

Egoitza Nagusia / Sede Central

Txatxarramendi Ugarte z/g

E-48395 Sukarrieta - Bizkaia (Spain)

Tel.: +34 94 657 40 00 - Fax: +34 94 657 25 55

Parque Tecnológico de Bizkaia

Astondo bidea - Edificio 609

E-48160 Derio - Bizkaia (Spain)

Tel.: +34 94 657 40 00 - Fax: +34 94 657 25 55

Herrera Kaia - Portu aldea z/g

E-20110 Pasaia - Gipuzkoa (Spain)

Tel.: +34 94 657 40 00 - Fax: +34 94 657 25 55

www.azti.es

info@azti.es



Estudio de alternativas para la viabilidad de la flota de txikiaundis -ALERTXIKIS-

Informe Final

Para:

EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO, Ekonomiaren Garapen eta
Lehiakortasun Saila - Departamento de Desarrollo Económico y
Competitividad, Nekazaritza, Arrantza eta Eli. Politika sail - Vice. de
Agricultura, Pesca y Políticas Alimentarias(+ logo de cliente si se desea)

Sukarrieta, 05 de mayo de 2014

Tipo documento	Informe Final
Título documento	Estudio de alternativas para la viabilidad económica de la flota de txikiaundis
Fecha	30/05/2014
Proyecto	04-2012-00417 - Estudio de alternativas para la viabilidad económica de la flota de txikiaundis - ALTERTXIKIS-
Código	IM12alter
Cliente	EUSKO JAURLARITZA - GOBIERNO VASCO, Ekonomiaren Garapen eta Lehiakortasun Saila - Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad, Nekazaritza, Arrantza eta Eli. Politika sail - Vice. de Agricultura, Pesca y Políticas Alimentarias
Equipo de proyecto	Xabier Aboitiz Angel Pereira Jose Maria Ferarios José Franco Vitorica Marga Andrés Luis Arregi Gorka Gabiña Iñigo Krug
Responsable proyecto	Xabier Aboitiz (E-Mail: xaboitiz@azti.es)

Revisado por Esteban Puente
Fecha

Aprobado por
Fecha

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. INTRODUCCIÓN	6
4. DESARROLLO DEL PROYECTO: RESULTADOS.....	8
4.1 Situación de partida	8
4.1.1 Cerco	8
4.1.2 Palangre.....	15
4.2 Diagnóstico de maniobra y equipos de pesca	20
4.2.1 Cerco	20
4.2.2 Palangre.....	44
4.3 Diseño, construcción y valoración de prototipos.....	59
4.3.1 Cerco: Luces de seguridad para largado del cerco sin causar efecto de huida del pescado.....	59
4.3.2 Palangre: Diseño, construcción y validación de prototipos que mejoren la operativa y el confort laboral	81
4.4 Estudio de viabilidad económica	114
4.4.1 Flota objeto de estudio.....	114
4.4.2 Datos	115
4.4.3 Modelos	115
4.4.4 Condicionamiento	115
4.4.5 Indicadores	123
4.4.6 Resultados	125
5. CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFÍA	136
AGRADECIMIENTOS.....	138

1. ANTECEDENTES

Durante los últimos años se ha venido produciendo una reducción de las embarcaciones del tipo “txikiaundis” en el puerto de Bermeo. Especialmente derivada de la jubilación de los patrones-armadores que no han tenido, en la mayoría de los casos, una continuidad para la empresa familiar. Además se han establecido TACs y los correspondientes cupos de captura para las especies más importantes de esta flota, especialmente el verdel.

La flota de txikiaundis remanente en Bermeo y la de Hondarribi, el otro puerto con una flota importante en este tipo de embarcaciones, se ha visto necesitada de complementar sus dos costeras, la línea de verdel y la cacea de bonito, con otras modalidades de pesca.

A raíz de ello y derivada de conversaciones de AZTI con los armadores-patrones de la flota de txikiaundis, se consideró necesario plantear un proyecto que valorará las alternativas existentes. Teniendo en cuenta el censo al que pertenecen los barcos, estas alternativas son el cerco y el palangre de merluza.

El proyecto se presentó el 29 de marzo a la convocatoria FEP del 2012 con resolución favorable del expediente 04-2012-00417, el 3 de julio de 2012. El plazo de ejecución de este proyecto finalizaba el 31 de diciembre de 2013.

Las excepcionalmente malas condiciones climatológicas que se produjeron durante este período impidieron la realización de las pruebas de mar, por lo que se pidió una prórroga con resolución favorable el 3 de octubre de 2013, ampliándose el plazo de ejecución del proyecto hasta el 30 de mayo de 2014.

2. OBJETIVOS

El objetivo general que se pretende conseguir con este proyecto es **“Analizar la viabilidad de diferentes modalidades de pesca como posible complemento de la actividad de los barcos de línea vertical y cacea”**

Este objetivo general se puede a su vez dividir en los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar las nuevas posibilidades técnicas del arte de cerco para barcos de pequeño porte
- Evaluar las nuevas posibilidades técnicas del arte de palangre reduciendo esfuerzo y horas de trabajo de la tripulación
- Establecer la viabilidad económica respecto de estas dos modalidades de pesca

Con estos objetivos se pretenden alcanzar los siguientes resultados:

- Valoración de procesos de trabajo y tecnologías más novedosas para las modalidades de cerco y palangre que permitan reducir los gastos de explotación y hacer más rentable y viable la actividad con estas modalidades
- El potencial uso de estas modalidades de pesca permitiría incrementar el período de actividad anual de una flota, actualmente con fuertes restricciones para ejercer sus campañas de pesca habituales
- Se evaluarán alternativas de pesca y actividad para que la flota de txikiaundis pueda subsistir en un período de nulos ingresos
- Se proporcionará una alternativa para reducir el decaimiento de la actividad económica de puertos y pueblos respecto de su industria pesquera conexas (conservas, mayoristas, detallistas) especialmente en aquellos en los que históricamente existían descargas de la flota de cerco y que hoy en día prácticamente ha desaparecido

3. INTRODUCCIÓN

La flota de txikiaundis se ha especializado en dos campañas de pesca al año, el verdel con línea vertical y el bonito con cacea. Con modalidades de pesca sencillas y artesanales, contempladas en el reglamento de artes menores, hasta ahora han conseguido rentabilizar barcos con 5 y 6 tripulantes más el personal de tierra correspondiente.

Los últimos años hemos asistido a una reducción tanto en las capturas de verdel como en la duración de esta costera. Esta reducción ha venido motivada por la presión ejercida desde la administración europea a la española para el cumplimiento de la cuota de verdel que venía siendo superada año tras año. Como consecuencia de superar las cuotas en los años anteriores, la cuota para España durante en el periodo 2011-2015 se verá reducida en algo más de 39.000 toneladas para el total del periodo.

La cuota de verdel se reparte a nivel del Estado entre las diferentes flotas que explotan este recurso, siendo la de txikiaundis una de ellas. Con esta situación, la costera para esta flota, se reduce a unas semanas, frente a los alrededor de 2 meses a los que venía siendo habitual. A pesar del alza en los precios para el verdel, el rendimiento económico de esta costera para la flota de txikiaundis se ha visto mermado. Como ya se ha dicho, esta flota a diferencia de otras tan solo cuenta con dos costeras al año por lo que una reducción sensible en los ingresos en una de ellas afecta a su supervivencia.

En un escenario optimista, se espera que en unos años haya una mejoría en la pesquería del verdel, de modo que permita incrementar la actividad de la flota de txikiaundis a la situación anterior de 2 meses de pesca. Asimismo, se espera que el incremento en la actividad suponga un incremento en los ingresos que reporta esta pesquería en la actualidad, pasando a igualar los ingresos que venía proporcionando hace unos pocos años o incluso a superarlos.

Los txikiaundis habitualmente capturan verdel con línea vertical y atún con cacea. Recientemente, y debido a las restricciones que actualmente existen en la pesquería del verdel, los txikiaundis se han visto obligados a reducir sus días operativos, y consecuentemente sus ingresos. Están entre 6 y 7 meses al año inactivos. Una alternativa para mejorar la situación de esta flota es que se dedique al cerco durante los meses de parada y la costera del verdel o palangre durante los meses de parada.

El problema con que nos encontramos ahora es como se pueden mantener estos barcos durante los próximos años hasta que se alcance un estado de pesca de la campaña de verdel óptimo, si es que finalmente esta circunstancia llega a producirse.

La solución pasa por la búsqueda de alternativas de diversificación dentro de la propia actividad pesquera. Esto que a priori parece sencillo tiene una gran complejidad ya que el acceso al uso de cada modalidad de pesca depende del censo al que pertenezca el barco y las posibilidades legales de cambio, así como que el estado de los recursos permitan la explotación de la especie elegida.

Teniendo en cuenta que los barcos implicados pertenecen a los censos de “cerco” y de “palangre de fondo”, el presente estudio pretende evaluar los requerimientos para el uso e implantación de estas modalidades de pesca en barcos que habitualmente no las han estado utilizando y sobre todo la viabilidad económica derivada de su implantación.

Este informe presenta un análisis preliminar de la viabilidad económica de que un txikiaundi instale el arte de cerco o palangre y opere con el mismo durante sus meses de inactividad y también en la costera del verdel en el caso de cerco. Se va a analizar/simular la rentabilidad que supone la instalación de cerco o palangre en los txikiaundis.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO: RESULTADOS

El proyecto se desarrolla para dos modalidades de pesca “Cerco” y “Palangre de Merluza” muy diferentes entre sí, tanto en las necesidades para su implantación, los gastos de explotación, los rendimientos, como en la operativa y los objetivos de pesca del barco.

4.1 Situación de partida

4.1.1 Cerco

Se entiende por arte de cerco una red de forma rectangular, cuyos extremos terminan en puños, que circunda cardúmenes de especies pelágicas y se cierra por su parte inferior por medio de una jareta, dando lugar al embolsamiento del pescado.

Este arte de pesca se encuentra regulado para el Caladero del Cantábrico y Noroeste por la ORDEN AAA/1307/2013, de 1 de julio¹. Esta orden es la que define el arte, regula sus dimensiones, así como las condiciones de utilización y especies susceptibles de ser capturadas. En lo referente a las dimensiones del arte, su longitud “no podrá ser superior a 600 metros, excluidos los puños, cada uno de los cuales no podrá sobrepasar los 30 metros”. La altura no será superior a 130 metros y la abertura mínima de las mallas no será inferior a 14 milímetros. Hay que decir que la pesquería de cebo vivo para la costera de túnidos cuenta con un artículo propio en este reglamento, donde plantea excepciones a las normas anteriores.

En la citada orden, queda limitada la pesca con el arte de cerco en el Caladero del Cantábrico y Noroeste a “los buques que, estando inscritos en el Registro de Buques Pesqueros y empresas navieras, figuren igualmente en el Censo de la modalidad de cerco del Caladero del Cantábrico y Noroeste, estén en posesión de

¹ Deroga a la ORDEN APA/66/2004, de 19 de enero.

una licencia de pesca para dicha modalidad y caladero y cumplan las condiciones establecidas en la presente Orden”.

Por su parte el Real Decreto 429/2004, de 12 de marzo fija las características físicas de los buques así como los periodos de descanso semanales.

Por último el Decreto 204/1994, que regula el ejercicio de la pesca con determinadas artes en las costas del País Vasco, prohíbe en su artículo 2 el empleo del arte de cerco en las aguas interiores de la CAE. Si bien la prohibición establecida en el artículo 2 rige con carácter general, el artículo 3 del citado Decreto, faculta al Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación, para otorgar autorizaciones temporales que permitan la pesca con artes de cerco en aguas interiores. Esta función se ejerce a través del Director de Pesca y Acuicultura, de conformidad con lo establecido en el artículo 10 j) del Decreto 290/2005, de 11 de octubre, por el que se establece la estructura orgánica y funcional del Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Las autorizaciones constituyen excepciones a la norma general, que es la prohibición derivada del estado de sobreexplotación de los recursos marinos existente en la fecha de elaboración y aprobación del Decreto 204/1994, tal y como se señala en su propia exposición de motivos. El otorgamiento de autorizaciones dependerá del estado de los recursos marinos y deberá propiciar el establecimiento de modelos de explotación sostenibles, conforme a los principios inspiradores de la normativa pesquera vasca expresamente definidos en la Ley 6/1998, de 13 de marzo, de pesca marítima de la Comunidad Autónoma de Euskadi.

La flota perteneciente al censo de cerco del País vasco estaba compuesta en mayo 2013 por un total de 58 unidades (Fuente AZTI). La distribución por puertos puede verse en la tabla 1, donde destaca la gran presencia de barcos de esta modalidad en los puertos de la provincia de Gipuzkoa con 41 unidades (71%) frente a las 17 unidades (29%) de Bizkaia. Hondarribi es el principal puerto base del conjunto de esta flota con 19 barcos (33%), seguido de Getaria con 15 (26%) Bermeo con 10 (17%) y Orio con 6 (10%). Resulta remarcable el caso de Bermeo, que si bien presenta 10 barcos de esta modalidad y un 17% del conjunto de esta flota, como ya veremos más adelante, no todos ellos faenan con el arte de cerco. Algo similar

sucede en Hondarribi, aunque a menor escala. Es necesario hacer constar que el hecho de estar adscrito al censo de cerco, no significa que el barco en cuestión faene, haya faenado o vaya a faenar en esa modalidad. Sin embargo la no pertenecía a este censo, si imposibilita el empleo de este arte, ya que según la reglamentación vigente tan solo barcos pertenecientes al censo de cerco pueden faenar en esa modalidad.

Tabla 1. Distribución por puertos de la flota perteneciente al censo de cerco del País Vasco.

Provincia	Puerto Base	Nº Unidades	Porcentaje (%)
Gipuzkoa	Hondarribi	19	33
	Getaria	15	26
	Orio	6	10
	Pasaia	1	2
Subtotal Gipuzkoa		41	71
Bizkaia	Bermeo	10	17
	Lekeitio	2	3
	Santurtzi	2	3
	Zierbena	2	3
	Ondarru	1	2
Subtotal Bizkaia		17	29
Total general		58	100

En la tabla 2 se presentan los barcos con posibilidades de faenar al cerco, ordenada por puerto base, además se incluye una de las principales característica física (eslora total) y las modalidades de pesca en las que cada barco faena a lo largo del año.

Tabla 2. Caracterización de la actividad de la flota perteneciente al censo de cerco del País Vasco.

Barco	Puerto Base	Eslora	Modalidad 1	Modalidad 2
Aita Ramon	Hondarribi	21,0	Cacea	Líneas Mano
Aitona Domingo	Hondarribi	26,5	Cerco	Cebo Vivo
Almirante Berria	Hondarribi	26,5	Cerco	Cacea
Arrantzale	Hondarribi	32,0	Cerco	Cebo Vivo
Berriz Amatxo	Hondarribi	21,0	Cacea	Líneas Mano
Berriz Matutina	Hondarribi	30,8	Cerco	Cebo Vivo
Guadalupeko Ama	Hondarribi	31,5	Cerco	Cebo Vivo
Gure Aita Joxe	Hondarribi	32,0	Cerco	Cebo Vivo
Gure Amuitz	Hondarribi	28,0	Cerco	Cebo Vivo
Itsas Eder	Hondarribi	31,0	Cerco	Cebo Vivo
Itsas Lagunak	Hondarribi	33,5	Cerco	Cebo Vivo
Itsasoan	Hondarribi	31,1	Cerco	Cebo Vivo
Luis Barranko	Hondarribi	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Nuevo Horizonte Abierto	Hondarribi	30,0	Cerco	Cebo Vivo
Nuevo Rober	Hondarribi	26,0	Cerco	Cacea
Pittar	Hondarribi	28,0	Cerco	Cebo Vivo
San Fermin Berria	Hondarribi	33,3	Cerco	Cebo Vivo
Tuku Tuku	Hondarribi	32,0	Cerco	Cebo Vivo
Txingudi	Hondarribi	31,6	Cerco	Cebo Vivo
Ansia	Pasaia	27,1	Cerco	
Berriz Ave Maria	Orio	35,6	Cerco	Cebo Vivo
Beti Aingeru	Orio	33,2	Cerco	Cebo Vivo
Beti San Luis	Orio	28,5	Cerco	Cebo Vivo
Gure Gogoa	Orio	37,0	Cerco	Cebo Vivo
Montserrat Berria	Orio	32,5	Cerco	Cebo Vivo
San Antonio Berria	Orio	34,8	Cerco	Cebo Vivo
Agustin Deuna	Getaria	36,2	Cerco	Cebo Vivo
Azkoitia	Getaria	33,0	Cerco	Cebo Vivo
Berriz Irigoien	Getaria	35,6	Cerco	Cebo Vivo
Berriz Patxiku	Getaria	30,4	Cerco	
Beti Piedad	Getaria	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Irigoien Berria	Getaria	35,6	Cerco	Cebo Vivo
Izaskun Berria	Getaria	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Kaximiriona	Getaria	33,5	Cerco	Cebo Vivo
Mariñelak	Getaria	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Mater Bi	Getaria	37,0	Cerco	Cebo Vivo
Pedro Jose Berria	Getaria	34,4	Cerco	Cebo Vivo
San Prudentzio Berria	Getaria	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Santa Luzia Hiru	Getaria	31,2	Cerco	Cebo Vivo
Santana Berria	Getaria	36,0	Cerco	Cebo Vivo
Stella Maris Berria	Getaria	32,0	Cerco	Cebo Vivo
Ongi Etorri	Ondarru	33,0	Cerco	Cebo Vivo
Kalamua Bi	Lekeitio	31,6	Cerco	Cebo Vivo
Ondarzabal	Lekeitio	31,6	Cerco	Cebo Vivo
Amatxo	Bermeo	25,5	Cerco	Cacea
Anduiza Anaiak	Bermeo	27,5	Cacea	Líneas Mano

Beti euskalerrria	Bermeo	24,0	Cacea	Líneas Mano
Beti Itxas Argi	Bermeo	26,0	Cacea	Líneas Mano
Demar	Bermeo	25,1	Cerco	Cacea
Ereinotz	Bermeo	25,3	Cacea	Líneas Mano
Lekanda	Bermeo	23,0	Cerco	Cacea
Maria Digna Dos	Bermeo	26,6	Cacea	Líneas Mano
Oskarbi	Bermeo	27,5	Cerco	Cacea
Rey Pescador	Bermeo	24,8	Cacea	Líneas Mano
Gure Imanol	Santurtzi	21,0	Cerco	
Laura y Cristina	Santurtzi	16,0	Cerco	
Gorostiaga Hermanos	Zierbena	24,2	Cerco	
Gorostiaga Hermanos dos	Zierbena	26,0	Cerco	

En relación a la utilización del arte de cerco a lo largo de la actividad anual, como puede observarse en la tabla 2, tan solo 6 unidades faenan durante todo el año al cerco. Mientras que 38 barcos (65%) alternan este arte con las cañas con cebo vivo para la captura de túnidos durante el verano. De entre las restantes unidades, 6 alternan el cerco con la modalidad de curricán a la cacea y en ocasiones con las líneas de mano para verdel. Mientras que otros 8 barcos (6 de Bermeo y 2 de Hondarribi) a pesar de pertenecer al censo por modalidad de cerco no faenan con este arte en la actualidad. Siendo barcos que alternan algunas de las modalidades de anzuelo como son las líneas de mano a verdel y el aparejo de curricán a la cacea. Entre estos últimos 8 barcos, encontramos 4 que faenaron al cerco hace algunos años. Por el contrario, los restantes 4, a pesar de pertenecer a este censo, desde su construcción nunca han dispuesto a bordo de los equipos y aparejo necesarios para practicar esta modalidad de pesca.

El presente estudio trata de buscar alternativas de diversificación dentro de la pesca al conjunto de barcos que centran su actividad en las dos costeras (verdél y bonito). Empleando en la primera de ellas las líneas de mano con la ayuda de carretes hidráulicos y en la segunda el aparejo de cacea al curricán con los mismo carretes. La razón de esta búsqueda de alternativas de diversificación reside en la actual situación en la que las dos costeras cuentan con una duración reducida lo que conlleva unos ingresos que no garantizan la supervivencia con esa única actividad.

Por ello, centrándonos en la alternativa del empleo de la red de cerco, esta posibilidad queda limitada al conjunto de barcos que pertenecen a esta modalidad y que no la emplean en la actualidad. Con los datos presentados con anterioridad, hemos visto que son 8 las unidades pertenecientes al censo de cerco y que no emplean este arte. En los últimos años hemos asistido a un incremento progresivo de unidades que han ido iniciando su actividad con este arte. Una primera unidad lo hizo en el año 2010 en Bermeo, un segundo barco de Hondarribi se sumó en 2011 y dos más en 2012 (uno de Bermeo y otro de Hondarribi). Durante el año en curso (2013) un barco de Bermeo se ha unido al grupo.

Para que el cambio a faenar a la modalidad de cerco de estas embarcaciones resulte una alternativa viable de diversificación y una vez salvado el aspecto reglamentario deben de cumplirse una serie de condiciones. La principal de las cuales es que el cambio a esa modalidad sea viable tanto técnica como económicamente. Otra condición que si bien guarda estrecha relación con el condicionante económico y más concretamente con el de rentabilidad, es el de posibilidades de captura para las especies sujetas a TACs y cuotas. Sin embargo estas posibilidades de pesca, que son asignadas al conjunto de la flota de cerco, cambian cada año en función de las decisiones de los organismos de gestión. Por ello poco se puede decir al respecto, salvo que una reducción importante en la cuota de alguna de las especies más importantes (anchoa, verdel, chicharro) puede tener consecuencias en la viabilidad económica.

Un dato significativo con respecto a la flota de cerco es que en los últimos 5 años han desaparecido de nuestros puertos, por desguace o por venta a otras comunidades, 4 barcos de cerco puros, es decir de los que faenan durante todo el año a esta modalidad sin que en este periodo hayan sido reemplazados por nuevas unidades.

En principio las características físicas en cuanto a eslora, manga y potencia propulsora, no debieran de suponer una limitación. Todos los posibles candidatos presentan esloras totales superiores a 20 metros y motores propulsores de suficiente potencia. Es de destacar que entre la flota de cerco de otras comunidades autónomas que se desplaza a nuestra comunidad con objeto de las costeras hay numerosos barcos en el segmento 16-20 metros.

En cuanto a la tripulación, el promedio de tripulantes de nuestros barcos candidatos es de 5 hombres. Este si puede ser un factor limitante a la hora de poder faenar con el arte de cerco puesto que sin la instalación en el barco de maquinaria y equipos muy automatizados, sería necesario un mínimo de 8-9 tripulantes para la maniobra. Sin embargo este escollo puede salvarse fácilmente embarcando otros 3-4 tripulantes. Si bien para los puestos clave de la maniobra es necesario el conocimiento de la misma, no así para otros puestos que pueden ser cubiertos por tripulantes menos experimentados en el arte de cerco.

El arte de cerco es una modalidad de pesca que está muy bien posicionado en los distintos rankings de artes de pesca sostenibles², principalmente en los índices referidos a la controlabilidad de la captura y la sostenibilidad ambiental y especialmente referido al cerco para pequeños pelágicos, que es la modalidad que practica la flota vasca de bajura.

La flota pesquera vasca en su conjunto comprende 228 unidades³ de las cuales 71 unidades (aproximadamente un 31%) están adscritas al segmento de flota de cerco de bajura, practicando realmente la modalidad de arte de cerco unas 50 unidades. Sin embargo, en los próximos años es previsible que más buques (de esas 71 unidades) retomen la actividad de cerco ante las pocas expectativas en las costeras con otras modalidades de pesca. Este es el caso de los denominados *txikiaundis*.

La modalidad de cerco es un sistema de pesca clave para el subsector de bajura, ya que a primeros de año se utiliza en la costera del verdel, posteriormente en

² ICES (2006). Report of the ICES-FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB), 3–7 April 2006, Izmir, Turkey. ICES CM 2006/FTC:06, Ref. ACFM. 180 pp.

³ Community Fishing Fleet Register (Enero 2013)

primavera en la costera de la anchoa, y a finales de año, nuevamente para la captura de la anchoa o sino para la sardina o chicharro. En el verano es también imprescindible, en la costera del bonito, para la captura del cebo vivo (para los que se dedican a la modalidad de caña y cebo vivo).

4.1.2 Palangre

Se entiende por palangre de fondo un aparejo de anzuelo, fijo al fondo, que consta de una línea madre horizontal de la que penden brazoladas verticales, a las que se empatan los anzuelos. En los extremos y a lo largo de la línea madre van dispuestos los necesarios elementos de fondeo y flotación, que permiten mantener los anzuelos a las profundidades convenientes. Las especies objetivo principales son la merluza y otras especies demersales.

Este arte de pesca se encuentra regulado para el Caladero del Cantábrico y Noroeste por el REAL DECRETO 410/2001, de 20 de abril, por el que se regula la pesca con artes fijos en el citado Caladero. El citado reglamento es el que define el arte así como sus características técnicas, las condiciones de empleo del arte y regula el esfuerzo. En lo referente a las dimensiones del arte, “La longitud total máxima del palangre no podrá exceder de 15.000 metros. El número máximo de anzuelos no será superior a 4.000”.

El mismo Real Decreto, autoriza la pesca con artes fijos (volanta, rasco, palangre de fondo y artes menores) a, “los buques que, figurando inscritos en el Registro de Buques Pesqueros, figuren igualmente en el correspondiente censo por modalidades y estén en posesión de una licencia de pesca para dicha modalidad y caladero y cumplan las condiciones establecidas en el presente Real Decreto”. Sin embargo, tal y como indica el artículo 11 del mismo reglamento, se podrán autorizar cambios temporales de modalidad de pesca entre los diferentes censos enumerados u otros censos en función del estado de los recursos. La atribución para autorizar los citados cambios de modalidad recae en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, siendo para períodos de tiempo no superiores a seis meses; no obstante, en casos excepcionales, y siempre que el estado de los recursos lo permita, estas autorizaciones podrán prorrogarse a solicitud del interesado. El

recurso explotado por el palangre de fondo o dicho de otro modo, la principal especie objetivo de este arte es la merluza.

La ORDEN AAA/1307/2013, de 1 de julio, es la que establece los repartos de las especies sujetas a TACs y cuotas para cada modalidad de pesca en el caladero del cantábrico y Noroeste. En el caso que nos ocupa, este reglamento asigna un porcentaje de la cuota total de merluza para cada modalidad de pesca (tabla 3). Concretamente a la modalidad de palangre de fondo le corresponde el 10,09 % del total de la cuota para el citado caladero.

Tabla 3: reparto de la cuota de merluza entre las diferentes modalidades de pesca para el caladero del cantábrico y Noroeste. (Fuente: Orden AAA/1307/2013)

Especie: Merluza (*Merluccius merluccius*) VIIIc

Censo	Porcentaje cuota (en %)
Arrastre de fondo Cantábrico y Noroeste	53,77
Volanta de fondo Cantábrico y Noroeste	20,42
Palangre de fondo Cantábrico y Noroeste	10,09
Artes menores Cantábrico y Noroeste	14,62
Pincho y caña	1,10

La misma Orden, indica que las cuotas de merluza asignadas a las modalidades de volanta y palangre de fondo serán distribuidas entre los buques de forma individualizada a partir del 1 de enero de 2014. Continúa exponiendo que la distribución de las cuotas en esta modalidad “...se hará mediante resolución del Secretario General de Pesca publicada en el «Boletín Oficial del Estado», de modo lineal, partiendo para ello de las posibilidades de pesca globales de merluza fijadas para esta modalidad de acuerdo al porcentaje fijado el anexo VIII (Tabla 3). A aquellos buques que no estén incluidos en el plan de recuperación de merluza sur se les asignará una cuota de 4,99 toneladas”.

Por último señala que “Sólo los barcos que figuren en la lista de censo de flota de palangre de fondo, de volanta y que estén de alta y con el Diario Electrónico A Bordo operativo podrán hacer uso de sus posibilidades de pesca de merluza, así como transferir las mismas temporalmente según lo establecido en el artículo 4.”

Así pues, parece ser que el estado del recurso, al igual que su reparto puede tener su incidencia con posible repercusión en la viabilidad económica. Los barcos que en la actualidad pertenecen al censo de palangre de fondo no tendrían problemas para acceder a cuota de merluza. Sin embargo los que pertenecen a otros censos, como cerco o artes menores y pretendiesen solicitar el cambio de modalidad a palangre de fondo, pudieran ver obstaculizada su solicitud en función de la situación del recurso.

En años previos la cuota de merluza asignada a los barcos de palangre de fondo era consumida con anterioridad a la finalización del año y lógicamente a más barcos implicados en la pesquería antes se consumiría esa cuota. Otras especies como el besugo, lotza, maruca y otras consideradas de profundidad disponen asimismo de cuotas conjuntas para todas las modalidades de pesca. No obstante para su captura es necesaria la solicitud de un permiso para especies de profundidad.

En base a la reglamentación analizada, toda la flota del País Vasco cuenta con posibilidad administrativa de faenar en la modalidad de palangre de fondo, siempre que el estado del recurso lo permita. Sin embargo, para este estudio nos vamos a centrar en el conjunto de barcos, que perteneciendo al grupo de los denominados Txikihaundis, en la actualidad no faenan durante ningún momento del año en las modalidades de cerco y enmalle (Rasco, volanta, mallabakarra y trasmallo). Todos estos barcos, que suman un total de 20 unidades, se encuentran localizados en los puertos de Bermeo (15 unidades) y Hondarribi (5 unidades). Su distribución se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución por puertos de la flota perteneciente al censo de cerco del País Vasco. (Fuente AZTI)

Provincia	Puerto Base	Nº Unidades	Porcentaje (%)
Bizkaia	Bermeo	15	75
Gipuzkoa	Hondarribi	5	25
Total general		20	

En la tabla 5 se presentan los barcos con posibilidades de faenar al palangre, una vez realizada la selección.

Se incluye el censo al que pertenece cada barco y las modalidades de pesca en las que cada barco faena a lo largo del año así como una de las principales características física (eslora total).

Tabla 5. Distribución por puertos y censos de la flota del País Vasco con posibilidad de faenar al palangre de fondo (censo 2012).

Barco	Puerto Base	Censo	Eslora	Otra Actividad
Gure Alkartasuna	Bermeo	Artes Menores	20,05	
Beti Begoñako Ama	Bermeo	Artes Menores	23,35	
Beti Euskalerrria	Bermeo	Cerco	24,00	
Rey Pescador	Bermeo	Cerco	24,80	
Ereinotz	Bermeo	Cerco	25,34	
Beti Itxas Argi	Bermeo	Cerco	26,00	
Maria Digna Dos	Bermeo	Cerco	26,64	
Anduiza Anaiak	Bermeo	Cerco	27,55	
Gure Itxarkundia	Bermeo	Palangre de fondo	19,50	Pal. fondo
Gure Itxas begi	Bermeo	Palangre de fondo	21,00	Pal. fondo
Urresti Berria	Bermeo	Palangre de fondo	21,00	Pal. fondo
Matxaku	Bermeo	Palangre de fondo	23,00	Pal. fondo
Beti Lagun Bi	Bermeo	Palangre de fondo	23,45	Pal. Fondo/Nasas
Otzarri Berria	Bermeo	Palangre de fondo	25,00	Pal. fondo
Gure Fatima	Bermeo	Palangre de fondo	28,10	Pal. fondo
Gure Ama Martina	Hondarribi	Artes Menores	21,00	
Aita Ramon	Hondarribi	Cerco	21,00	
Berriz Amatxo	Hondarribi	Cerco	21,00	
Gure Itxaropena	Hondarribi	Palangre de fondo	21,00	Pal. fondo
Arantzazuko Izarra	Hondarribi	Palangre de fondo	23,38	

Todos los barcos contemplados en la anterior tabla realizan las costeras de verdel con líneas de mano y de bonito con el aparejo de curricán a la cacea. Además algunos de ellos realizan otro tipo de actividad complementaria en los períodos sin ocupación entre ambas costeras. A tenor de la información disponible en la base de datos de pesquerías de AZTI (2012), 8 de esos barcos emplean el palangre de fondo y además uno de ellos las nasas a cigala. Hay que decir que la actividad con el palangre por parte de estos barcos ha comenzado en años recientes. Concretamente en el año 2010, un primer barco de Bermeo inició esta actividad, seguido de otros 6 en el 2011 (5 de Bermeo y 1 de Hondarribi) y uno más de Bermeo en el 2012.

Las características físicas en cuanto a eslora, manga y potencia propulsora, no suponen una limitación, ya que tanto barcos de mayor, de menor, como de similar porte a los txikiaundis, faenan en esta modalidad.

En cuanto a la tripulación, el promedio de tripulantes de nuestros barcos candidatos es de 5 hombres. Este número de tripulantes resulta suficiente para poder realizar la maniobra del palangre de fondo tal y como lo utilizan en la actualidad barcos similares. Incluso pudiera manejarse con menos hombres en caso de que mecanizarse/automatizase la maniobra, lo que será analizado en su apartado correspondiente.

4.2 Diagnóstico de maniobra y equipos de pesca

4.2.1 Cerco

La pesca con arte de cerco consiste en rodear al pescado con la red de cerco, cerrarla por su parte inferior virando la jareta para evitar el escape del pescado y finalmente tener el pescado concentrado en el saco o copo listo para salabardearlo o bombearlo a bordo. Desde el punto de vista técnico, las únicas restricciones a su utilización son: que el pescado esté agregado (banco de peces) y que la profundidad de las aguas donde se lleva a cabo no sea inferior a la profundidad de trabajo que alcanza la red en la maniobra de pesca, para evitar la rotura del arte con el fondo. Para la mayoría de las situaciones, este es el arte de pesca más eficiente en la captura de especies pelágicas que nadan en cardúmenes.

4.2.1.1. Maniobra y equipamiento actual

TRIPEX

La adaptación del sistema TRIPLEX en los buques de cerco/cebo vivo en sustitución al clásico Power Block está generalizada en la flota de bajura del País Vasco.

En el año 2000, el buque de Getaria MARINELAK retira el clásico sistema de halado del arte mediante “Power-Block” y lo sustituye por el sistema TRIPLEX.

El éxito de la transferencia tecnológica, no sin antes superar los lógicos problemas de adaptación, hizo que progresivamente el resto de la flota de cerco concentrada en los puertos de Getaria, Orio y Hondarribia migrara hacia la tecnología TRIPLEX.



Sistema de halador Power Block (Izda.) y Sistema TRIPLEX (Dcha.)

En la actualidad quien no lo ha instalado es por una cuestión económica o circunstancial; desguace, jubilación inminente, etc. optando por una solución intermedia, un sistema de rodillos suspendidos del puntal/grúa denominado TRIPLEX –grúa.



Halador de rodillos suspendido (Triplex/grúa): virado del arte

Sistema triplex, halador de rodillos fijos sobre cubierta

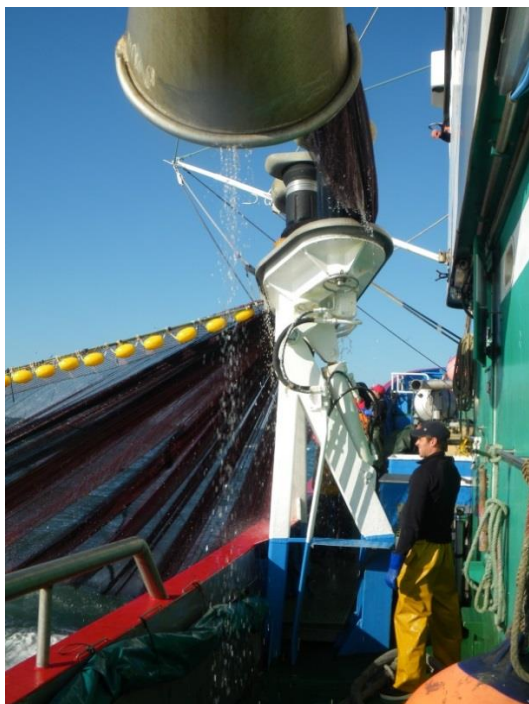
Consiste en un conjunto de tres rodillos montados sobre un cabezal abatible por energía hidráulica. Permiten una tracción constante y uniforme sobre la red, flotadores y relinga de plomos, mediante superficies de goma que no provocan desgastes apreciables en el paño, a diferencia del power-block. Los tres rodillos poseen tracción propia al disponer de motores independientes y no están en línea, obteniéndose así un mayor ángulo de contacto y mayor agarre. Está sustentado por un trípode montado sobre la cubierta. Por falta de espacio, es común que dos de las tres patas vayan ancladas en la cubierta principal y la tercera sobre la regala.



Halador fijo sobre cubierta TRIPLEX

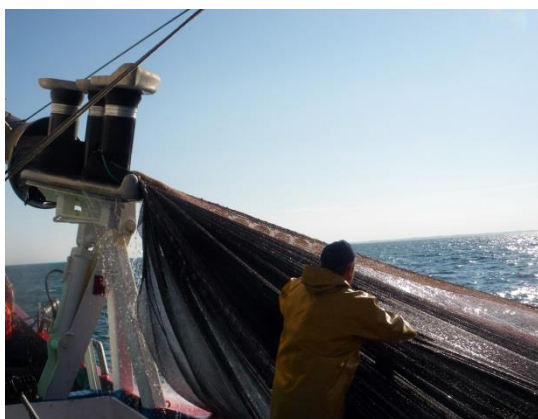
El halador puede ser basculado sobre el exterior durante la maniobra. La parte superior de cada cilindro tiene un diámetro mayor de manera que al bascular el Triplex hacia el exterior la relinga de corcho se posicione sobre esta sección aumentando así su poder de tracción sobre el corcho. Y viceversa si lo que necesitamos es virar más del paño de red y/o relinga de plomo, haremos que la relinga de corcho se posicione en los aros metálicos dispuestos en cada rodillo para que el flotador “patine” adelantándose con ello el paño de red.

A diferencia de la operativa Noruega que al estar sincronizado permite eliminar el control sobre el estibador de red.



Tubo guía (izda.) y Estibador de red (dcha.)

El halador puede ser basculado sobre el exterior durante la maniobra. Para virar la última sección del arte y formar el copo al costado del barco, el halador bascula hacia el exterior hasta 105° quedando los rodillos en posición horizontal.



Halador izado (izda.) y abatido para formado del copo (Dcha.)



Estibador de red

Tubo guía

Halador de rodillos
fijo sobre cubierta

Concepto SISTEMA TRIPLEX. Hasta ahora la transformación de la flota de bajura ha consistido en la implantación de tres elementos; halador de rodillos fijo sobre cubierta, tubo-guía y estibador de red.

MAQUINILLA DE JARETA

La mejora de la maniobra de cerco pasa inexorablemente por la sustitución de los chigres de cabirones por maquinillas de jareta con carreteles en paralelo para el largado y estibado de la jareta.

Aunque incluimos la maquinilla de jareta como equipo en este apartado de *Maniobra y equipamiento actual* ya que se evaluó su uso en un proyecto, hay que hacer constar que a día de hoy, es un equipo prácticamente inexistente y que no se ha implantado en el conjunto de la flota vasca.



Maquinilla de Cerco (Izda.) y Chigre y Carreteles Estibadores de jareta

Sin embargo es importante remarcar que con la adición de la maquinilla de jareta a la maniobra, se mejoraría la eficiencia y seguridad en la maniobra de largado y virado además de aumentar espacio útil por eliminación del propio chigre y los carreteles estibadores de malletas.

BOMBAS DE SUCCIÓN POR VACÍO

Otra mejora incuestionable para aumentar el rendimiento y el confort laboral en la modalidad de cerco es el manejo de la captura mediante bombas de vacío presión.



Bombas de vacío/presión; Vista general de la flota de Getaria (izda) y detalle del equipo en buque de cacea (dcha)

Maniobra de extracción de pescado desde el copo hasta la bodega: Una vez introducida la boca de succión en el copo, el trasiego de pescado comienza con la orden del tripulante que comanda la maniobra y salvo pequeñas correcciones en el nivel de calado de la boca, para ajustar su nivel con el del pescado contenido en el copo, a medida que se va embarcando, la operación es prácticamente continua sin ningún tipo de intervención física por parte de los tripulantes implicados. El hecho de permanecer un tendido de tuberías flexibles de modo estable sobre cubierta ofrece una gran ventaja frente a la operativa tradicional de salabardos donde un constante ir y venir de cargas suspendidas (500 kilos) sobre la cubierta ponen en grave riesgo la seguridad de la tripulación.



Salabardeo manual (izda.) Salabardeo mediante bombas de vacío presión (Dch.)

A las largas jornadas laborales en la mar, la mayor parte desarrollas durante la noche había que sumar, una vez en tierra, un largo proceso de descarga manual de pescado. Así los tripulantes permanecen largos períodos en las bodegas en las que al natural frío hay que añadir un alto componente de carga postural y riesgo de caídas de la propia carga. La descarga mediante bombas de vacío simplifica ostensiblemente esta tarea.



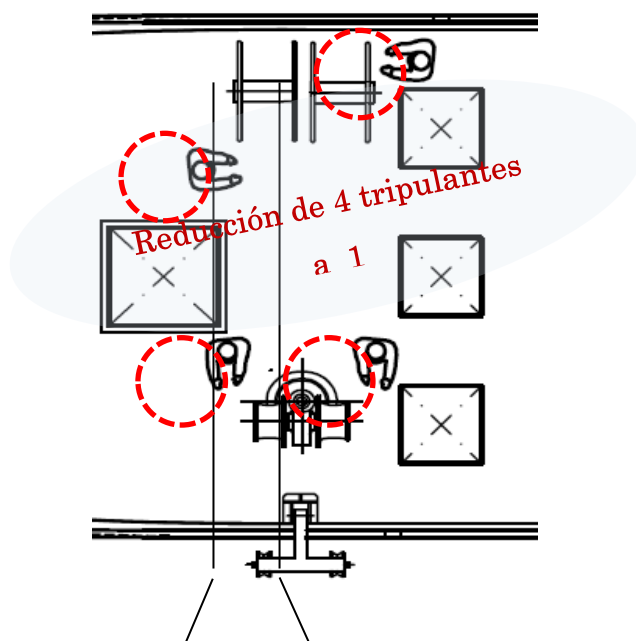
Extracción de pescado desde la bodega hasta las instalaciones portuarias

4.2.1.2. Mejoras en la maniobra con el equipamiento actual

Estos equipos ya implantados en la flota producen una serie de mejoras en seguridad y confort laboral que deriva en la de reducción del número de tripulantes en comparación con la maniobra tradicional de power-block, chigre y salabardeo que se utilizaba hace más de 15 años.

Reducción de Tripulación en buques de cacea para realizar la maniobra de virado de jareta con maquinilla de dos carretes en cascada y control automático.

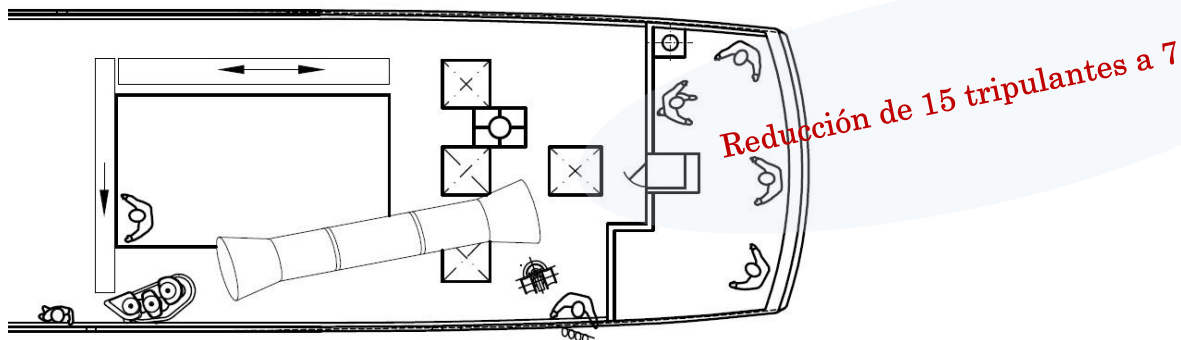
Por incorporación de una maquinilla de jareta de dos carretes en cascada en sustitución del clásico chigre se reduce la tripulación en la operativa de largado y virado de cuatro tripulantes a uno solo que realiza tareas de supervisión.



Maniobra de Virado de Jareta con chigre tradicional (izda.) y Virado con maquinilla (dcha.)

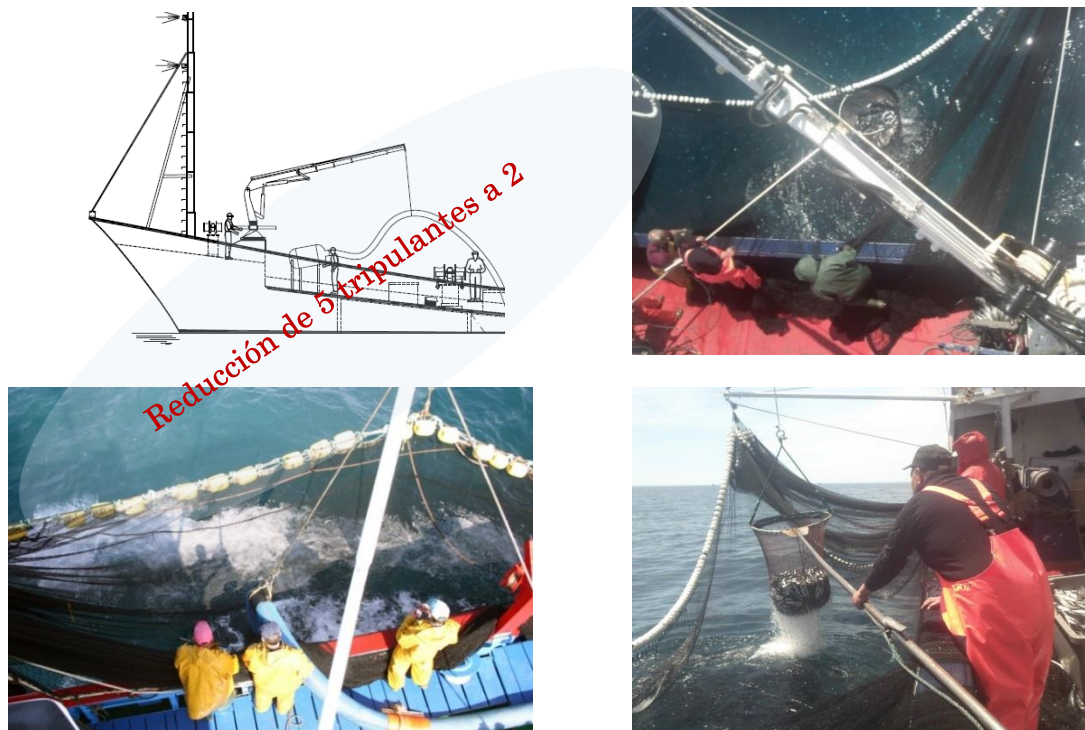
Reducción de Tripulación en buques de cacea para realizar la maniobra de virado y estiba del arte mediante sistema TRIPLEX.

Por incorporación del sistema Triplex en sustitución del clásico Power-block la tripulación permite realizar la maniobra de virado y estiba del arte con siete tripulantes (patrón incluido).



Maniobra de virado y estiba del arte mediante TRIPLEX

Reducción de Tripulación en buques de cacea para realizar la maniobra de salabardeo mediante sistema de bomba de vacío presión.



Maniobra de salabardeo mediante bombas de vacío-presión (izda.) y tradicional (derecha)

4.2.1.3. Vigilancia tecnológica

Además de los equipos que ya tenemos implantados en Euskadi, existe un lógico avance y desarrollo en las artes de pesca y en este caso concreto de la modalidad de cerco en otras flotas o países con un alto nivel tecnológico.

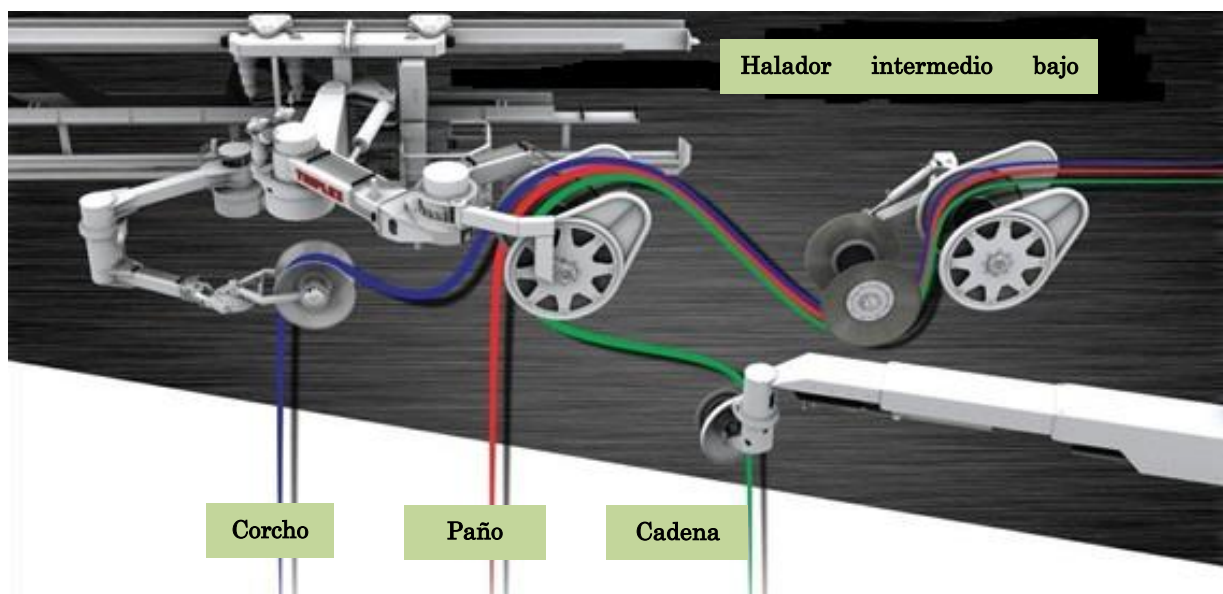
La flota atunero congeladora está implantando un sencillo sistema que facilita el estibado del corcho, permitiendo una caída suave en la zona de estibado y reduciendo notablemente los esfuerzos del tripulante.



Halador-estibador de corcho instalado en los atuneros congeladores

El futuro del TRIPLEX, sistema “cubierto”. Operativo en tres cerqueros noruegos:

Ha de tenerse muy presente que en la actualidad el sistema TRIPLEX ha evolucionado hasta el punto de automatizar toda la maniobra de estiba del arte sin necesitar más personal que el asignado a la supervisión de los equipos. No se manipula manualmente el arte. El nuevo desarrollo de maniobra con el fin aumentar la seguridad y la eficiencia, a día de hoy, está implantado en tres grandes buques cerqueros de Noruega que estiban la red en una bodega específica en lugar del clásico receptáculo sobre cubierta. La red desde el tubo guía es dirigida hacia un halador intermedio de dos rodillos emplazado en una “bodega de estiba”. A continuación pasa por otro halador orientable por donde discurre el arte para, a continuación, virar la cadena y el corcho con sendos haladores.

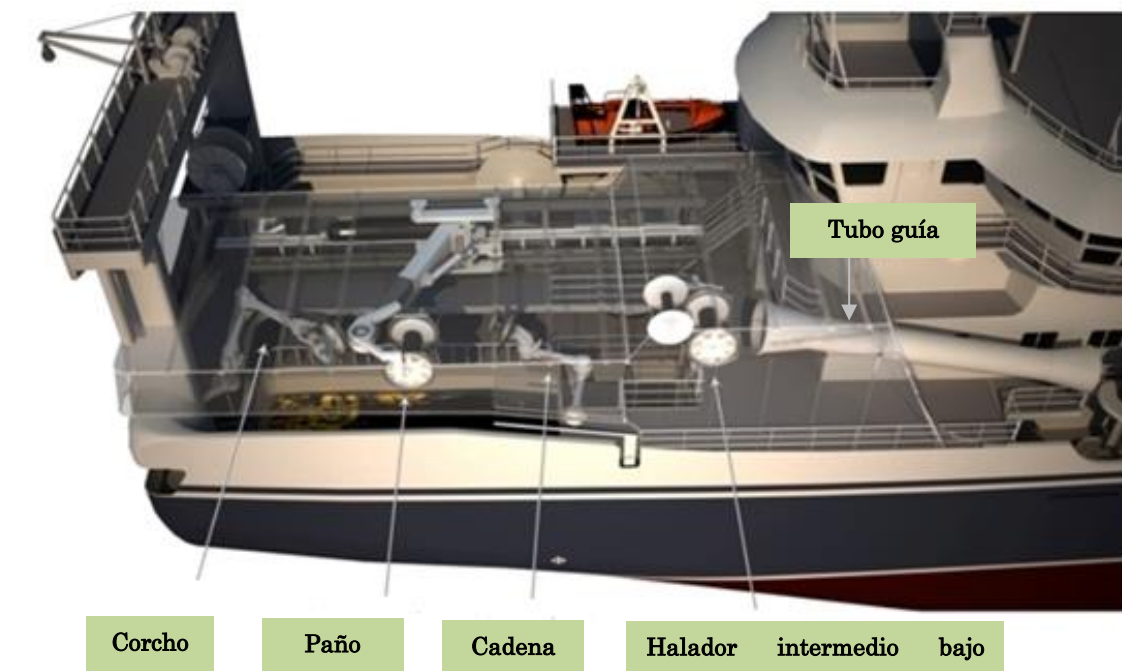


TRIPLEX Indoor net handling system



TRIPLEX Indoor net handling system

El sistema consiste en un conjunto de diferentes grúas que maneja la red de forma simultánea y sincronizada en el interior de un receptáculo o bodega. El primer sistema fue instalado a bordo del buque "Libas" (2005). El segundo en "Kings Bay" (2012), y un tercer sistema en el "Eros" (2013).



TRIPLEX indoor net handling system

Además de la integración de estos nuevos equipos, es necesario realizar otra serie de acciones complementarias (todas o algunas de ellas según los equipos ya disponibles e instalados previamente en cada barco), a fin de ubicar el conjunto del sistema:

- Halador de rodillos TRIPLEX
- Tubo guía
- Estibador de red (con grúa hidráulica)
- Reforma de la amurada de popa para la construcción de una cajonada para la estiba de la red
- Estibador de anillas en popa, abatible, en la banda de babor
- Nueva instalación hidráulica para los equipos TRIPLEX
- Instalación de bloque de electroválvulas para movimientos del halador y estibador
- Maquinilla de jareta
- Bomba de vacío- presión
- Hélice popa

Hay que recalcar que es muy importante tanto para un uso seguro del arte de pesca, como por temas de selectividad de la captura, la monitorización. Siendo necesario para ello equipos de monitorización de redes de cerco.

También serían imprescindibles para adaptar nuestros barcos a un sistema como el que se describe aquí, las modificaciones necesarias en la red, con cambios del corte desde el cuerpo de la red hasta el calón del saco.

4.2.1.4. Caracterización y Monitorización de la red, para buques del porte Txikiaundis

CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE CERCO

Todas las posibles modificaciones y nuevas tecnologías adaptables por un barco de cerco tienen que ir relacionadas con el diseño y el tamaño de arte que utiliza.

El desconocimiento detallado de las características y del diseño de las redes de cerco que se utilizan, es algo habitual en los patrones-armadores de cerco de Euskadi, son las rederas las que se encargan de arreglar las redes intentando que quedan igual o semejantes a cómo eran antes de la rotura. Sin embargo un adecuado conocimiento del arte puede permitir mejorar la maniobra tanto en operatividad y seguridad de la tripulación como en la selectividad del mismo, especialmente si se realizan cambios en la operativa o se introducen nuevas tecnologías en la maniobra.

Por ello se ha considerado en este proyecto la caracterización de la red de cerco tipo que se adecúa al porte y dimensiones de los txikiaundis. En este caso se ha tomado como modelo y caracterizado la red del barco DEMAR de 25m de eslora total y 6m de manga.

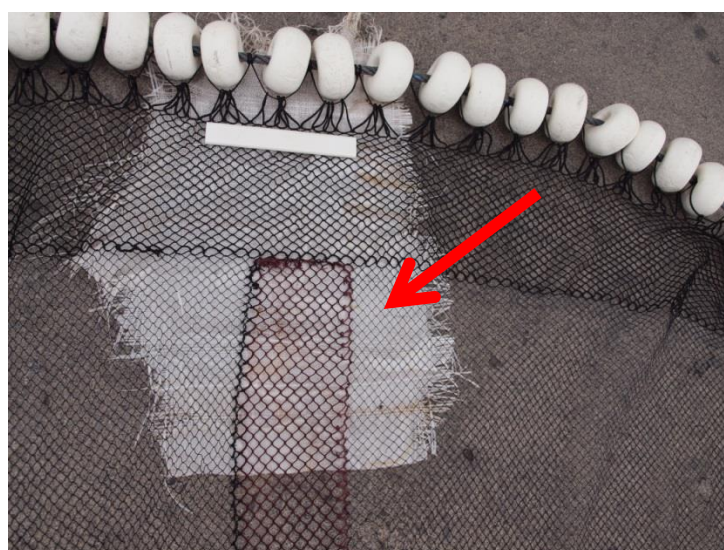
Para la caracterización se realizaron las siguiente labores:

- Se pidió permiso al puerto mercante de Bermeo para utilizar sus muelles debido a gran superficie necesaria
- Se desembarcó la red al muelle
- Se extendió la red sobre el muelle
- Se midieron la longitud de las relingas de corcho y de plomo

- Se señalaron y calcularon los diferentes paños que conforman la red, estableciendo las dimensiones de cada paño y las características de cada malla
- Se definieron las cuñas y los cortes de la red tanto en el cuerpo como en los puños



Trabajos de caracterización de la red de cerco sobre uno de los muelles del puerto de Bermeo.



Refuerzo vertical (señalado por la flecha) que recorre todo el paño de la red desde la relinga de corchos a la relinga de plomos.

MONITORIZACIÓN DEL ARTE DE CERCO

Como se ha comentado anteriormente es importante monitorizar la red de cada barco para que su uso sea el más correcto posible, más aún cuando se han implantado nuevos desarrollos tecnológicos.

Ni el objeto ni las posibilidades de este proyecto contemplan la monitorización de un arte de cerco en la mar, sin embargo teniendo en cuenta que cualquier barco que se quiera optimizar la operativa de su red y sobre todo, cualquier barco que empiece en esta modalidad o ha introducido cambios en la maniobra, nuevas tecnologías, debería hacerlo, describimos a continuación como debería ser este proceso

Los estudios tecnológicos de los artes de pesca (para mejorar un diseño con un nuevo prototipo o simplemente para caracterizar su funcionamiento y rendimiento) engloban en conjunto 5 tecnologías que son las siguientes: simulación por ordenador, estudios con modelos a escala en canales hidrodinámicos, monitorización del arte de pesca real mediante sensores acústicos, pescas comparativas y observación submarina.

La simulación por ordenador es la metodología preliminar que sin necesidad de trabajo de campo permite conocer los parámetros fundamentales del rendimiento de la red de cerco, como son la profundidad real de trabajo (en metros), la velocidad de caída de la red (en metros/minuto) y las tensiones en distintos puntos de la red (en kilogramos).

Las fases de la aplicación de esta metodología son: a) caracterización con el máximo detalle del arte de cerco: materiales, malleros, flotabilidad, peso, etc. (figura 1), b) realización de un plano detallado en la aplicación de diseño (figura 2) y c) realización de la simulación en la aplicación de simulación en diferentes condiciones de corrientes, velocidad de largado y cierre de la jareta (figura 3).

Una vez se lleva a cabo la campaña real de pesca, se puede realizar la simulación por ordenador de la red de cerco en las diferentes condiciones de cada lance de pesca real, teniendo en cuenta la fuerza y dirección de las tres capas de corrientes existentes y las condiciones reales del largado y virado de la red, obteniendo la

velocidad de caída y profundidad de trabajo reales en cada uno de los lances de pesca realizados.

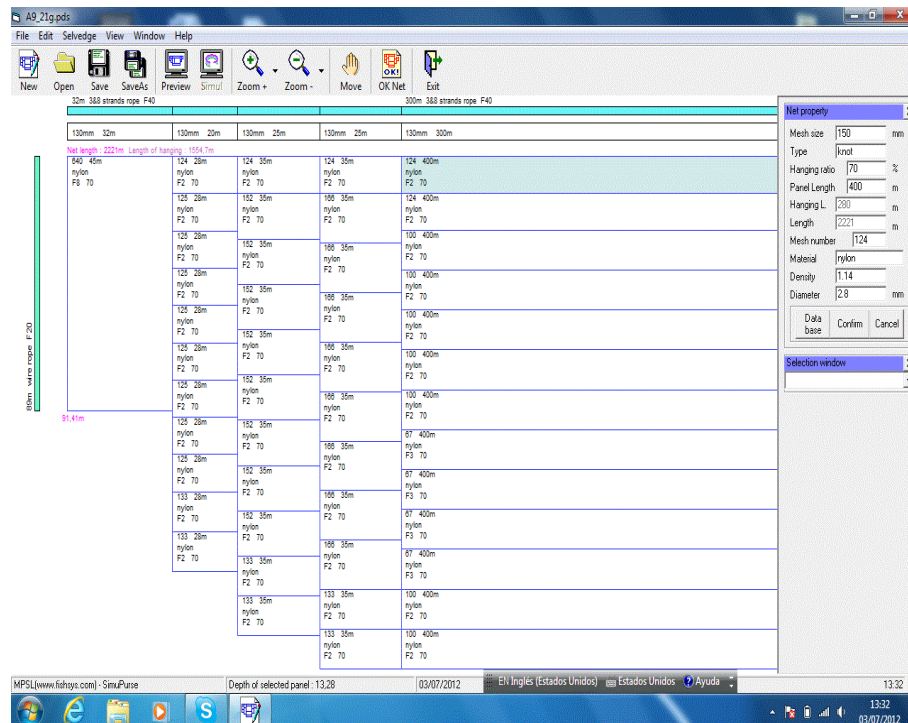


Figura 1. Introducción de los datos de la red en la aplicación de diseño.

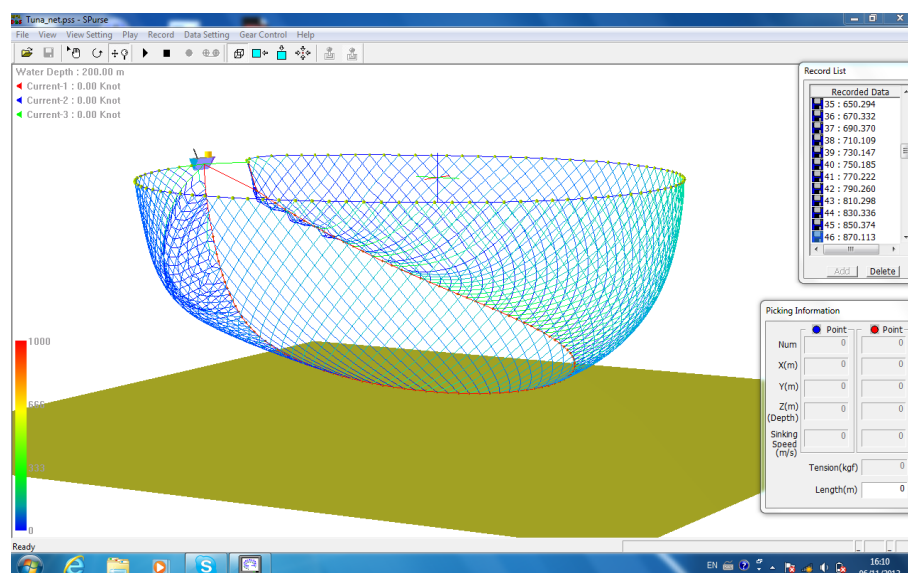


Figura 2. Foto fija de la simulación de la red de cerco.

La disposición y geometría de artes activos (y el arte de cerco es uno de ellos), así como las resistencias y fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre los mismos se pueden estimar mediante el cálculo de una serie de parámetros que se obtienen a través de una instrumentación de medida específica (sensores). Dicha instrumentación se complementa con la instrumentación de navegación propia del buque pesquero utilizado en el trabajo de campo.

AZTI-Tecnalia dispone de un completo equipo de monitorización NKE que incluye 9 sensores SP2T600-PR que miden y registran la profundidad y la temperatura (la frecuencia de muestreo elegida es de 1 segundo). Su utilización permite conocer los dos parámetros fundamentales de un arte de cerco: la profundidad de calado y la velocidad de caída de la red. El equipo lo completan un Data Pencil Radio (que lleva a cabo la comunicación radio con los sensores a 57.600 bauds) conectado a un PC y el software Winmemo v1.28 que controla todas las operaciones (configuración de sensores, parada y arranque de la medida y visualización de ésta).



Equipo NKE de monitorización de la red de cerco.

Aparte de la protección plástica amarilla que llevan los sensores a los que se colocan en la relinga de plomos se les coloca un protector metálico forrado con paño de red y a los que se colocan en el paño de la red únicamente se les pone el forro de paño. La

posición de los sensores en la red es conocida perfectamente y de antemano, ya que la red de cerco se caracteriza previamente. Para los sensores ubicados en la relinga de plomos las anillas sirven como guías de su posición y para los colocados en el paño de la red son de gran ayuda los refuerzos que atraviesan verticalmente el cuerpo de la red en distintas partes de la misma. Además, uno de los sensores NKE de la relinga de plomos se coloca al lado del sensor Simrad PI de profundidad que utiliza rutinariamente el buque, con objeto de contrastar y validar las mediciones.

Con la información proporcionada por los sensores NKE se preparan diferentes gráficos para cada uno de los lances de pesca, lo que proporciona la monitorización de la dinámica del paño de la red a través de toda la columna de agua y de la relinga de plomos (figura 3).

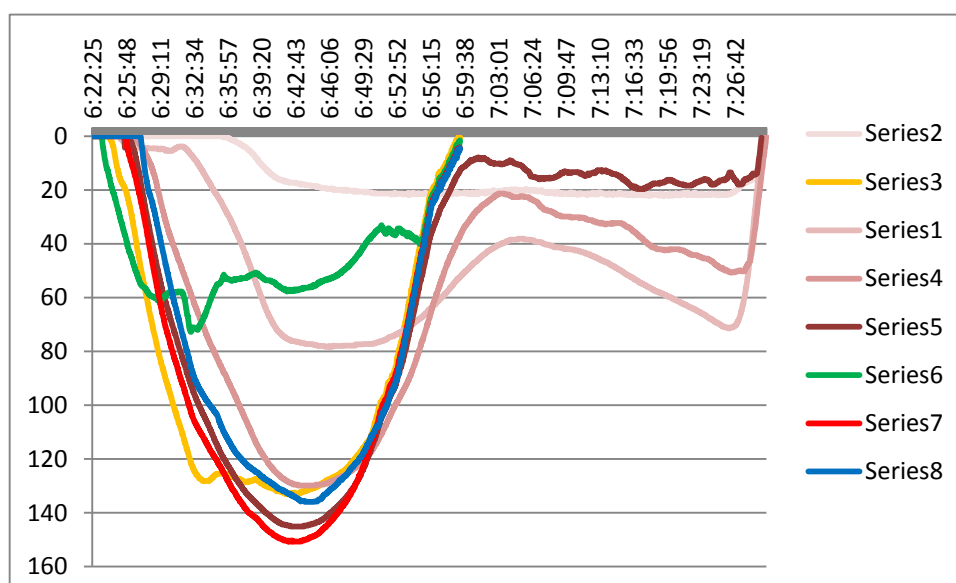


Figura 3. Ejemplo de gráfico de monitorización de la red de cerco mostrando la profundidad de los distintos sensores a lo largo del tiempo.

4.2.1.5. Equipamiento y Maniobra de pesca “ideales” en un buque de cerco de pequeño porte

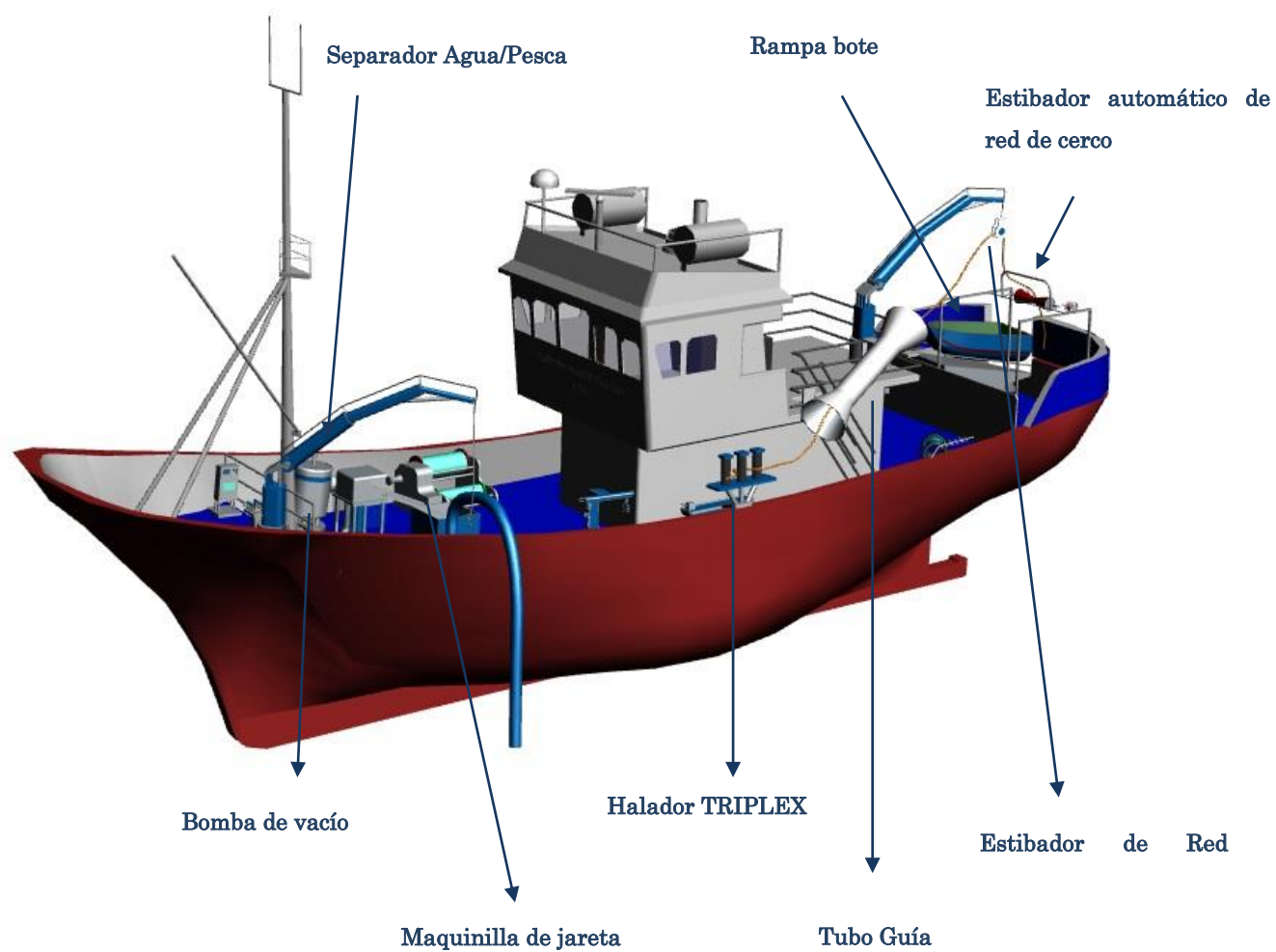
Teniendo en cuenta la vigilancia tecnológica, la operativa y las tecnologías implantadas a día de hoy en barcos de cerco de bajura de Euskadi y la experiencia de los técnicos de pesca de AZTI, pasamos a detallar cual es el resultado del estudio de un barco de cerco tradicional del tamaño txikiaundi, con una equipamiento y una operativa “ideal”.

En este sentido sólo se ha tenido en cuenta la parte técnica y la posibilidad de adaptar tecnologías a estos barcos, no así su coste, ya que a día de hoy podría resultar demasiado caro para reformar un buque tradicional y consideramos sería bastante más barato equipar sólo parcialmente con los equipos que más influencia tienen en la mejora de la maniobra. Sin embargo en el hipotético caso de fabricación de un nuevo barco de cerco de estas dimensiones, pensamos que se debería considerar seriamente el planteamiento de buque, equipos y maniobra que se describe a continuación.

Aunque cada barco es diferente y las necesidades de tripulación podrían variar, consideramos que un barco montado con este diseño y equipos, podría trabajar perfectamente con una tripulación total de 6 personas. Esto es muy importante para los txikiaundis que hasta ahora operaban con 5 ó 6 personas. Este montaje permitiría que el barco no tuviera que incrementar el número de tripulantes con respecto a los oficios “sin cerco” manteniendo el reparto de las ganancias por la pesca de bonito a cacea, igual para los tripulantes. A día de hoy, los últimos txikiaundis que han comenzado a trabajar con la red de cerco enrolan de 9 a 10 tripulantes en vez de los 5 ó 6 habituales. Esto, teniendo en cuenta que el reparto para la tripulación es siempre del 50%, afecta negativamente a las ganancias de los tripulantes en la campaña de bonito a cacea.

Aunque este diseño se ha realizado para operar con menos tripulación, es perfectamente válido para barcos de cerco más grandes que no necesiten mantener gran número de tripulantes a lo largo del año.

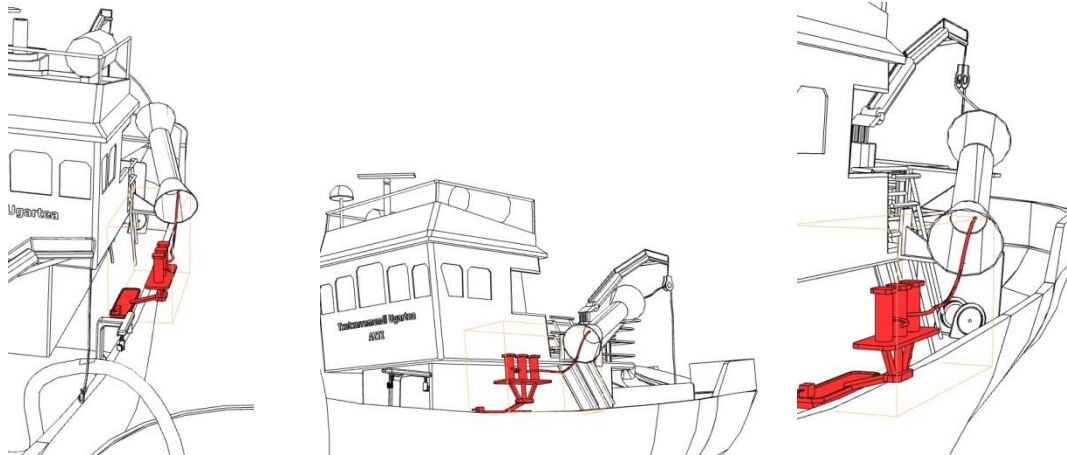
El diseño de barco de cerco realizado por los técnicos de AZTI, automatizado, adaptable a la flota vasca y que puede operar con pocos tripulantes es el siguiente:



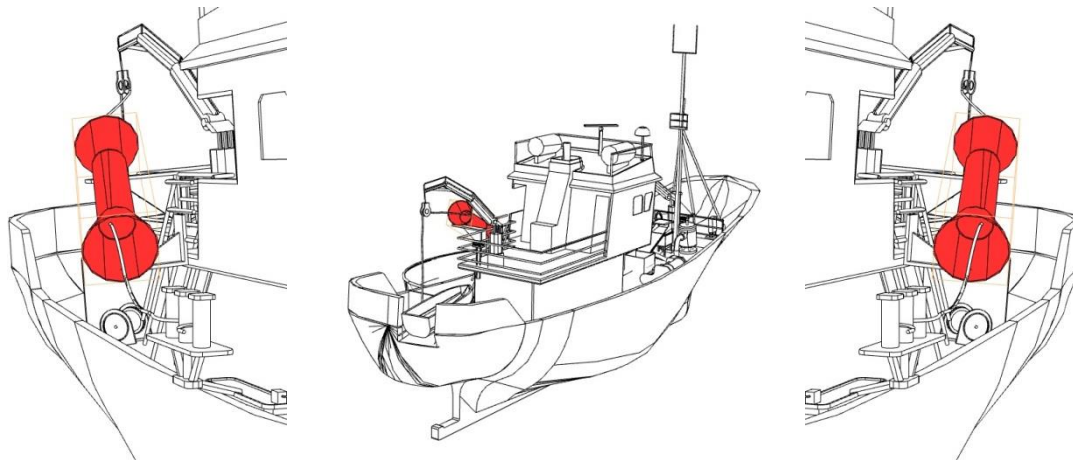
Fuente: AZTI

Individualmente consta de los siguientes equipos:

Halador de rodillos fijo sobre cubierta TRIPLEX

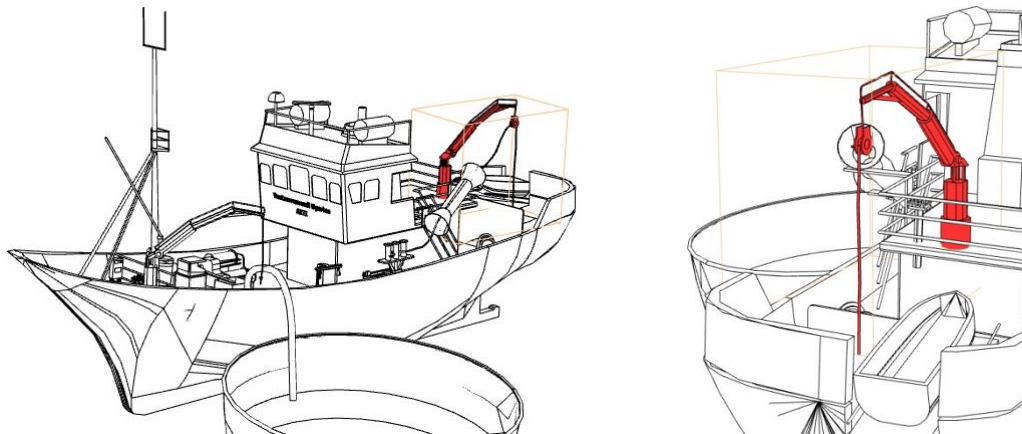


Tubo Guía

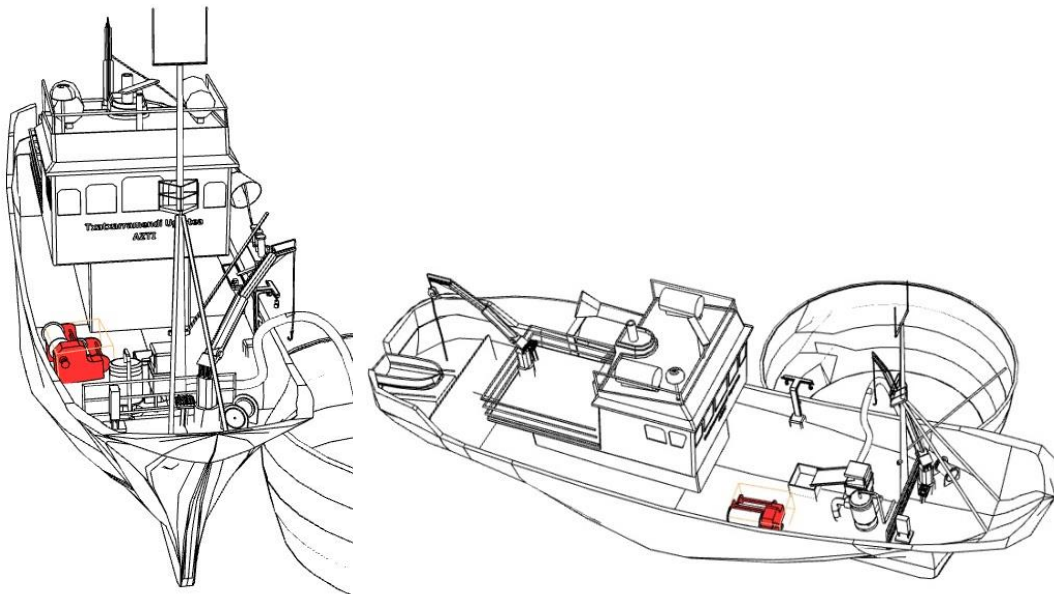


Fuente: AZTI

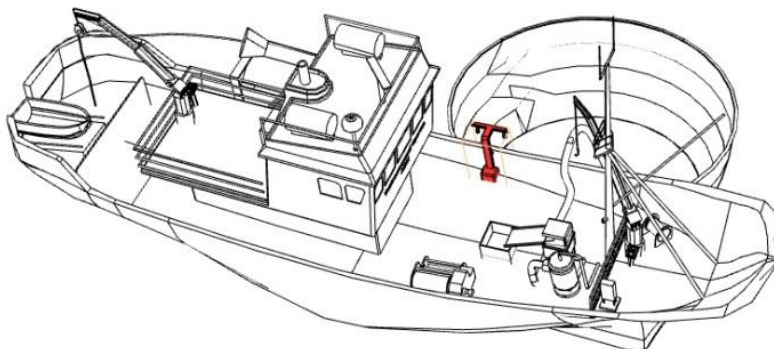
Estibador de Red



Maquinilla de Jareta

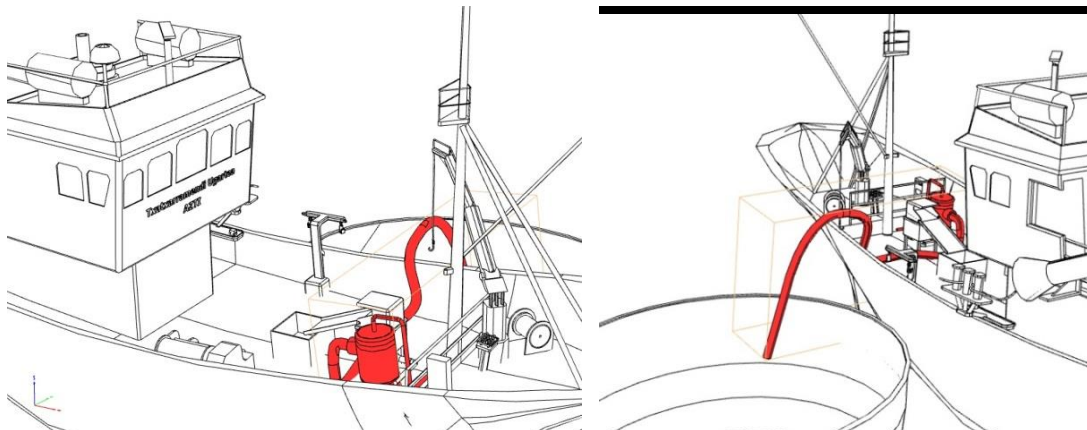


Pescante abatible

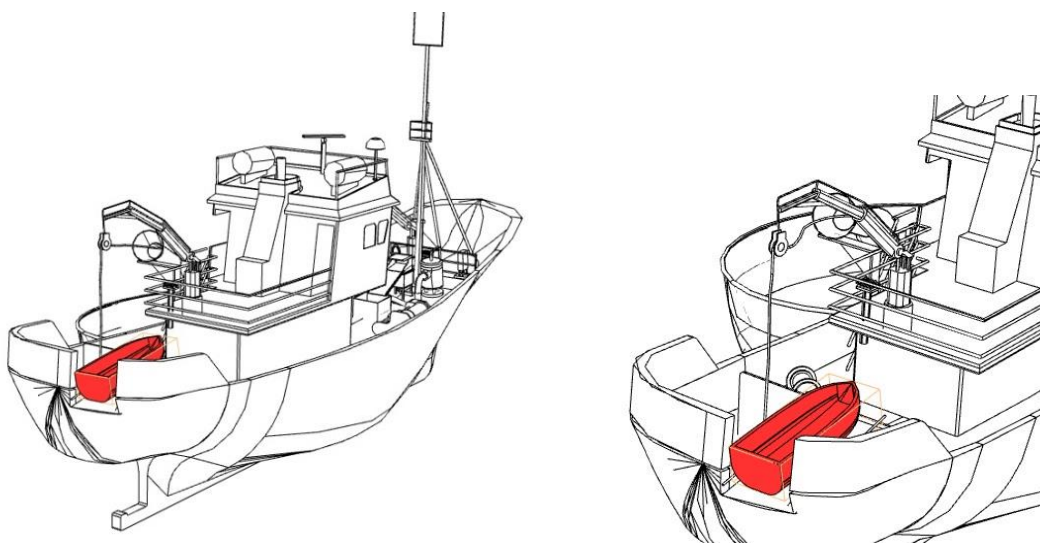


Fuente: AZTI

Bomba de vacío/presión vertical

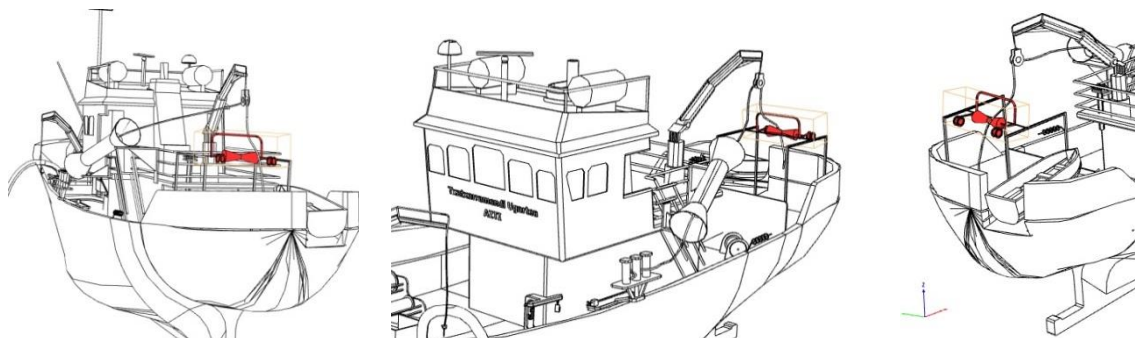


Rampa bote auxiliar popa



Fuente: AZTI

Estibador automático de Red cerco



Fuente: AZTI

El estibador automático de red de cerco no existe actualmente en el mercado, pero considerando otro tipo de sistemas similares que ya existen, como el estibador automático de redes de enmalle o los haladores-estibadores individuales de relingas de corcho y plomo, es plausible pensar que si hay necesidad de él, podría ser técnicamente viable un nuevo desarrollo, en el corto-medio plazo y muy interesante para el sector.

4.2.2 Palangre

Se entiende por palangre de fondo un aparejo de anzuelo, fijo al fondo, que consta de una línea madre horizontal de la que penden brazoladas verticales, a las que se empatan los anzuelos. En los extremos y a lo largo de la línea madre van dispuestos los necesarios elementos de fondeo y flotación, que permiten mantener los anzuelos a las profundidades convenientes. Las especies objetivo principales son la merluza y otras especies demersales.

4.2.2.1. Maniobra y equipamiento actual

Hemos cogido como referencia de maniobra actual o tradicional, la que han estado utilizando hasta la ejecución de este proyecto, los barcos que trabajan el palangre de merluza en Bermeo. Principalmente porque se considera una maniobra muy tradicional con potencial de mejora. Esto no quita que pueda haber algún barco vasco de bajura, muy especializado en la pesca de palangre a lo largo de todo el año, que pueda utilizar otro tipo de maniobra y tecnología más avanzada. Sin embargo se ha considerado trabajar con el primer grupo ya que consideramos que son los que más campo de mejoras presentan y a los que más puede ayudar este proyecto. Independientemente de esto, los resultados pueden ser aprovechados por cualquier tipo de barco que pesque a palangre.

HALADOR DE PLATOS

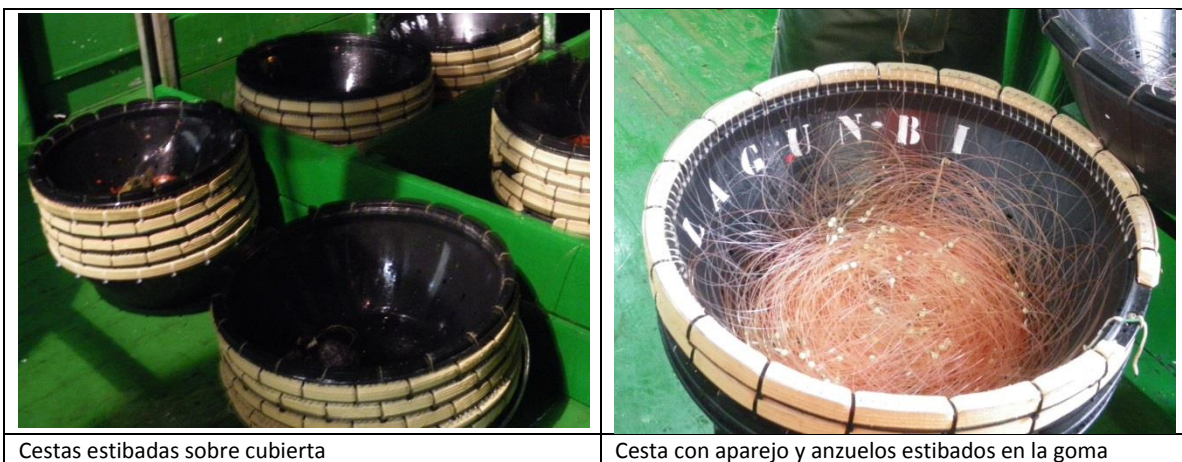
El tradicional halador de platos es un equipo fuerte y resistente que puede ser utilizado para virar cabos o palangre. Es una máquina eficaz en el virado y fácil de manejar, lo que ha hecho que aun siendo un diseño y una tecnología que tiene muchos años, se siga utilizando. La principal desventaja de este equipo es que necesita ser operado por dos hombres. Un hombre recoge la puntera antes de entrar al halador y la pasa por encima para que el anzuelo no se agarre entre los platos, el segundo hombre se sitúa por detrás del halador y tiene que tirar de la madre ya que los platos por si solos no pueden virarla. Esta es la gran desventaja de este equipo ya

que incrementa la necesidad de tripulantes, los nuevos diseños de haladores sólo necesitan un hombre para realizar el mismo trabajo que el halador de discos con dos.



CESTAS/CANASTOS TRADICIONALES

El aparejo se suele estibar en cestos unos 70cms de diámetro con una goma que rodea el borde de forma que los anzuelos se pueden enganchar en la goma quedando la madre y las punteras dentro del cesto.



Se suelen utilizar las cestas a lo largo de toda la maniobra:

En el virado:

- Para virar el aparejo directamente desde el halador, en secciones de 25 anzuelos. Cada 25 anzuelos que se viran en la cesta, se desengancha esa sección de madre, el cesto con los 25 anzuelos pasa a la zona de recestado y se continua virando en otra cesta los 25 siguientes anzuelos.



- Recestado: los 25 anzuelos separados de la madre se van pasando a otra cesta, bien estibados y arreglando los posibles desperfectos como punteras enredadas o rotas y empachos. En esta nueva cesta se vuelven a enganchar una con otra las diferentes secciones de palangre de 25 anzuelos hasta completar 100 anzuelos que quedan desenredados, ordenados y listos para largar.



Marineros recestando

Patrón recestando a la vez que dirige la embarcación

El recestado es una operativa utilizada y posiblemente heredada de los grandes barcos palangreros de altura con gran número de tripulantes, a los que este sistema les es eficaz, ya que disponen de bastante tripulación que se puede dedicar a arreglar los aparejos mientras se viran las secciones de 25 anzuelos. Para el aparejo de merluza que utiliza monofilamentos finos tanto en la madre y más aún en las punteras, este sistema tan simple, a día de hoy no ha podido ser superado en los grandes barcos palangreros de altura por ninguna tecnología/maquinaria, eso sí, a costa de necesitar un elevado número de tripulantes que realizan mucho trabajo manual en jornadas laborales muy largas.

Centrándonos en los palangreros de bajura y más concretamente en un txikiaundi tipo de 5 tripulantes, el recestado implica tener a toda la tripulación (incluyendo el patrón) en esta operativa ya que hay que volver a pasar todo el palangre dos veces a las cestas, duplicando todo el trabajo. Ello imposibilita que los marineros puedan hacer y adelantar otros trabajos como el eviscerado y que el patrón pueda estar en el puente maniobrando el barco y vigilando la navegación.

Consideramos el recestado como una de las tareas claves a eliminar para mejorar la operativa y el confort laboral de la tripulación para ello, hay que conseguir virar y dejar el aparejo desenredado y arreglado todo de una vez.

En el largado:

- Se colocan las cestas en la zona de largado sobre la mesa, enganchadas unas con otras y se van soltando los anzuelos de las gomas y encarnando las sardinas, a medida que la línea madre que sale por la popa lo demanda.



MESA DE LARGADO

La mesa de largado es una plataforma, normalmente de madera, que dispone de orificios grandes en los que se introducen y encajan las cestas. Impide que las cestas se muevan por efecto del balance y las mantiene a una altura adecuada para largar el aparejo



Previamente al resultado obtenido en las pruebas las pruebas, era plausible pensar que la operativa de encarnar a la vez que se larga el aparejo, difícilmente puede

igualar la velocidad de largado si el aparejo está ya encarnado. Aunque se largue el aparejo con dos hombres experimentados y coordinados a la vez. Hay que reconocer que con este sistema se evita el tiempo y el trabajo de encarnado cuando este se hace de forma previa, pero teniendo en cuenta todas las fases, con el sistema tradicional sólo pueden encarnar dos hombres a la vez. En cambio encarnando previamente, toda la tripulación puede dedicarse a encarnar. Por otro lado encarnar previamente es más seguro ya que se reduce enormemente la posibilidad de que los marineros que largan pueden resultar dañados por los anzuelos.

Consideramos cambiar la operativa de encarnado en el momento por el encarnado previo como un cambio que puede mejorar la operativa y el confort laboral de la tripulación.

MESA DE RECESTEADO

La mesa de recesteado suele estar situada en una zona despejada de la zona de virado pero lo suficientemente cerca como para no tener que trasladar las cestas mucha distancia. Se debería situar a una altura tal que permita a los marineros apoyar las cestas y pasar el palangre de una cesta a otra en la postura más ergonómica y segura.



Trabajando sobre la mesa de recesteado

ADUJADOR DE CABO DE BOYAS INTERMEDIAS

Las boyas intermedias se utilizan para darle mayor estabilidad al palangre además de como sistema de seguridad para localizar y virar el palangre cuando este se rompe. Evitando tener que navegar hasta las balizas de las puntas que pueden estar muy alejadas. Las boyas intermedias pueden tener una gran cantidad de cabo que se debe adujar sobre la propia boya. Este trabajo antes manual, suponía un gran esfuerzo, ya que el peso y el tamaño de la propia boya hacen dificultoso y muy pesado el adujado. Actualmente, prácticamente todos los barcos utilizan un equipo mecánico en el que se encaja la boya (de forma cilíndrica) y los hace virar sobre sí mismo, haciendo que el cabo quede adujado de forma mecánica.



4.2.1.2. Vigilancia tecnológica

PALANGRES NO AUTOMATIZADOS (MONOFILAMENTO)

No se ha identificado ningún equipo automático que pueda operar con garantía probada en la mar los aparejos de monofilamento fino y punteras largas de alrededor de 1.5 metros que utilizan nuestros barcos para pescar merluza.

A continuación se muestran los sistemas no automatizados que de entre todos los que se han detectado en la vigilancia, mejor se adaptan a nuestro aparejo.

Cajón cuadrado giratorio de segmentos desmontables

Utilizado en Iparralde en puertos como Donibane Lohizune desde hace ya bastantes años. Para embarcaciones de tipo medio a pequeño, utilizan un solo cajón o un par de ellos según el tamaño del barco. Las grandes dimensiones del cajón permiten acumular muchos aparejo dentro, para que puedan caber todos los anzuelos se levantan varios segmentos desmontables, uno encima de otro, de forma que se puedan estibar varias filas de anzuelos por cada cajón.

Este sistema permite encarnar antes de largar el aparejo. Para largar se debe alzar el anzuelo encarnado de su zona de estibado y lanzarlo por la borda. El sistema giratorio permite que el marinero se sitúe siempre en la posición más cómoda facilitando un largado relativamente rápido.



Encarnando en el barco AGUR de Donibane Lohizune



Largando

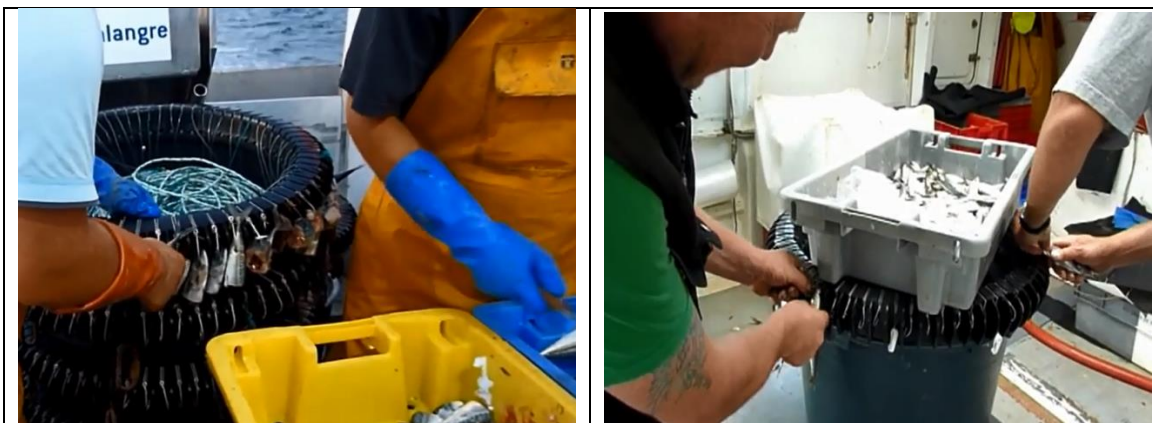
Para virar el aparejo, el tamaño del cajón permite además del marinero que vira y coloca los anzuelos en el cajón, otro marinero pueda ayudar a desenredar y arreglar punteras rotas, evitando el recesteado. Esto es operativo siempre y cuando el número de anzuelos empachados o rotos no sea alto y se puedan llevar a cabo los arreglos a la velocidad a la que se vira.



Virando

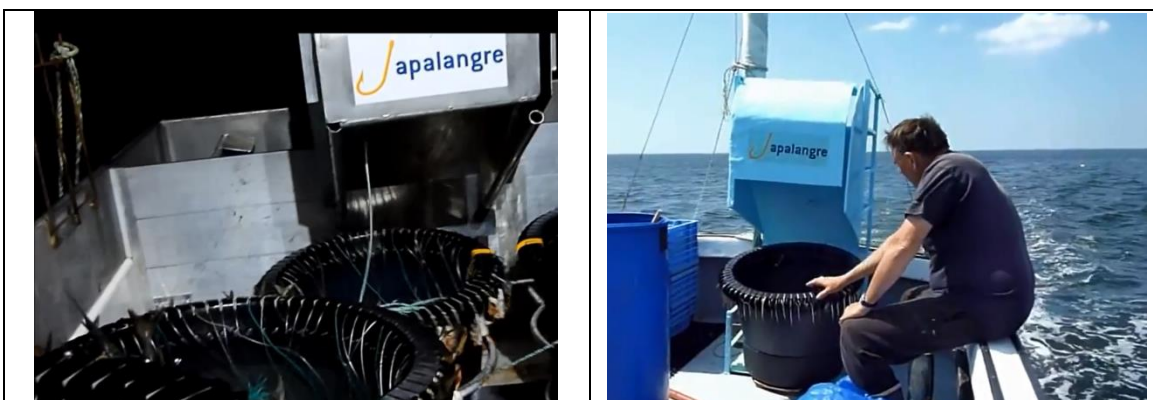
Japalangre y similares

Japalangre es el nombre comercial de un sistema francés que utiliza cestas más altas que las tradicionales con un diseño de goma tal que permite dejar los anzuelos encarnados.



Encarnando cestas de japalangre

Estas cestas se combinan con un artificio que permite que el aparejo y los anzuelos encarnados salgan por si solos en dirección vertical hacia arriba evitando latigazos de las punteras.



Largando con japalangre



Virando

Un sistema similar se utiliza en los países escandinavos también para el palangre de fondo.



Hemos incluido el *Japalangre* ya que por sus similitudes podría perfectamente ser válido para el aparejo de merluza que se utiliza en Euskadi, pero el sistema en si está más enfocado a la pesca artesanal con aparejo de palangrillo para lubina, por lo que podría ser una opción válida para este segmento de flota.



Virhydro

Virhydro es otra marca comercial francesa que utiliza un sistema de cestas muy similar al anterior y que se encarnan igual. Además la empresa lo señala como un sistema utilizado para el aparejo de palangre de merluza.



Sin embargo cambia el dispositivo de largado. Se puede largar directamente suspendido por la borda, con un sistema que permite que se pueda girar fácilmente con la mano.

También se pueden largar en tándem, situando las cestas en paralelo para no perder tiempo en el cambio de cestas. El aparejo puede salir por una canaleta común o directamente por la borda.



PALANGRES AUTOMATIZADOS

En la vigilancia tecnológica, no se ha encontrado ningún sistema de palangre automático que pueda operar con el palangre de monofilamento que en Euskadi se utiliza para la merluza.

En el caso de la marca OILWIND que anuncia que algunos de sus equipos pueden operar monofilamentos, se contactó con el servicio técnico. Esto confirmó que estos equipos podían manejar monofilamentos más gruesos y con punteras más cortas pero nunca el tipo de aparejo que nosotros utilizamos para la merluza.

Por otro lado en la marca Noruega MUSTAD, líder en Europa de sistemas automáticos para palangre, todos sus sistemas (el autoLine, etc) son para el palangre de bacalao, con madre de 5,5 mm y brazoladas muy cortas (no monofilamento). CETPEC (Centro Tecnológico de la Pesca de Galicia) probó en el Santiago Apostol una de las primeras versiones del sistema de Mustad que serviría para el palangre piedra-bola son las características que utilizamos en Euskadi (madre y brazoladas de monofilamento y brazoladas largas). Los técnicos del CETPEC nos han informado que según la pruebas del 2008 no funcionaba bien. En la primavera del 2011, MUSTAD y SINTEF (centro investigación marina de Noruega) se llevaron el prototipo a Noruega. Según lo que aparece en su web http://mustad-autoline.com/products/select_fish/; el sistema puede operar líneas de monofilamento y poliéster por encima de 3mm de diámetro y hasta 5.5 mm de diámetro. Hasta el momento no hay noticias de que estos equipos puedan trabajar con aparejos de las características de la piedra-bola para merluza, ya que además de no poder automatizar la operativa del aparejo, tienen problemas con el encarnado de sardina entera.

Independientemente de ello, no dejan de ser equipos muy válidos y operativos para otro tipo de palangres que también se trabajan en Euskadi y que pueden ser una alternativa, por ejemplo el palangre de fondo para congrio y por lo tanto se describen a continuación. Aunque es poco probable que cualquier tipo de palangre que opere la flota de bajura pueda amortizar en un tiempo razonable los costos de adquisición y mantenimiento de estos equipos.

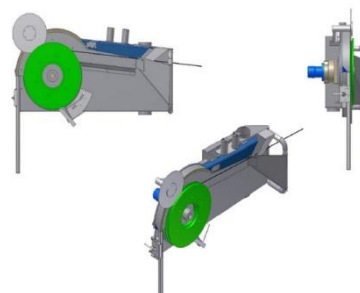
Existen variedad de marcas cada uno con sus diseños pero en el concepto son todos similares, por lo que para no extendernos demasiado cogeremos como referente la marca oilwind

Auto-longline system

OILWIND TYPE 23-12

Specifications:

Pull/Speed on sheaves:	900kg / 50 m. per min.
Hydraulic pressure:	200 bar
Hydraulic flow:	35 liters per min.
Water required:	30 liters per min.
Weight:	approx. 200kg

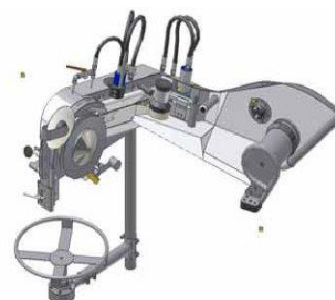


Autoline system

OILWIND TYPE 07-17

Specifications:

Pull/Speed on sheaves:	250kg / 94 m. per min.
Hydraulic pressure:	134 bar
Hydraulic flow:	25 liters per min.
Water required:	30 liters per min.
Weight:	approx. 109kg



Baiting system

OILWIND TYPE 27-03

Specifications:

Setting speed:	5-8 knots
Min. water flow:	30 liters per min.
Weight:	65 kg

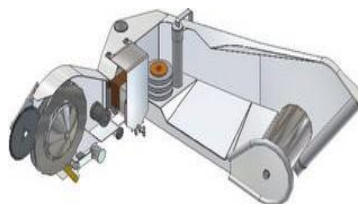


Combined Longlinewinch-Coiler-Sideroller-Stripper

OILWIND TYPE 07-15-2

Specifications:

Type: 07-15-160
Pull/Speed on sheaves: 150kg / 94 m. per min
Type: 07-15-200
Pull/Speed on sheaves: 250kg / 94 m. per min.
Type: 07-15-400
Pull/Speed on sheaves: 500kg / 94 m. per min.

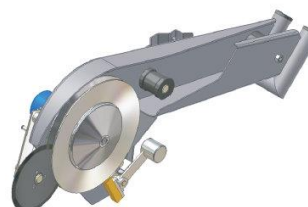


Combined Longlinewinch-Coiler

OILWIND TYPE 07-08

Specifications:

Type: 07-08-160
Pull/Speed on sheaves: 150kg / 94 m. per min
Type: 07-08-200
Pull/Speed on sheaves: 250kg / 94 m. per min.
Type: 07-08-400
Pull/Speed on sheaves: 500kg / 94 m. per min.
Weight: approx. 32 kg



Electric linerhauler-coiler

OILWIND TYPE 07-14

Specifications:

Pull	60 kgp.
Pulling speed	94 meters/min.
Avg. power use	5-6 Amp
Voltage	24 Volt
Weight	24 kg.



Standing line winch

OILWIND TYPE 07-21

Specifications:

Type: 07-08-160
Pull/Speed on sheaves: 150kg / 94 m. per min
Type: 07-08-200
Pull/Speed on sheaves: 250kg / 94 m. per min
Type: 07-08-400
Pull/Speed on sheaves: 500kg / 94 m. per min
Weight: approx. 32 kg

4.3 Diseño, desarrollo y valoración de prototipos

4.3.1 Cerco: Luces de seguridad para largado del cerco sin causar efecto de huida del pescado

Una de las características del cerco de bajura en el Cantábrico, es que se realiza normalmente de noche. Para evitar que las luces que alumbran el interior y la cubierta del barco puedan asustar al pescado que se intenta cercar, estas se suelen apagar en la maniobra de largado, manteniendo encendidas sólo las luces indispensables (posición y navegación).

En estas circunstancias las zonas de tránsito de la cubierta permanecen totalmente a oscuras. Aunque lo habitual es que no haya necesidad de que los tripulantes transiten por la cubierta a oscuras, pueden darse hechos circunstanciales que produzcan que los tripulantes tengan que desplazarse a oscuras por la cubierta con el consiguiente riesgo para la seguridad de los mismos.

En este proyecto se ha diseñado y evaluado una alternativa de sistema de iluminación que permita a los tripulantes tener suficiente iluminación por la cubierta, reduciendo el consiguiente riesgo, pero evitando un posible negativo sobre los cardúmenes de peces.

En este aspecto nos afectarán dos circunstancias, por un lado la capacidad visual del pez, la sensibilidad a la intensidad de la luz y a los colores; por otro lado la penetración de la luz en el agua.

VISION DE LOS PECES Y PENETRACIÓN DE LA LUZ EN EL AGUA

La información y figuras que se detallan en este punto tienen como origen las siguientes fuentes:

Juan Herrero J., Pérez R.M., 1997. La visión en los peces: fenómenos de plasticidad sináptica en la retina.

Sergei L. Kondrashev et al., 2012. Structure and spectral sensitivity of photoreceptors of two anchovy species: *Engraulis japonicus* and *Engraulis encrasicolus*.

Sergei L. Kondrashev et al., 2012. Three cone opsin genes determine the properties of the visual spectra in the Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* (Engraulidae, Teleostei)

Hoar W. S., Randall D. J., 1971. Fish Physiology. Sensory Systems and Electric Organs.

Bone Q., Marshall N. B., 1982. Biology of Fishes.

Kumar S., Tembhre M., 1996. Anatomy and Physiology of Fishes.

http://www.researchgate.net/publication/233971943_La_visión_en_los_peces_fenómenos_de_plasticidad_sináptica_en_la_retina

<http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-luz.pdf> Penetración de la luz en el agua: Segunda parte Parámetros físico-químicos: luz

<http://es.wikipedia.org>

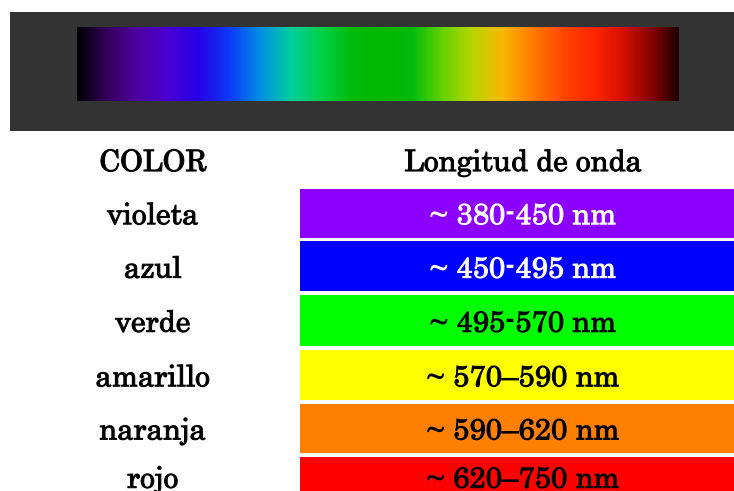
a) Como ven los peces

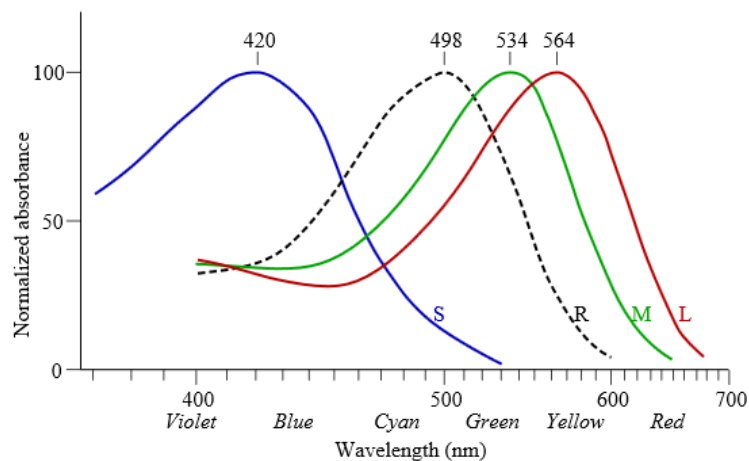
La fisiología del ojo de los peces es diferente a la de las personas y también lo es la capacidad de percibir la luminosidad y los colores, incluso hay diferencias entre especies de peces.

La retina es la parte más sensible del ojo y está compuesta de varias capas de tejidos. Una de las capas contiene dos tipos de células visuales denominadas “conos” y “bastones”. Los bastones se encargan de detectar la intensidad de la luz, mientras los conos distinguen la longitud de onda (color). La visión de los peces es un proceso que implica reacciones sensitivas de los pigmentos de los conos y bastones a la luz (Kumar S., Tembhre M., 1996).

A pesar de que el espectro de luz es continuo y por lo tanto no hay vacíos de longitudes de onda entre uno y otro color, para establecer la longitud de onda correspondiente a cada color, está asumida la siguiente distribución (figura 4).

Figura 4: Longitudes de onda correspondientes a cada color

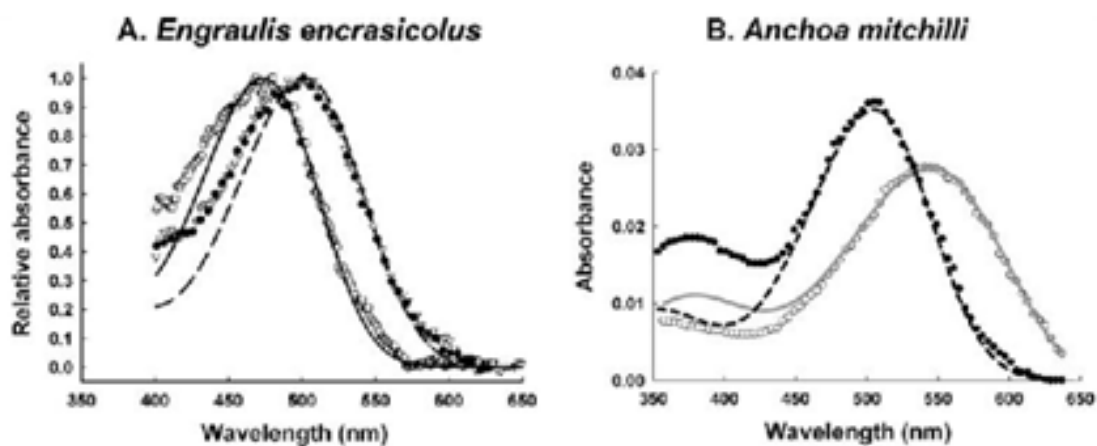




Para establecer qué color de luz podría ser el que menos afecta a las capturas en la pesca con cerco en Euskadi, consideraremos la capacidad de percibir cada color de las dos especies más significativas para esta modalidad: la anchoa y el verdel.

En la figura 5, se relaciona la absorbancia relativa a cada longitud de onda en el caso de la anchoa (*Engraulis encrasicolus*).

Figura 5: Espectro de absorbancia de los fotorreceptores de la anchoa



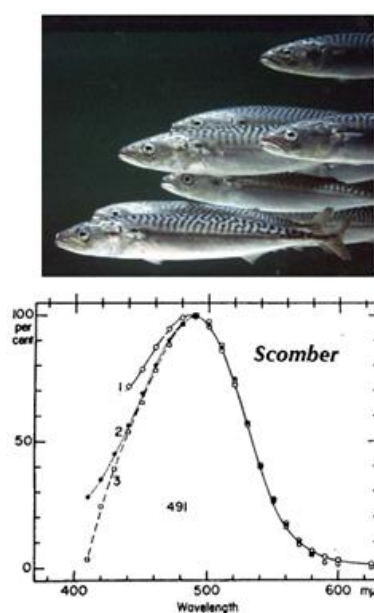
Podemos ver que para este caso, los niveles del espectro de absorbancia para cada color (longitud de onda) de los conos de la retina de la anchoa, serían:

- Niveles de absorción **altos**, desde 425 a 525 nm: **violeta**, **AZUL**, **verde**
- Niveles de absorción **medios**, desde 400 a 425 y desde 525 a 550nm: **VIOLETA**, **VERDE**
- Niveles de absorción **bajos**, desde 550 a 600 nm: **verde**, **AMARILLO**, **NARANJA**, **rojo**
- Niveles de absorción **muy bajos**, por encima de 600nm: **ROJO**

Para valorar la otra especie más importante en las costeras de cerco, el verdel (*Scomber scomber*), cogeremos como aproximación al macarel (estornino, *Scomber japonicus*). Según curva mostrada en la figura 6, que relaciona en % el nivel de sensibilidad de sensibilidad visual para cada longitud de onda:

Podemos apreciar que también son el azul (de 450 a 490 nm) y el verde (de 495 a 570) los dos colores que producen mayor sensibilidad visual; siendo el naranja (de 590 a 620 nm) y sobre todo el rojo (de 620 a 750) los que de menor sensibilidad visual.

Figura 6: Curva de sensibilidad visual del *Scomber japonicus* (macarel)



Teniendo en cuenta la capacidad de los conos de la retina de la anchoa y el verdel para absorber las diferentes longitudes de onda que conforman los colores se puede deducir que el azul y el violeta serán colores que pueden ver y distinguir más fácilmente y que el naranja y el rojo serán los colores que distinguirán con más dificultad.

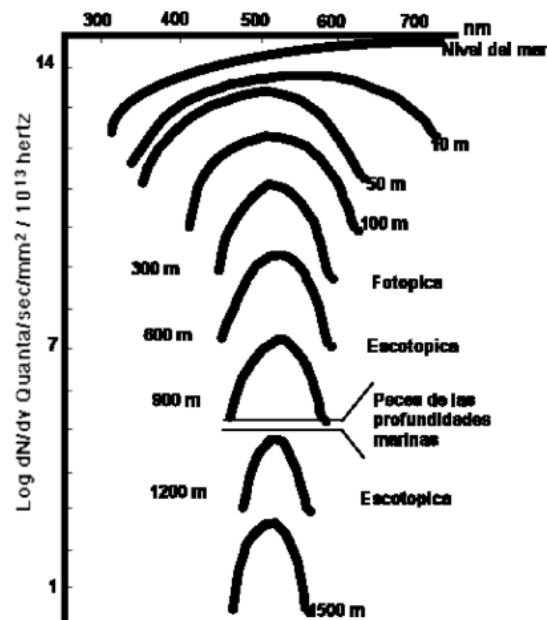
El pez es capaz de detectar todos los colores, para ello algunos colores (rojo y naranja) deberían tener más intensidad de luz que otros (azul y verde). Por tanto podemos pensar que a iguales intensidades de luz, el pez podrá detectar más fácil el color azul y el verde que el color rojo o el naranja. Ya que parece razonable pensar que existirá un umbral de intensidad de luz, en el que el pez podría detectar los colores azul y verde pero no así el rojo y el naranja.

Sin embargo para la seguridad de la navegación conviene no utilizar el color rojo para alumbrar zonas del barco, ya que podría causar confusión a otros barcos con la luz de señalización de babor, por lo que se aconseja utilizar el color naranja.

b) Penetración de la luz en la agua

En la transmisión de la luz, existen importantes diferencias entre el medio aéreo y el acuoso. Mientras que el aire es incoloro, a la distancia y densidad normales, el agua más pura actúa como un fuerte filtro selectivo (figura 7) que elimina los rojos y amarillos desde las zonas superficiales (Bunt, 1991). El color azul profundo de algunas aguas se debe, precisamente, a esta propiedad. La absorción que la luz sufre en el agua, se debe, en parte, al agua misma, la cual transmite mejor a 475 nm; y en parte, se debe a las partículas en ella disueltas que absorben radiaciones de longitudes de onda cortas. La reflexión de los rayos luminosos por moléculas y partículas más pequeñas que una longitud de onda, contribuyen también a azular el agua ya que la luz con longitud de onda del azul, es más reflejada que luces con longitudes de onda mayores. Por el contrario, muchas aguas, habitualmente son turbias pudiendo alcanzar el nivel de opacidad, debido a la presencia de partículas suspendidas que pueden tanto absorber como reflejar la luz.

Figura 7: Espectro de radiación luminosa en relación con la profundidad



Cambios del espectro de radiación luminosa en relación con la profundidad del agua (El ejemplo corresponde al agua del tipo I de la clasificación de Jerlov). Se observa un claro corte a nivel de las radiaciones de longitudes de onda largas y un marcado y progresivo estrechamiento del espectro luminoso al aumentar la profundidad (Inspirado en Jerlov, 1976)

La penetración de la luz en el agua sufre una marcada atenuación de su intensidad así como un importante cambio en sus cualidades espectrales, todo ello debido, en parte, a los fenómenos de absorción y dispersión. La intensidad de la luz que penetra en el agua, decrece rápidamente con la profundidad (Muntz, 1990). En aguas claras, con longitudes de onda de máxima transmisión, la intensidad se reduce unas 0,8 unidades logarítmicas por cada 100 m de profundidad (Clarke y Denton, 1962), mientras que en aguas muy turbias, como ocurre en el Amazonas, puede decrecer hasta 10 unidades logarítmicas en una profundidad de 2 m (Muntz, 1982). La proporción de la disminución depende del denominado coeficiente de atenuación que a su vez depende de las propiedades de absorción y dispersión del agua (Muntz, 1990).

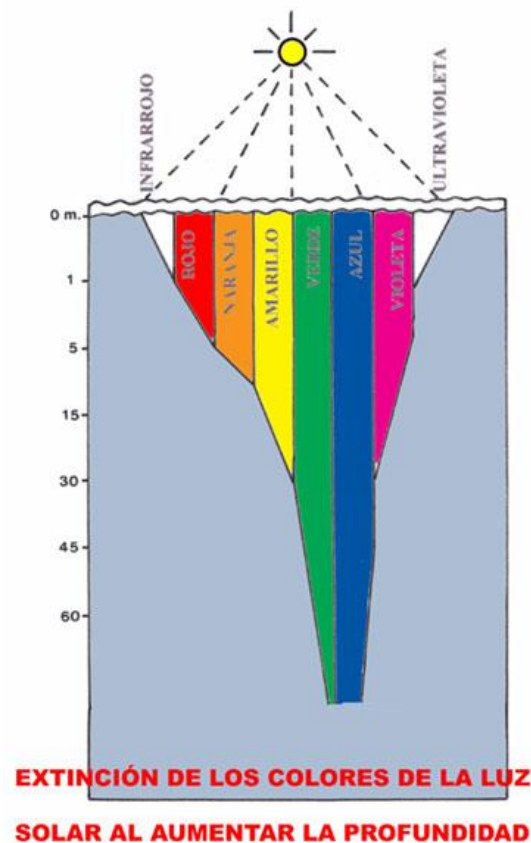
La dispersión también puede darse en aguas puras siendo la luz dispersada fundamentalmente de longitudes de onda corta (Born y Wolf, 1970). El agua pura tiene la máxima transmisión luminosa (mínimo coeficiente de atenuación) en la región de los 460 nm y decrece para las longitudes de onda cortas y largas. En ella, el coeficiente de absorción es pequeño, de tal forma que el color azul del agua pura es solamente obvio para largos trayectos (profundidades de agua) de la luz. Las aguas naturales raramente son puras, con excepción del "Cráter Lake" en Oregón que presenta características próximas al agua pura (Tyler, 1965). En aguas naturales, la dispersión para pequeños ángulos, afecta al componente espectral de pequeñas longitudes de onda. Para ángulos de dispersión grandes, las longitudes de onda pequeñas, son dispersadas más intensamente.

Hay aguas que contienen cantidades variables de absorbentes y dispersantes que tienden a darle al agua una coloración rojiza. Así, las aguas costeras son más turbias, debido a que poseen diferentes tipos de sustancias en suspensión como humus, materiales de arrastre, fitoplancton, etc. Su máxima transmisión la hacen en el orden de los 575 nm. La presencia de partículas coloreadas en el agua puede restringir el espectro luminoso que penetra a una determinada profundidad por lo que todos estos productos en suspensión, influyen el color del agua, fundamentalmente al dispersar la luz.

Los fenómenos de fluorescencia y de bioluminiscencia también pueden influir en el color del agua (Loew y McFarland, 1990)

La figura 8 muestra el esquema general de filtrado de las diferentes longitudes de onda (color) de la luz solar al penetrar en el agua de mar

Figura 8: Perfil de penetración de luz a través de la columna de agua en función de las profundidades



El perfil de penetración vertical de la luz incidente siempre refleja una reducción exponencial. No obstante, la profundidad máxima a la que se puede registrar el 1% de la luz incidente varía de un cuerpo de agua a otro.

De lo anterior se deduce que el azul es el color que es visible a más profundidad, al contrario que el rojo que será el color que más rápidamente desaparece con la profundidad. Lo que permite pensar que coincide plenamente con la capacidades del ojo de los peces.

Por lo tanto parece plausible que si el objetivo es utilizar luces y colores que afecten lo menos posible a los peces, hay que evitar los colores más cercanos al azul y utilizar colores de luz más cercanos al rojo.

LEGISLACIÓN APLICABLE

Ni en el estado español, ni en el ámbito de la Unión Europea o de los EE.UU., existe legislación de obligado cumplimiento para los buques de pesca con respecto a la iluminación. El estudio de la normativa de referencia nos indica lo siguiente:

El **RD 1216/1997** establece las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para Buques de Pesca de eslora igual o superior de 15 m y, aunque menciona los requisitos mínimos de iluminación, es muy general

RD 1216/1997

8. Iluminación natural y artificial de los lugares de trabajo

1. Los lugares de trabajo deberán, en la medida de lo posible, recibir luz natural suficiente y estar equipados con una iluminación artificial adecuada a las circunstancias de la pesca y que no ponga en peligro la seguridad y la salud de los trabajadores ni la navegación de los demás buques.
2. Las instalaciones de iluminación de los lugares de trabajo, escaleras, escalas y pasillos deberán colocarse de manera que el tipo de iluminación previsto no presente riesgos de accidente para los trabajadores ni obstaculice la navegación del buque.
3. Los lugares de trabajo en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a correr riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de emergencia de intensidad suficiente.
4. La iluminación de emergencia deberá mantenerse en condiciones de funcionamiento eficaz y se probará periódicamente.

El **RD 1032/1999** establece las Normas de Seguridad para Buques Pesqueros de eslora igual o superior a 24 m y el RD 1422-2002 lo modifica, pero no hace referencia a mínimos o recomendaciones de iluminación

Tampoco se especifica ninguna obligación, ni establece referencia alguna sobre buques de pesca la Agencia de Seguridad y Salud Laborales (**OSHA**, Occupational Health and Safety Administration), que en su artículo '29 CFR 1915.92' tan solo incluye las condiciones generales de iluminación en el trabajo en el sector naval ubicado en tierra: reparación de buques, construcción naval y desguace de barcos.

Basándonos en el mismo criterio establecido por el capitán de la Marina Mercante y profesor de la Universidad de A Coruña, Julio Louro Rodríguez, en su artículo para la revista Marina Civil nº 86⁴, la norma que podemos tomar como referencia será:

El **RD 486/1997** sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, aunque el propio Real Decreto, en el punto 2.d) del artículo 1, excluya explícitamente la obligación de su cumplimiento en los buques de pesca.

RD 486/1997

Anexo IV: Iluminación de los lugares de trabajo

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- a. Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- b. Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

2. Siempre que sea posible los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por si sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

⁴ “La propia Comisión reconoce que la legislación comunitaria en materia de seguridad y salud laboral es de aplicación a todos los sectores de la actividad económica, pública y privada. Asimismo, reconoce, para los trabajadores del sector marítimo, el derecho a los mismos niveles de protección que el de los trabajadores de los otros sectores”.

(*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a. En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- b. En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil. No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

4. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- a. La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- b. Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- c. Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
- d. Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- e. No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

5. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

6. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS MEDICIONES

A continuación se describe las pruebas y los resultados de las luces probadas en los lances de cerco:

Luxómetro Mavolux 5032



Los luxómetros Mavolux 5032 están equipados con una sonda de medición de alta tecnología tipo B (modelo 5032B) o tipo C (modelo 5032C), y están dirigidos a aquellos usuarios que exigen un alto grado de precisión ya que cumplen todos los requerimientos de los estándares 5032-7 y CEI 69, así como la corrección del coseno para la incidencia de la luz en oblicuo.

- Luxómetro de precisión conforme a DIN5032-7.
- Medición de niveles de iluminación en Lux o Footcandle.
- Medición de luminancia cd/m^2 mediante suplemento de luminancia

opcional.

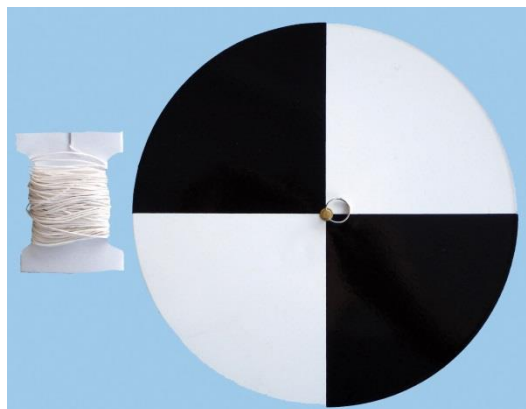
- Rangos de medición de 0,1 a 199.900 lx y 0,01 a 199.900 fc.
- Corrección del coseno para incidencia oblicua de la luz.
- Memoria para almacenar hasta 100 mediciones.

ESPECIFICACIONES Mavolux 5032C	
Precisión de acuerdo a norma DIN 5032-7	Clase C
Sensor de Luz	Célula de Silicio con filtro V (λ)
Funciones	Auto rango, mantenimiento de rangos, rango manual, lecturas en Luxes (lx)/footcandle (fc), función de guardar y función para lecturas máximas
Gama de mediciones	0.1 a 199 900 lx en cuatro gamas 0.01 a 19 990 fc
Resolución:	
Gama I	0.1 lx/0.01 fc
Gama II	1 lx /0.1 fc
Gama III	10 lx/1fc
Gama IV	100 lx/10 fc
Medición de luminancia con el suplemento lum.	1 a 1 999 000 cd/m^2 0.1 a 199 900 fL
Ratio de mediciones	aprox. 2.5 operaciones por segundo
Pantalla	LCD
Cable de conexión entre Luxómetro y sonda	Espiral, longitud aprox. 1,5 m.
Batería	1.5 V, Alcalina-manganeso M (IEC LR 6)
Vida de Batería	Cerca de 75 horas (2500 mediciones)
Data Logger	Capacidad para registrar hasta 100 datos
Dimensiones: Luxómetro	65 x 120 x 19 mm.
Sonda	31 x 105 x 30 mm
Peso	Aprox. 200 gr. sin batería Accesorios incluidos Maleta de transporte, batería, cable USB 1.1 y software de descarga de datos a PC
Accesorios opcionales	Suplemento de luminancia, disco calculador para lecturas de velocidades/diafragmas para uso en fotografía.

Disco de Secchi

Un disco Secchi o disco de Secchi es un instrumento de medición de la penetración luminosa, y por ello de la turbidez, en masas de agua como ríos, lagos y mares. Sus características son las siguientes:

- a) Mide de 30 a 300 centímetros de diámetro.
- b) Para mejorar el contraste, está dividido en cuartos que se pintan en blanco y negro alternativamente.



La forma de usarlo es como sigue:

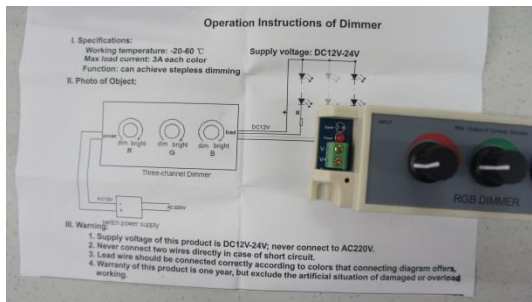
- a) Las mediciones se harán siempre desde la superficie de la masa del agua y nunca desde puentes, presas o azudes.
- b) A sotavento y en el lado de sombra se introduce al disco de Secchi atada a una cuerda y una gaza graduada.
- c) Se anota la profundidad que el disco alcanza hasta que se pierde de vista.

Los pasos 2 y 3 se repiten al menos en 3 ocasiones y se anotan las tres mediciones de las cuales es posible obtener una media con la que trabajar en los posteriores análisis. Esto proporciona una estimación de la penetración luminosa en el agua. A partir de esta variable se pueden conocer otros parámetros, como la profundidad de compensación (aproximadamente 2,5 veces la profundidad de visión del disco de Secchi), la turbidez del agua, la zona fótica o la extinción luminosa.

PREPARACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE LUCES

Preparación de luces en Taller

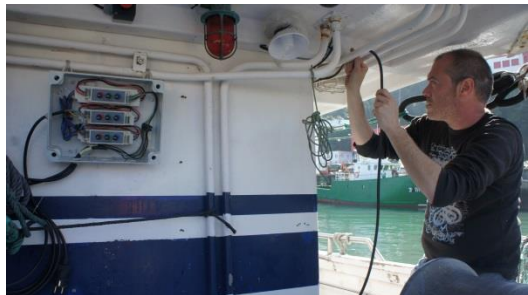
Las tiras de leds y los potenciómetros previamente en el taller se ajustaron y se prepararon según los requerimientos establecidos para las pruebas.

	
Planos e instrucciones de montaje	Montaje tiras de LEDs a potenciómetro
	
Pruebas de luminosidad	Pruebas de potencia y color

Instalación del sistema de luces en el barco

El sistema de luces se instaló en el barco conforme a lo establecido en los planos de estructura del barco y las potenciales zonas de paso.

	
Cubierta de proa – zona potencial de tránsito	Costados del Guardacalor – zona potencial de tránsito

	
Montaje cableado y LEDs	Montaje y adecuación de Potenciómetros

RESULTADOS DE LUCES PARA LARGADO DE CERCO

Los resultados que se muestran a continuación se han medido desde dos situaciones diferentes, (i) desde dentro del propio barco, para evaluar el nivel de iluminación y la seguridad de tránsito de los tripulantes; y por otro, (ii) desde una pequeña embarcación auxiliar situada en el centro del cerco donde teóricamente se situaría el banco de peces, para poder valorar qué percepción de luz podrían tener.

Mediciones dentro del barco

Habitualmente los barcos de cerco tienen una luz roja en la caseta en la parte que da a proa, esta luz permite realizar unas pocas tareas con visibilidad pero solamente en las inmediaciones de la luz. El resto de las luces están apagadas para que no interfieran con la pesca. Esto provoca que casi toda la cubierta esté a oscuras.

Después de instalar las tiras de leds en la cubierta, en las zonas de paso se realizan mediciones con el luxómetro. Se eligen 8 puntos de medición (figura 9) que cubren las zonas de tránsito de la tripulación. Las tiras de leds se han instalado como se muestra en la figura 10.

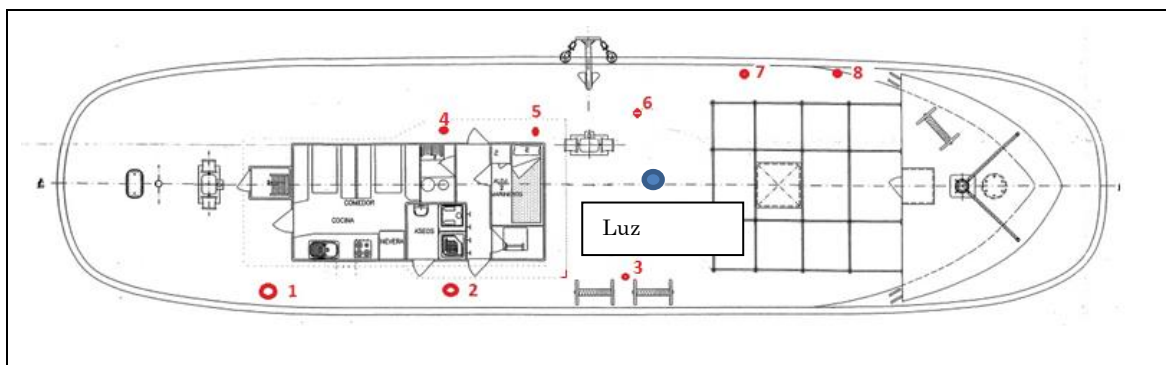


Figura 9

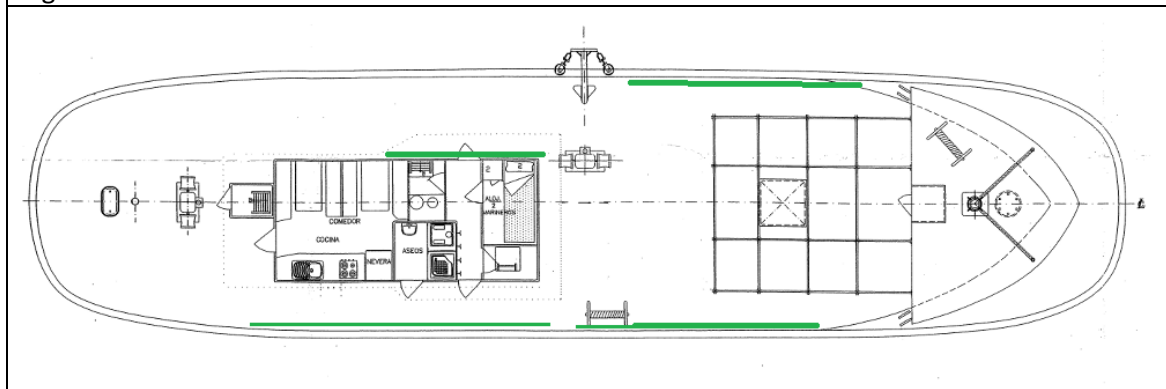


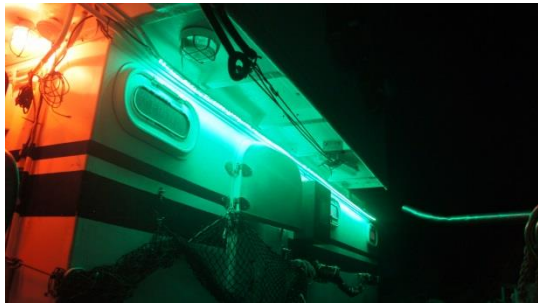
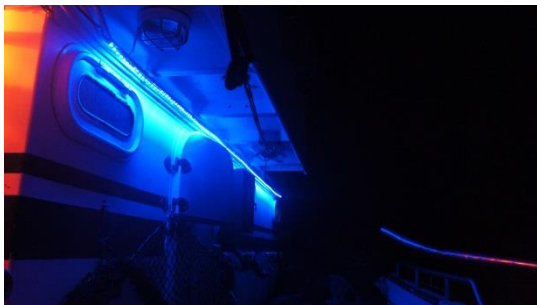
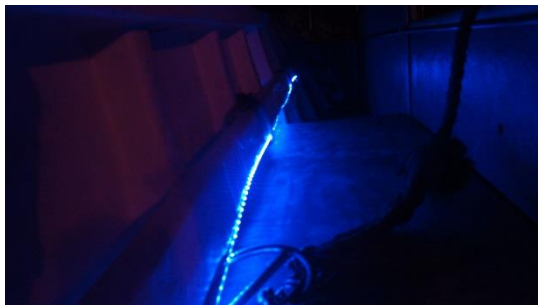
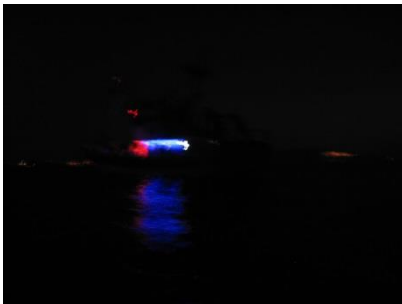
Figura 10

Resultados de las mediciones

Las mediciones se han realizado con los cuatro colores básicos, rojo, azul, verde y blanco (tabla 6). Las mediciones de mayor intensidad son utilizando el color blanco al 100% de potencia.

Tabla 6: Resultados mediciones luxómetro dentro del barco

Punto medición	Luz habitual	LEDS							
		ROJO		VERDE		AZUL		BLANCO	
		50%	100%	50%	100%	50%	100%	50%	100%
1	5.5	4.9	8.4	5.3	18.0	5.1	19.1	7.8	21.8
2		12.5	44.5	11.7	30.9	0.5	12.9	24.7	84.2
3		1.8	4.2	4.2	8.7	1.8	3.4	4.7	10.1
4		4.8	10.5	6.9	20.1	6.2	19.0	9.1	26.2
5		3.2	8.2	5.9	12.0	4.9	6.3	9.1	17.0
6		5.5	5.7	6.7	6.5	7.9	7.6	7.2	10.8
7		5.3	10.5	18.7	19.1	13.1	17.9	13.7	28.7
8		14.2	34.1	22.9	51.7	30.8	32.2	21.0	71.3

	
Rojo 100% caseta	Verde 100% caseta
	
Azul 100% caseta	Azul 100% babor-proa
	
Fotos realizadas desde el bote en las que se aprecia que solamente se ve la tira de leds de la caseta, las tiras de las bandas no se aprecian desde fuera del barco	

La tripulación ha probado todos los colores y su preferencia es por utilizar el color azul con los LEDs para iluminar las zonas de paso al 50% de potencia, es suficiente para ver la cubierta durante el tránsito y ellos piensan que la luz no influye sobre la pesca.

Teniendo en cuenta el RD 486 de lugares de trabajo (aunque no sea de aplicación en buques de pesca), se tendría que usar la luz blanca al 100% de potencia para que la intensidad de la luz sea igual o mayor que 25 luxes. Aunque teniendo en cuenta, que la cubierta de un barco es una zona donde existen riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes, la intensidad lumínica debería duplicarse.

Las mediciones están hechas en las zonas de tránsito de la tripulación por lo que unos puntos de medición quedan más cerca de las tiras de leds que otros. Esto hace que haya bastante diferencia de intensidad lumínica de unas mediciones a otras

Teniendo en cuenta el cambio que implica tener instaladas las tiras de leds, la sensación de la tripulación del barco es que han ganado mucho en seguridad, ya que ahora ven por donde se mueven, pueden esquivar los obstáculos e incluso variar la potencia de las tiras en función de la iluminación que proporcione la luna.

Mediciones con luxómetro desde el bote

La embarcación auxiliar se sitúa a unos 100 metros del través de babor, considerándolo como la zona donde potencialmente puede situarse el banco de peces cuando se hace el cerco.

Se realizan dos tipos de mediciones en diferentes situaciones. Los dos tipos de mediciones son (i) la intensidad de luz registrada por medio del luxómetro y (ii) la transmisión de luz (visibilidad) a través del agua medida con el disco Secchi (tabla 7)

Las diferentes situaciones planteadas en las pruebas son:

- Sin ningún tipo de iluminación
- Con las luces habituales en el largado (navegación)
- Luces Led de color rojo al 50% y al 100%
- Luces Led de color verde al 50% y al 100%
- Luces Led de color azul al 50% y al 100%
- Luces Led de color blanco al 50% y al 100%

Las pruebas se realizaron con la luna en estado casi de luna llena y cielo parcialmente nuboso. En todos los casos se ha medido la iluminación aportada por la luz de la luna llena que ha sido siempre la misma: 0.1 lux

La luz control por cada medición es equivalente a la luz habitual de largado utilizada por el barco.

Tabla 7: Resultados mediciones luxómetro desde embarcación auxiliar

COLOR ROJO	Sin Luces	Luz habitual	LEDs			
			Luz control	Led al 50%	Luz control	Led al 100%
Iluminación Luxómetro	0.05 lux	0.1 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.15 lux
Disco Sechhi	3.50m	3.75m		3.75m		4.00m
COLOR VERDE	Sin Luces	Luz habitual	LEDs			
			Luz control	Led al 50%	Luz control	Led al 100%
Iluminación Luxómetro	0.05 lux	0.10 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.10 lux
Disco Sechhi	3.50m	3.75m		3.75m		4.00m
COLOR AZUL	Sin Luces	Luz habitual	LEDs			
			Luz control	Led al 50%	Luz control	Led al 100%
Iluminación Luxómetro	0.05 lux	0.10 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.10 lux
Disco Sechhi	3.50m	3.75m		3.75m		3.80m
COLOR BLANCO	Sin Luces	Luz habitual	LEDs			
			Luz control	Led al 50%	Luz control	Led al 100%
Iluminación Luxómetro	0.05 lux	0.10 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.05 lux	0.10 lux
Disco Sechhi	3.50m	3.75m		3.80m		3.80m



Luz roja captada desde embarcación auxiliar

Luz verde captada desde embarcación auxiliar



Podemos ver que entre:

- La toma de Leds de color rojo y la toma sin Leds (sólo las de posición) no se aprecia una diferencia sustancial,
- La toma de Leds verde y la de sin Leds, la de color verde se puede ver más claramente
- Más aún se puede apreciar la diferencia de brillo entre los Leds de color blanco y sin Leds

La luminosidad que se aprecia con los LEDs es mayor, pero no parece a priori que sea de un nivel suficientemente significativo, como para que pudiera afectar a la pesca.

Aunque la sensibilidad del luxómetro, que mide niveles de iluminación, no muestra valores significativos en ninguno de los casos, como se puede apreciar en los fotogramas tomados desde la embarcación auxiliar, tanto el ojo humano como la cámara pueden detectar que sí hay luz, por lo que se puede suponer que en la misma localización, el ojo del pez también puede ver las luces.

Las luces que se pueden apreciar son las que están situadas en el guardacalor, es decir por encima de la regala. En cambio las luces situadas sobre la cubierta de proa por debajo de la regala son totalmente inapreciables tanto para el ojo humano como para la cámara.

Aunque es probable que con niveles de iluminación tan bajos, aunque visibles, las luces del guardacalor no supongan ningún problema y no asusten al banco de peces, sobre todo teniendo en cuenta que se encuentra a cierta profundidad, para eliminar por completo cualquier tipo de efecto negativo sobre el pescado, se aconseja instalar la luces sólo por debajo de la regala. Esto permite iluminar las zonas de paso mejorando la seguridad a la vez que son invisibles para los peces.

4.3.2 Palangre: Diseño, construcción y validación de prototipos que mejoren la operativa y el confort laboral

Asumimos que no existen tecnologías de palangres automatizados que se pueden adaptar al tipo de aparejo que se utilizamos para la merluza y que además en el hipotético caso de que así fuera, difícilmente serían amortizables por un palangrero de bajura. Por ello la estrategia para mejorar los procesos de trabajo, la operativa y el confort laboral de los txikiaundis que quieren trabajar con palangre de merluza, debe dirigirse hacia diseños sencillos, poco automatizados y con poco coste de inversión.

Previamente en el análisis de la operativa actual se han detectado tres situaciones que son las que más influyen para alargar las horas de trabajo y el cansancio de la tripulación que son:

- La necesidad de dos personas para operar con un halador de platos
- Encarnar mientras se larga el aparejo
- Recestear el aparejo, una vez al virar y luego volverlo a pasar a otra cesta para dejarlo bien estibado, arreglado y sin empachos

Para el diseño de los nuevos equipos y las modificaciones que se deberían aplicar al proceso de trabajo, se han tenido en cuenta soluciones para mejorar las carencias de los tres puntos anteriores. En algunos casos se han podido utilizar equipos y procesos de trabajo ya existentes y en otros se han tenido que diseñar y desarrollar partiendo de cero.

4.3.2.1. Haladores

Existen modelos de haladores que permiten virar el aparejo con sólo un hombre ya que disponen de una serie de rodillos y cinchas sobre las que se aprieta la madre y por efecto de este rozamiento pueden virar y depositar el aparejo en las cestas sin necesidad de que nadie tire de él. Sólo hace falta un hombre para recoger la puntera

y salvar el sistema de rodillos. Con este nuevo tipo de haladores se elimina el trabajo de un hombre.

Actualmente existe una amplia variedad de haladores de cincha+rodillos en el mercado, se realizó una vigilancia de los equipos existentes y se realizaron los contactos para definir las características y capacidades así como los precios. Finalmente se valoraron cinco modelos y marcas, que son los siguientes:

Eléctrico: ABYSS BEAST

Chasis de acero inoxidable. Dimensiones: 12x12x35 centímetros. 3 mm grosor

Motor: “TRANSTECNO” 250 watt tipo industrial. Disponible en 140 -180 - 250 o 300 watt con 75 - 100 - 150 rpm con controlador de velocidad “ParCon”



Precio: 1.450,00 €

Es el que mejor relación de precio tiene llegando a ser 3 o 4 veces más barato que los hidráulicos con las mismas capacidades. Un equipo eléctrico tiene además la ventaja de ser más fácil de instalar. Los equipos eléctricos son usados ampliamente en las flotas de los países del norte de Europa con excelentes resultados.

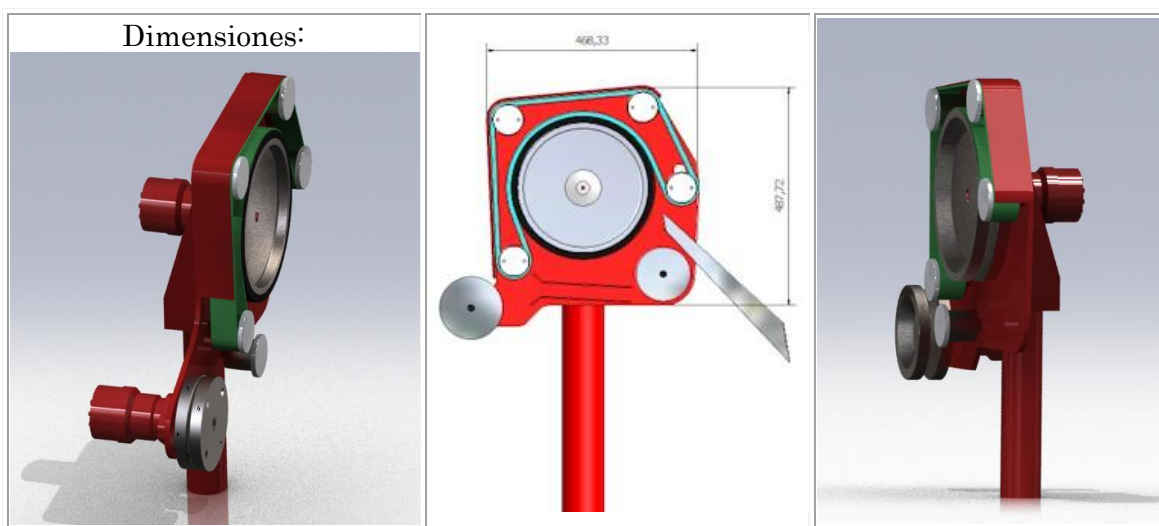
En nuestro caso los armadores/patrones vascos siguen recelando de equipos eléctricos para la mar, sobre todo en las capacidades reales de trabajo y las posibles averías que pudieran surgir. Aunque era el más barato, finalmente no fue bien valorado por el recelo que producen los haladores eléctricos en el sector.

Hidráulico: BASTAN SUPER PS2-320-P

Halador de pesca de Palangre de fondo de dos carretes motrices. La correa presiona la línea de palangre contra el carrete motriz en la mitad de su perímetro permitiendo el tiro con tensión o sin tensión de la línea de palangre.

Características:

- Dos motores hidráulicos. Construcción en acero inoxidable.
- Carrete cilíndrico forrado en goma dura de 320 mm. de diámetro.
- Correa plana de presión del palangre con una superficie de contacto de 550 mm.
- Pie giratorio con base desde cubierta a medida de la embarcación.
- Velocidad según necesidades del barco.
- Peso: 70 kg. sin el pie.



Precio: 4.154,00 €

Hidráulico: BASTAN PREDATOR 160



Características:

- Halador de tres carretes motrices de acero inoxidable 316
- Medidas generales 400x500. Velocidad según necesidades
- Peso 66 Kg. más el pie giratorio
- Motor hidráulico Danfoss con distribuidor rotativo integrado

Precio: 6.621,00 €

Hidráulico: VIRHYDRO GENIHALEUR



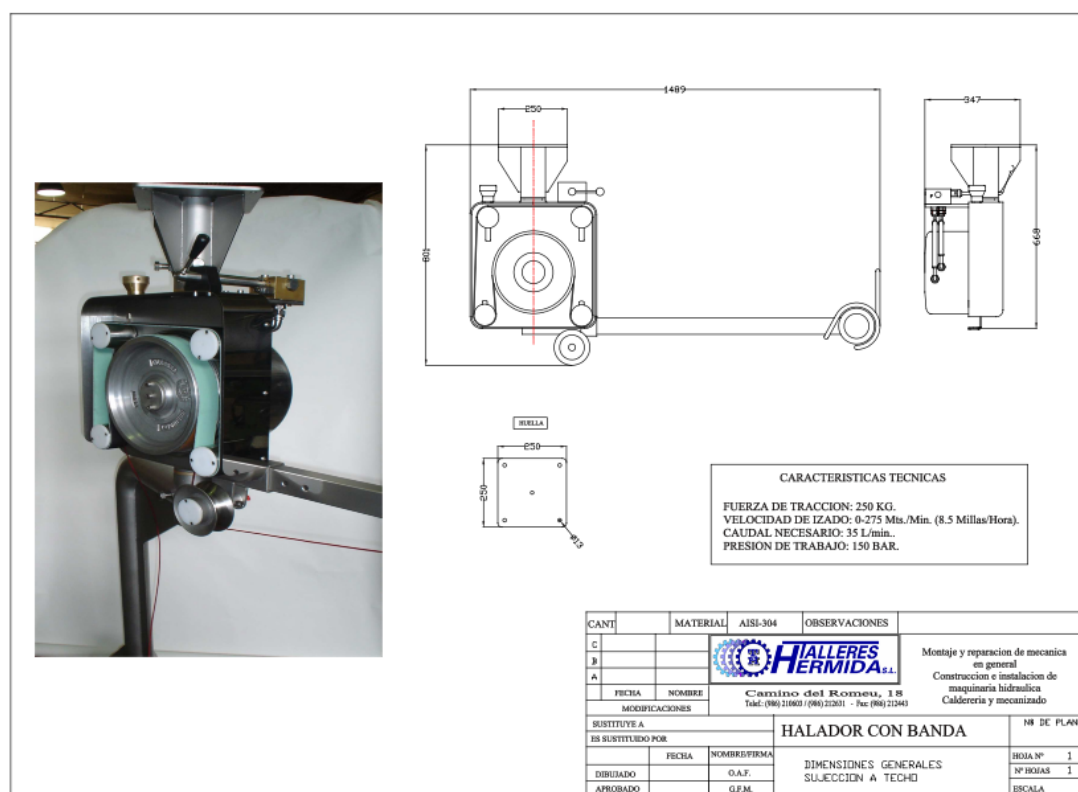
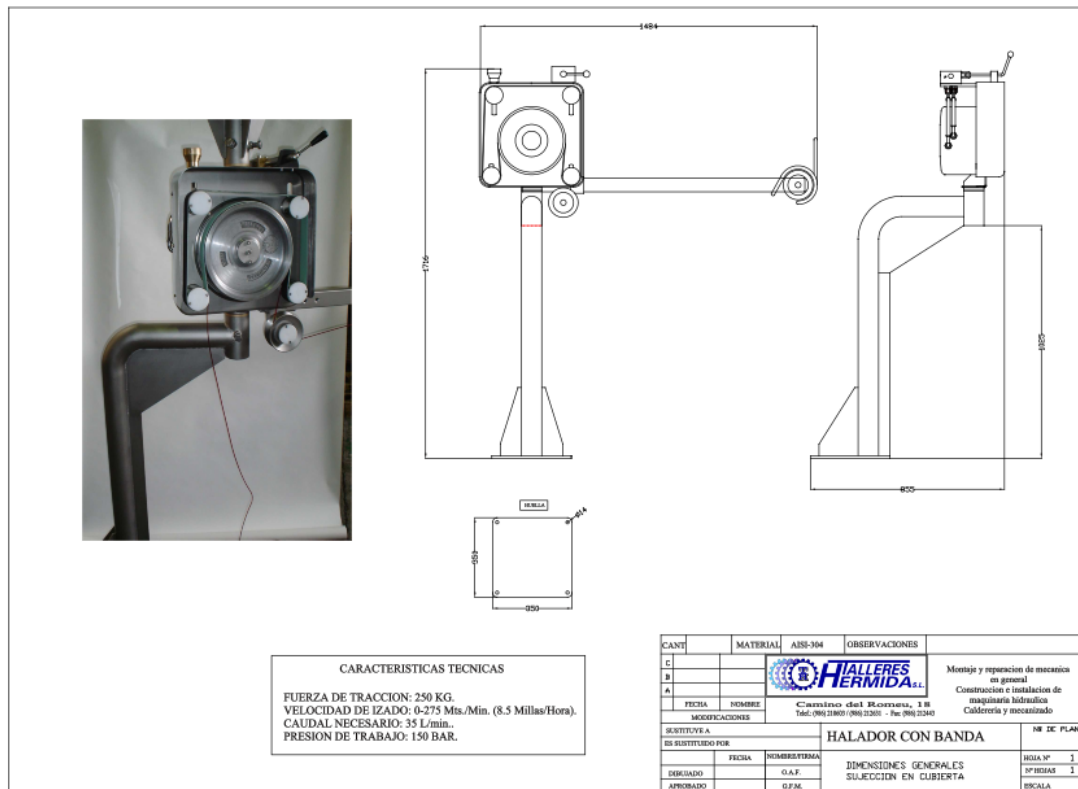
Características:

- Flujo de aceite 12l/min a una presión de 130bars , max 150 bars
- Peso 75 Kg. más el pie giratorio
- Motor de 3.5 HP
- Tiro de 300 kg a una velocidad de 0 a 60 m / minuto

Dimensiones: 1200 x 37 x 55 cm

Precio: 7.500,00 €

Hidráulico: De bandas, talleres Hermida S.L.



Un halador con buena presencia y características adecuadas, además de poderse instalar no sólo sobre la cubierta sino también en el techo. Su precio varía según la instalación en el barco.

El barco que ha realizado las pruebas, una vez valoradas las características, capacidades y precios de los cinco modelos de haladores, decidió que era muy interesante a futuro para ellos trabajar con uno de estos equipos y más concretamente, se decidió a comprar y finalmente instaló el modelo BASTAN SUPER PS2-320-P



Halador de rodillos+cinchas denominado de bandas, instalado en el barco Beti Lagun Bi (utilizado en las pruebas)

VALORACIÓN DEL HALADOR EN LAS PRUEBAS

La velocidad de virado del halador en las pruebas es algo menor que cuando el halador de platos se pone a velocidad alta, pero igualmente la velocidad de los nuevos haladores puede incrementarse fácilmente modificando el flujo de la bomba hidráulica desde la sala de máquinas



La fuerza de virado es correcta y deja caer el palangre de forma circular lo que proporciona un estibado muy bueno del aparejo en la cesta



Cuando se vira aparejo muy fino con poco peso, la canaleta de salida tiene un rozamiento tal que a veces enreda la madre sobre la chapa metálica. Este problema se soluciona dándole altura a la cesta y haciendo que la madre tenga más peso en la caída desde la salida del halador hasta que se deposita en la cesta.

Sin embargo, si como veremos a continuación, se considera adecuado utilizar cestas/cajas individuales pequeñas, con un sistema de elevación que favorece el trabajo y el confort laboral de los tripulantes, no sería posible darle la altura necesaria, ya que sino la cesta quedaría demasiado baja para que los marineros pudieran trabajar en condiciones. En este caso parece obvio que hay que eliminar la canaleta de salida metálica y poner otro elemento que dirija el aparejo hacia la cesta con menos rozamiento, por ejemplo un aro.





Canaleta de salida del halador, el aparejo se pega a la bandeja y su efecto produce que se enrede en el rodillo. Recomendable cambiar la canaleta por otro tipo de elemento con menos rozamiento

4.3.2.2. Prototipos de equipos para mejorar la operativa de largado y virado del aparejo

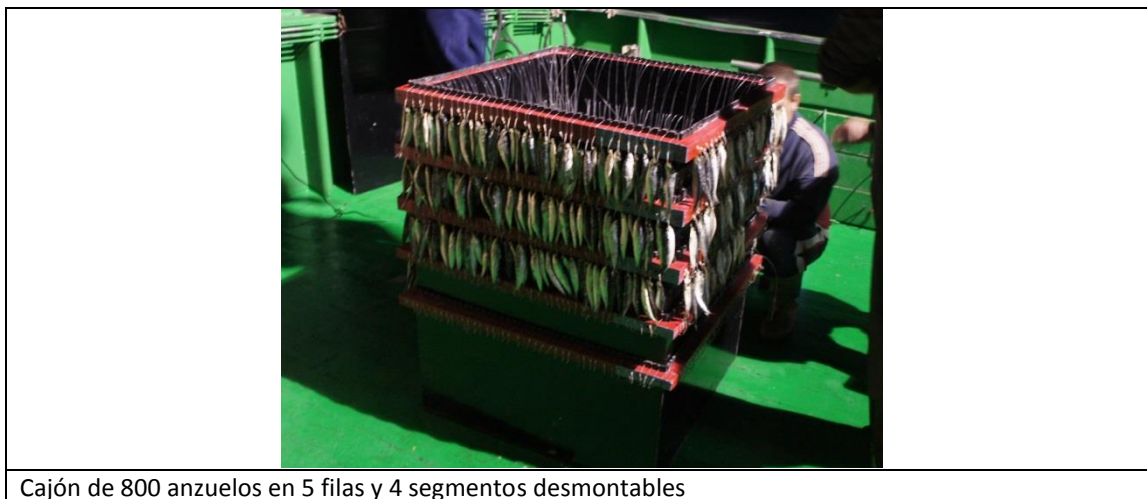
A lo largo del proyecto se han diseñado, construido y probado 5 diferentes prototipos de cajas/contenedores. Los diseños se han planteado para facilitar el encarnado previo del aparejo, y el largado. Asimismo en la mayoría de los diseños, aunque no en todos con la misma facilidad, es posible arreglar y desenredar el aparejo a la vez que se vira, evitando el recestead.

PROTOTIPO 1: CAJÓN CUADRADO CON SEGMENTOS DESMONTABLES

Replicando el diseño que se usa en Iparralde, identificado en la vigilancia tecnológica. Este diseño gusto mucho al patrón del URBAIBAI BAT que participo en las pruebas de mar del mismo.

Fabricado de madera y con unas dimensiones de 80cms x 80cms, una altura 1.30 m está compuesto del cajón base más 4 segmentos, que hacen 5 filas de anzuelos. Por cada lado se colocan 40 anzuelos, lo que hacen 160 anzuelos por segmento y 800 anzuelos en el total de las 5 filas. El gran número de anzuelos que se pueden trabajar con una sola caja, es una de las grandes ventajas de este sistema.

Considerando un número de trabajo normal de 4000 anzuelos, para este tipo de barcos, serían suficientes 5 cajones.



Cajón de 800 anzuelos en 5 filas y 4 segmentos desmontables

El encarnado no es complicado en las dos primeras filas de arriba ya que se puede realizar de pie, sin embargo los anzuelos de las tres filas inferiores hay que encarnarlos encorvado o de rodillas, lo cual es un trabajo bastante penoso. El volumen del cajón impide manipularlo y colocarlo en una mesa o similar para facilitar y mejorar las posturas de encarnado. Esto es una desventaja importante en este sistema.



Encarnando de pie las filas superiores

Encarnando de rodillas y/o encorvado las filas inferiores

En este tipo de cajón, el anzuelo no puede salir por si sólo de la goma hay que sacarlo y lanzarlo al agua con la mano. Durante las pruebas de largado nos encontramos con que la goma donde se suspenden los anzuelos era demasiado gruesa y dura, difícil de manejar. También la velocidad y las posturas de largado no son suficientemente ergonómicas, pero esto lo achacamos a una falta de experiencia ya que los barcos de Iparralde con el mismo sistema largan bastante más rápido. Consideramos que solventando los problemas de la goma y cuando los marineros se habitúen a este sistema, el largado puede ser relativamente rápido, fácil y cómodo para el marinero.



Largando con el cajón cuadrado de segmentos desmontables

En el virado nos encontramos con el mismo problema de goma dura que en el largado ya que dificulta y hace que sea trabajoso introducir la puntera en las ranuras de la goma. Este problema es solventable adecuando la goma. La gran altura del cajón facilita el virado ya hace que el aparejo tenga cierto peso a la salida del halador y reduce que la madre se quede pegada en la canaleta de salida.



Virando al cajón

El arreglo de los anzuelos y enredos se puede hacer a la vez que se vira ya que el tamaño del cajón permite que los marineros trabajen sin entorpecerse entre ellos. Pero sólo hasta un límite, ya que el hecho de que los anzuelos vayan colocados todos seguidos, uno detrás de otro en la goma, obliga a llevar la cuenta y dejar espacios libres cuando se arreglan. Con un número grande de anzuelos a arreglar, podrían llevar a confusión. Además si se tarda mucho en arreglar una puntera puede caer bastante madre antes de depositar la puntera dentro, lo que empacharía ese anzuelo en el largado.

PROTOTIPO 2: CUBA REDONDA CON SEGMENTOS DESMONTABLES

Se basa en el mismo concepto que el cajón cuadrado pero utilizando bidones redondos de plástico. La ventaja con respecto al cajón de madera es que los bidones se compran ya fabricados con la forma estandariza, los aros (segmentos) desmontables también mediante un corte adecuado de la parte superior de las cubas. Sólo hay que hacer manualmente la adaptación de los aros para incorporarles las gomas donde van los anzuelos.

Con un diámetro de 77 cms, y un perímetro de 242 cms, se pueden poner unos 120 anzuelos por cada aro. Una unidad, la cuba base más otros 4 aros desmontables, suponen 600 anzuelos. Para trabajar 4000 anzuelos bastan 7 unidades de 1base+4aros. Tiene la ventaja de que es bastante más manejable que el cajón de madera tanto por peso como por dimensiones y capacidad de ser deslizado sobre

cubierta. Además al ser cilíndrico su forma coincide con el movimiento circular con que sale la madre del halador, quedando muy bien estibado.

Por lo demás, tanto para encarnar, largar y virar se trabaja y funciona de forma semejante al cajón de madera.



Los aros de arriba se encarnan fácilmente de pie, en el prototipo sólo se pusieron 3 líneas, la cuba base + 2 aros, esto permitió dejar la cuba base más alta. Si este sistema se utiliza de forma extensiva en los barcos, hay que montarlos con una base más 4 aros, como se ha dicho anteriormente, eso obliga a hacer la base más baja y por lo tanto en el encarnado nos encontraríamos con el mismo problema que con el cajón de madera. Los aros inferiores hay que encarnarlos de rodillas con una postura forzada muy incómoda.



Postura forzada, encarnando de rodillas las líneas de anzuelos inferiores

El largado se realizó bastante bien y a satisfacción de la tripulación. Un fallo fue que la goma no presionaba suficientemente la puntera y las sardinas quedaban unos centímetros colgando desde la goma, lo cual era suficiente para que alguna se cruzaran entre ellas. Esto obligaba a hacer un pequeño movimiento de sacudida de la puntera con la mano, para liberarlos antes de largar la sardina. Este pequeño inconveniente es fácil de solucionar mejorando la goma; además, al igual que con el cajón, cuando la tripulación se habitúe a este trabajo, el largado será relativamente rápido y efectivo al igual que como lo hacen los barcos de Iparralde.



Largando con cuba + aros

La altura del bidón hace que el aparejo tenga cierto peso y reduce que la madre se pegue a la canaleta de salida, pero esto sólo pasa para los aros superiores ya que la altura del bidón y por tanto el efecto beneficioso que produce, se reduce para los aros inferiores. Por lo demás en el aspecto de arreglo de punteras rotas o de empachos, se comporta igual que el cajón.



Virando con cuba + aros

En general consideramos que para la operativa de encarnado, largado y virado, las cubas grandes con aros trabajan y se comportan igual que el cajón de madera, manteniendo todas sus ventajas, pero el aparejo queda mejor estibado y además son bastante más fáciles de manejar y de trasladar por la cubierta. Por lo tanto son más operativas, reduciendo sobre esfuerzos.

PROTOTIPO 3: BIDONES ACONDICIONADOS, SEGMENTOS DESMONTABLES

Esta prototipo supondría abaratar costes, pensando en una futura implantación en los barcos y la necesidad de muchas cestas. El diseño es un sistema similar al prototipo2 de las cubas, pero aprovechando bidones de aceite/líquidos desechados que se cortan y adaptan una vez limpios.



Bidones acondicionados formando un sistema de 6 filas de anzuelos

Podemos considerar que la operativa es exactamente igual que con los bidones con todas las ventajas (número de anzuelos y facilidad de manejo) y las desventajas (postura forzada y muy incómoda para encarnar). Con una operativa y manejo para el largado y de virado prácticamente igual a los bidones.



Encarnando de rodillas, postura forzada

Se apoya en alto para encarnar más cómodamente

Sin embargo, aunque pueda resultar más barato, no se aconseja construir así las cestas del palangre, ya que durante las pruebas en las que ha habido mal tiempo han demostrado tener una gran inestabilidad; los segmentos superiores se balanceaban mucho y se enredaba el aparejo impidiendo su uso. Además de tener poco agarre en la cubierta y deslizándose por efecto del balance. Esto es debido a que es muy complicado que, con la forma de los bidones y con trabajo manual, se consiga que encajen perfectamente (siempre quedan imperfecciones que hacen que sean bastante inestables con el balance que produce el mal tiempo).



Largando con bidones acondicionados



Virando con bidones acondicionados

Todos estos sistemas de aros tienen la desventaja de que no se pueden quitar los aros individualmente para poder llevarlos sobre una mesa para encarnarlos en una postura cómoda. Hay que subir toda la unidad con el consiguiente problema de estabilidad de las cestas, cuando los balances son fuertes. Por lo que se aconseja utilizar un sistema de cajones/cubas individuales que se coloquen uno encima de otro y pueden operar como los sistemas de aros pero que se puedan soltar uno de otro cuando el aparejo está dentro del cesto.

PROTOTIPO 4: CAJAS DE MADERA DE DOBLE BANDEJA

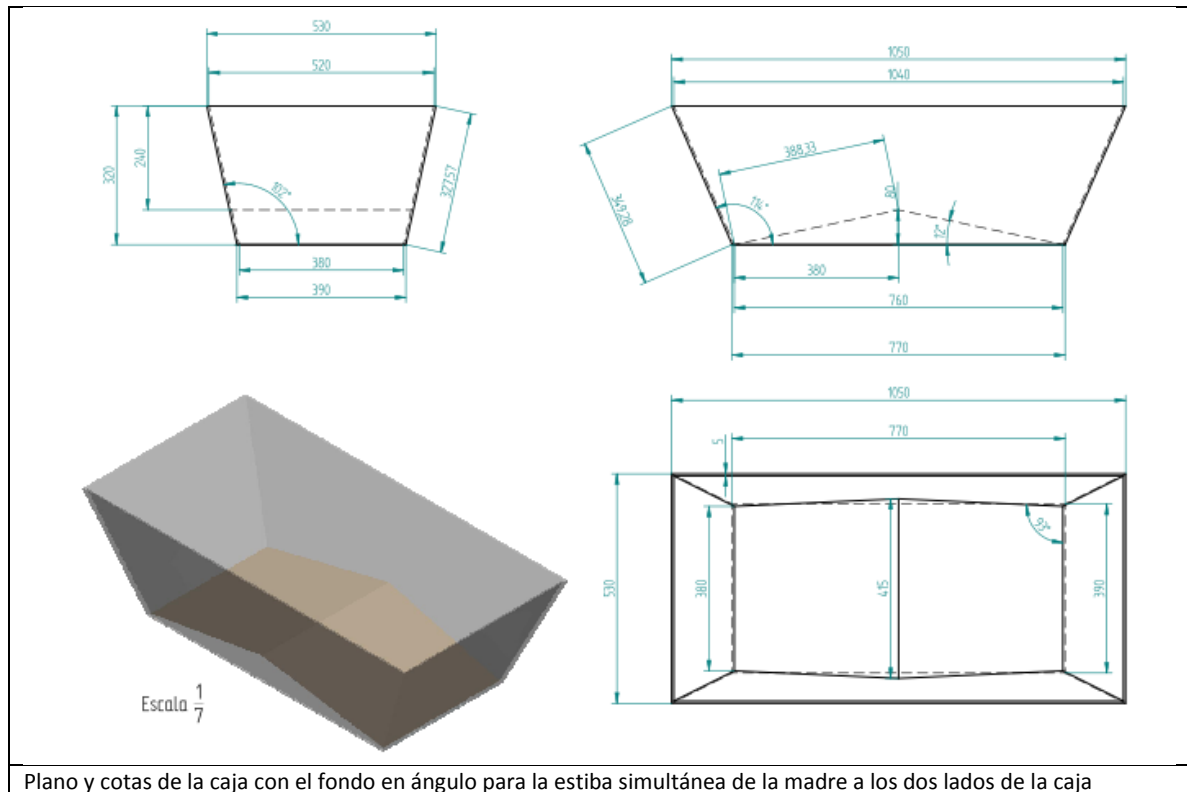
Este prototipo es un diseño original con el objetivo de solventar las deficiencias operativas del encarnado, largado y virado del palangre de merluza en barcos del tipo de los txikiaundis.

El prototipo se diseñó para mejorar:

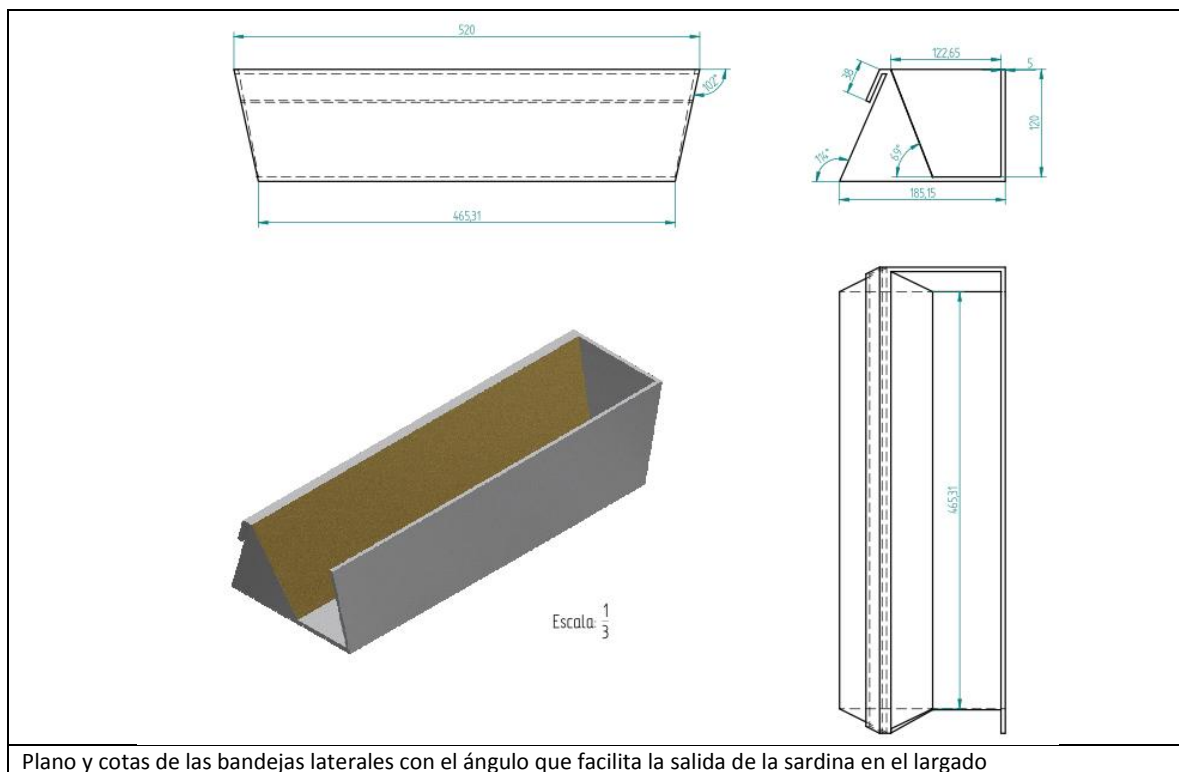
- Encarnado previo
- Largado independiente y rápido del aparejo previamente encarnado sin necesidad de tener que lanzar los anzuelos con la mano
- Evitar recesteados arreglando enredos y punteras rotas mientras se vira

Después elaborar distintas variantes del diseño se llegó a la conclusión de que la mejor forma de poder encarnar previamente y largar el aparejo sólo, sin necesidad de lanzar los anzuelos con la mano, era que las cestas dispusieran de bandejas laterales al igual que como operan los palangreros de altura. Sin embargo esto no soluciona la necesidad de recesteados, es más, en los barcos de altura tienen a muchos tripulantes recesteados, por lo que había que hacer el diseño de un prototipo que también evitara el recesteados. La solución fue que las cestas/cajas tuvieran dos bandejas perpendiculares a la dirección de largado, una a cada lado y los anzuelos se estibarán a dos lados de la cesta simultáneamente, de forma que también se puedan largar simultáneamente por los dos lados de la cesta.

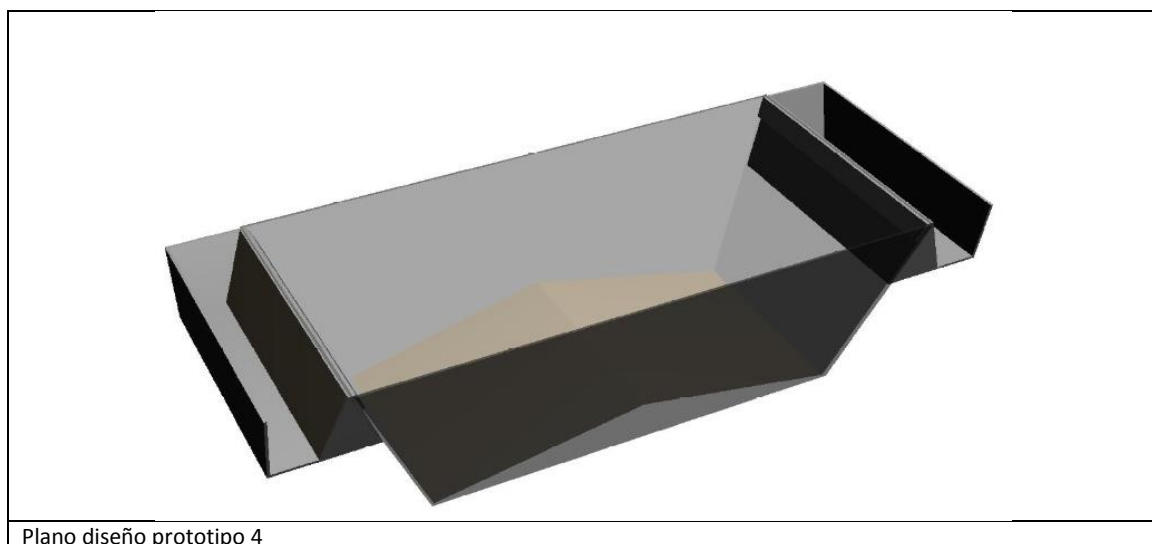
En este diseño, el cuerpo de la caja es alargado y la base esta en ángulo descendente hacia los lados con el objeto de poder virar simultáneamente a uno u otro lado de la caja y que la madre quede cercana y bien estibada en el lado donde se estiban los anzuelos.



La bandejas una a cada lado tiene también un ángulo para que la posición de la sardina encarnada sea la idónea para salir en el largado



El sistema conjunto de la caja más las bandejas, se construyó en madera y las bandejas fueron forradas por chapa de acero inoxidable para facilitar el deslizamiento de la sardina



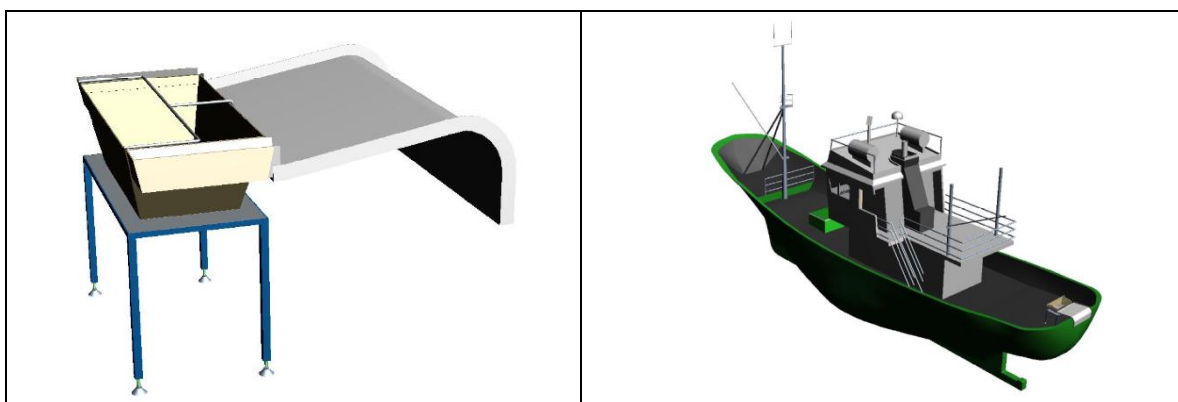
El prototipo 4 ya construido con el aparejo queda así:

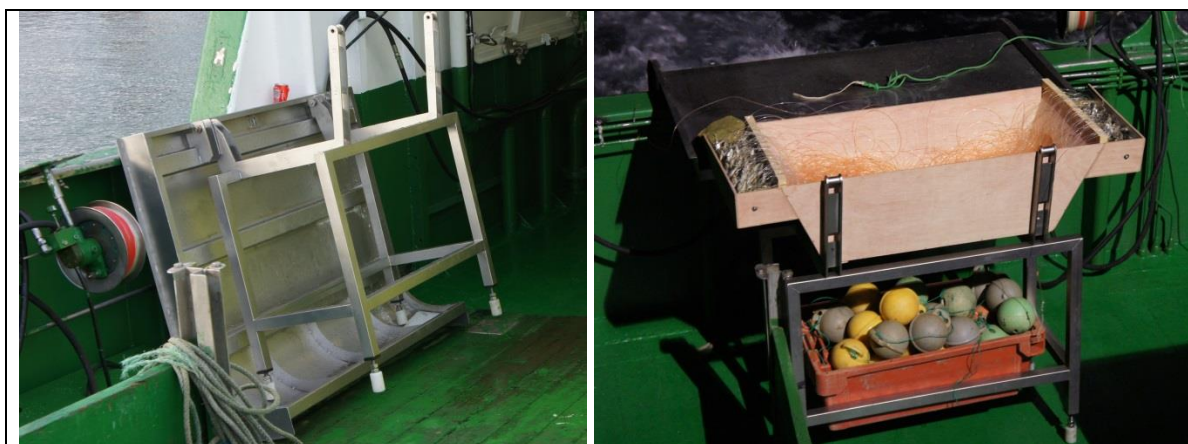


La tripulación del barco consideró que para aprovechar el volumen de la caja sería mejor incluir otro par de bandejas laterales desmontables

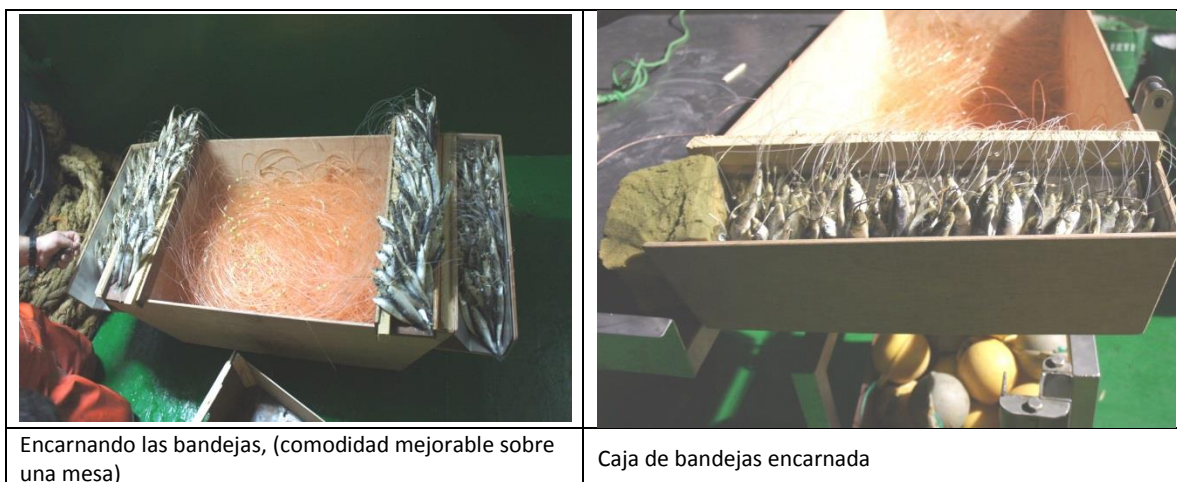


Para facilitar la fase de largado del aparejo que incluye la colocación de bolas y piedras, se diseñó también una mesa específica para las cajas





El encarnado de las cajas es rápido ya que las sardinas encarnadas se enganchan y se depositan sobre la bandeja con un manejo sencillo. Las cajas pueden apoyarse sobre una mesa para tener una posición cómoda de encarnado.



Encarnando las bandejas, (comodidad mejorable sobre una mesa)

Caja de bandejas encarnada

El largado es muy cómodo ya que el aparejo sale por sí solo y no hay más que añadir las bolas y las piedras. El gran problema que nos encontramos en las pruebas es que para poder compensar el volumen de la caja es necesario que por cada bandeja haya 60 anzuelos eso supone poner varias filas de sardinas por cada bandeja lo cual hace que se crucen entre ellas y se produzcan enredos frecuentes, haciendo poco operativo este diseño en la fase de largado.



Cuando no se enreda el aparejo, se larga sólo y rápido



Los enredos entre anzuelos son frecuentes

Este prototipo ha funcionado en el virado tal y como se previó con el diseño. Se puede estar virando y arreglando el aparejo a la vez. Mientras el marinero de una banda coloca los anzuelos, al que le toca el anzuelo roto o empachado lo libera y arregla en su banda de la caja, sin que el otro marinero tenga que detener el virado. Sólo sería necesario detener el virado en casos de que el número de anzuelos rotos y el empacho sea muy grande, pero esta circunstancia no se da normalmente, por lo que se considera un muy buen sistema para hacer más operativo el virado.



Mientras un marinero continua con el virado el otro arregla la puntera rota en su lado de la caja

Se pudo comprobar en estas pruebas que no es indispensable dividir el fondo de la caja en ángulo para que la madre se acerque al lado de estiba de los anzuelos. Si la madre está en el centro en posición plana, queda bien.

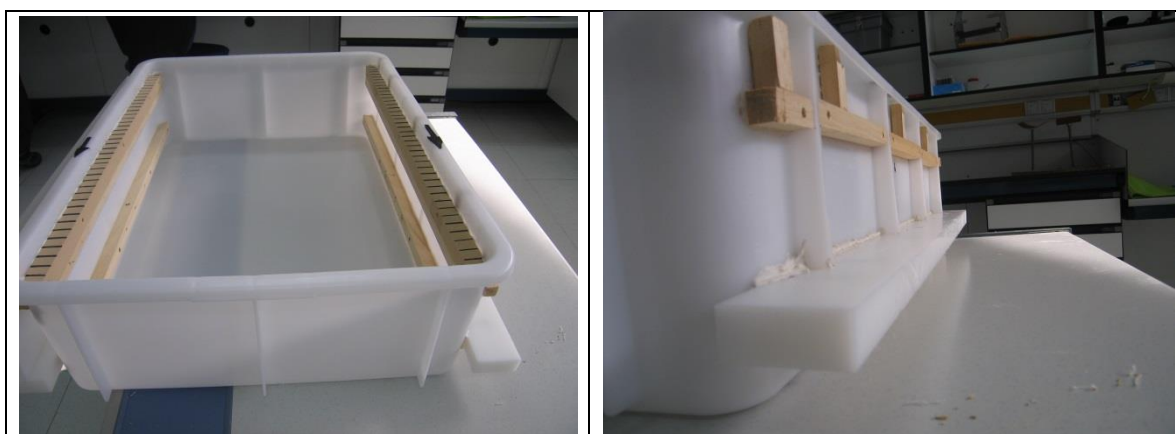
PROTOTIPO 5: CAJAS DE PLÁSTICO DE DOBLE CANALETA

El último prototipo probado el nº5, se basa en el concepto del prototipo 4, pero eliminando/reduciendo los fallos de diseño y operativos que se dieron en las pruebas del prototipo 4.

Se ha construido en plástico (polietileno) para que sea ligero y resistente, además de producir poco rozamiento con el aparejo y a los anzuelos en el largado. El plástico es totalmente resistente a los efectos del agua de mar.

Para el diseño y la construcción del prototipo 5, se utilizaron cajas que se utilizan para almacenar alimentos y se le realizaron modificaciones para conseguir el diseño deseado.

Las cajas son de fondo plano, ya que se vio que no era necesario el fondo en ángulo y se eliminaron las bandejas anchas con tres filas de sardinas que tantos problemas de cruces de anzuelos y enredos producían. Las bandejas se sustituyeron por carriles/canaletas para contener sólo una fila de sardinas, de esta forma se evita el cruce entre punteras y que se produzcan enredos. Para que la caja pudiera tener un número razonable de anzuelos para su tamaño, se utilizaron cajas de forma rectangular y las dos bandas de mayor longitud es donde se colocan las canaletas.





La experiencia de las pruebas anteriores demuestra que a nivel operativo, por ergonomía y confort laboral, es necesario un sistema de elevación que puede servir para mejorar el trabajo en el encarnado y también para facilitar el largado y el virado. Para ello se acondicionó una mesa elevadora hidráulica de accionamiento a pedal.



Según la opinión de los marineros, el encarnado de este modelo se hace de forma muy fácil y más cómoda que con el resto de los prototipos. Por otro lado aunque en las pruebas se encarnaron los anzuelos y luego se metieron las sardinas en la canaleta, este prototipo tiene la opción de agilizar mucho más el encarnado. Si se dispone de canaletas desmontables que encajan dentro de las que tienen atornilladas

las cajas, se pueden tener guardadas en el congelador con las sardinas ya colocadas, y bastaría con meter la canaleta desmontable dentro de la canaleta de la caja. Entonces tendríamos las sardinas ya colocadas en su lugar y sólo habría que ensartar el anzuelo en el dorso, de esta forma la operativa de encarnado se hace más rápido y con mucho menos esfuerzo.



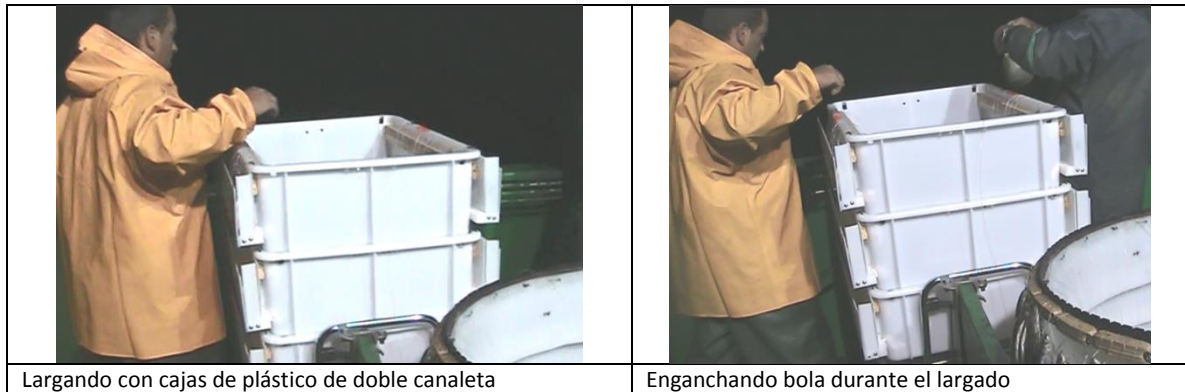
Cajas de plástico de doble canaleta encarnadas

Con este prototipo existe la posibilidad de construir (i) las cajas individualmente o (ii) de utilizar una de base y el resto, las de arriba, sin fondo. Aunque esta segunda opción es mejor para que el aparejo tenga altura y peso cuando sale del halador, así se evita que la madre se pegue en el halador, consideramos que es más operativo modificar el halador para que esto no suceda y utilizar cajas independientes que permiten encarnar individualmente así como reducir roces y posibilidades de enganches a la salida del aparejo en el largado.

Cada caja tiene 40 anzuelos (sardinas) a cada lado es decir 80 en total, por lo que una altura manejable de 5 cajas, supone 400 anzuelos. Para que el barco trabaje con 4000 anzuelos se necesitarían por tanto 10 unidades de este prototipo

El largado del aparejo se realiza sólo sin necesidad de lanzar los anzuelos con la mano, y los marineros sólo tienen que poner las bolas y las piedras. Al estar las sardinas a una fila las posibilidades de enredo de las punteras son muy reducidas y se pueden reducir casi hasta cero si la anchura de la canaleta se ajusta al grosor de la sardina, esto se puede hacer si todas las sardinas son de tamaño similar.

Ayudados de la mesa elevadora no hace falta ningún otro tipo de dispositivo (mesa de largado u otros) ya que se levantan las cajas para que queden un poco por encima de la regala y el aparejo sale por sí solo.



La única pega que le encontraron los marineros era que al salir el aparejo por los dos lados a la vez, es mucho más difícil llevar el control del anzuelo donde hay que colocar las bolas y las piedras. Esto se solventa si se tienen preparados y enganchadas las piedras y las bolas (al igual que ya se tienen encarnados los anzuelos) antes de largar.

Respecto al virado todos coinciden, tanto técnicos de AZTI como los tripulantes, que este es el mejor sistema, ya que es igual que el prototipo 4, pero con cajas más manejables. Un marinero puede seguir virando y colocando los anzuelos en su lado de la caja mientras el otro arregla la puntera en el suyo sin tener que estar esperando o pensando en qué hueco hay que ponerlo o si se van a enredar/confundir.



4.3.2.2. Resultados: Comparación de la Operativa entre Prototipos/Diseños

ENCARNADO y LARGADO	Tiempo encarnado por cada 10 anzuelos (nº marineros que realizan el trabajo)*		Tiempo largado por cada 10 anzuelos (nº marineros que realizan el trabajo)**	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tradicional: se encarna a la vez que se larga	15 seg (2 marineros)			>La gente descansa durante las rutas	>Se manipulan mucho los anzuelos, mayor riesgo de herirse con los anzuelos >Hay que estar muy concentrado en el encarnado
PROTOTIPO 1: Cajón cuadrado grande, durante nuestras pruebas	11 seg (3 marineros)	16 seg (1 marinero)		>No hay que estar concentrado en el encarnado sólo en lanzar y en poner bolas y piedras >Se manipulan menos los anzuelos que en el tradicional, menor riesgo de herirse	>Malas posturas para encarnar >La gente tiene que trabajar en la ruta en vez de descansar >Hay que estar lanzando con la mano.
	27 seg (3 marineros)				
PROTOTIPO 1: Cajón cuadrado grande (barco de Iparralde)	7 seg (3 marineros)	9 seg (1 marinero)		>No hay que estar concentrado en el encarnado sólo en lanzar y en poner bolas y piedras >Se manipulan menos los anzuelos que en el tradicional, menor riesgo de herirse	>Malas posturas para encarnar >La gente tiene que trabajar en la ruta en vez de descansar >Hay que estar lanzando con la mano.
	16 seg (3 marineros)				
PROTOTIPO 2: Cuba redonda gran diámetro	22 seg (3 marineros)	21 seg (1 marinero)		>No hay que estar concentrado en el	>Malas posturas para encarnar
	43 seg (3 marineros)				

			encarnado sólo en lanzar y en poner bolas y piedras >Se manipulan menos los anzuelos que en el tradicional, menor riesgo de herirse	>La gente tiene que trabajar en la ruta en vez de descansar >Hay que estar lanzando con la mano
PROTOTIPO 3: Bidón redondo pequeño medio	26 seg (3 marineros)	18 seg (1 marinero)	>No hay que estar concentrado en el encarnado sólo en lanzar y en poner bolas y piedras >Se manipulan menos los anzuelos que en el tradicional, menor riesgo de herirse	>Malas posturas para encarnar >La gente tiene que trabajar en la ruta en vez de descansar >Hay que estar lanzando con la mano >Muy inestable con mal tiempo
	44 seg (3 marineros)			
PROTOTIPO 4: Caja rectangular de madera de fondo en ángulo y doble bandejas	7 seg (3 marineros)	21 seg (1 marinero)	>Sale por sí solo, no hay que lanzar con la mano >Apenas se manipulan los anzuelos, riesgo muy bajo de herirse	>Se empacha mucho el aparejo sale muy liado >Hay que tener previstas de antemano las posiciones de bolas y piedras porque sale por dos lados a la vez >Menor número de anzuelos por volumen de caja que los otros prototipos
	28 seg (3 marineros)			
PROTOTIPO 5: Caja rectangular de plástico de fondo liso y doble canaleta	10 seg (3 marineros)	11 seg (1 marinero)	>Sale por sí solo, no hay que lanzar con la mano >Apenas se manipulan los anzuelos, riesgo muy bajo de herirse	>Hay que tener previstas de antemano las posiciones de bolas y piedras porque sale por dos lados a la vez >Menor número de anzuelos por volumen de caja que los otros prototipos
	21 seg (3 marineros)			

**Tiempo medio para encarnar 10 anzuelos seguidos, no se mide dentro de este valor las interrupciones por eventos aislados o para poner bolos y piedras*

*** Tiempo medio para largar 10 anzuelos seguidos, no se mide dentro de este valor las interrupciones por eventos aislados o para poner bolos y piedras*

VIRADO	Tiempo virado por cada 10 anzuelos (seg)***	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Tradicional: se encarna a la vez que se larga	73 seg (2 marineros) (otras 3 personas más tienen que estar recestear)	-	>Hace falta una persona más para el halador > Es necesario tener a varios marineros recestear
PROTOTIPO 1: Cajón cuadrado grande, durante nuestras pruebas	75 seg (2 marineros)	>Una persona menos en el halador >Se vira directo sin recestear	>Hay que estar concentrado para no saltarse las posiciones de los anzuelos durante los arreglos >A veces entre los dos marineros se tienen que esperar para guardar el orden de anzuelos y no liarlos
PROTOTIPO 1: Cajón cuadrado grande (barco de Iparralde)	28 seg (2 marineros)	>Una persona menos en el halador >Se vira directo sin recestear	>Hay que estar concentrado para no saltarse las posiciones de los anzuelos durante los arreglos >A veces entre los dos marineros se tienen que esperar para guardar el orden de anzuelos y no liarlos
PROTOTIPO 2: Cuba redonda gran diámetro	72 seg (2 marineros)	>Una persona menos en el halador >Se vira directo sin recestear	>Hay que estar concentrado para no saltarse las posiciones de los anzuelos durante los arreglos >A veces entre los dos marineros se tienen que

			esperar para guardar el orden de anzuelos y no liarlos
PROTOTIPO 3: Bidón redondo pequeño medio	63 seg (2 marineros)	>Una persona menos en el halador >Se vira directo sin recestear	>Hay que estar concentrado para no saltarse las posiciones de los anzuelos durante los arreglos >A veces entre los dos marineros se tienen que esperar para guardar el orden de anzuelos y no liarlos
PROTOTIPO 4: Caja rectangular de madera de fondo en ángulo y doble bandejas	71 seg (2 marineros)	>No es necesario llevar el orden de los anzuelos cada marinero lo va poniendo a su lado sin pensar en el otro >Se vira directo sin recestear	>Menor número de anzuelos por volumen de caja que los otros prototipos
PROTOTIPO 5: Caja rectangular de plástico de fondo liso y doble canaleta	64 seg (2 marineros)	>No es necesario llevar el orden de los anzuelos cada marinero lo va poniendo a su lado sin pensar en el otro >Se vira directo sin recestear	>Menor número de anzuelos por volumen de caja que los otros prototipos

*** Tiempo medio para virar 10 anzuelos seguidos, no se mide dentro de este valor las interrupciones por eventos aislados como arreglar punteras rotas, desempachar o quitar bolos y piedras

A la hora de valorar los tiempos de operación con los diferentes diseños obtenidos en las pruebas y que se muestran en las tablas superiores, es importante tener en cuenta la habilidad y la velocidad que se adquiere con la práctica. Un ejemplo claro de esto es que los prototipos 1, 2 y 3 tienen un concepto y diseño tal que deberían obtenerse valores similares al que se ha medido en el barco de Iparralde. Sin embargo en las pruebas de los prototipos se ha tardado el doble que lo que tardan el barco de Iparralde, tanto en largar como en virar. Es obvio que esta diferencia tiene que ver con la práctica de un barco que lleva años trabajando con este sistema frente a uno que es la primera vez que lo utiliza. Sin embargo la comparativa entre los prototipos, sí es válida, ya que la falta de práctica influye en todos los diseños por igual.

Sorprendentemente y en contra de lo esperable, según estos resultados, el sistema tradicional de largar y encarnar al mismo tiempo es el que mejores velocidades ofrece, entre 2 marineros tardan casi la mitad de tiempo que lo que tardan 3 marineros experimentados de Iparralde en encarnar y luego largar, y teniendo en cuenta sólo la fase de largado, son similares (10 anzuelos/15 segundos).

Cualquiera de los dos sistemas se puede adaptar fácilmente para largar y encarnar a la vez como lo hace el tradicional. Sin embargo parece lógico pensar que las cajas que tienen salida del aparejo a dos lados a la vez, facilitarían mucho el trabajo y la velocidad de los marineros en comparación tanto con las cestas tradicionales como con el resto de prototipos.

Si no se quiere usar el sistema de encarnado y largado simultáneo para evitar riesgos de heridas con los anzuelos, según los resultados de las pruebas, el mejor sistema es el prototipo 5. El más rápido y el más cómodo para trabajar.

En el caso del virado todos ellos dan velocidades similares, ya que el límite de las pruebas lo ha marcado más la velocidad de virado del halador que la capacidad de estibar los anzuelos en cada prototipo. Sin embargo la percepción de los tripulantes, es que el prototipo 5 sería el más rápido y cómodo para trabajar.

De los resultados de operativa de encarnado, largado y virado consideramos que el prototipo 5 es el que ofrece resultados más satisfactorios, mejorando sustancialmente la operativa tradicional y es el recomendado para la flota.

No obstante los barcos consideran un hándicap muy importante que tenga menos capacidad de anzuelos que otros sistemas, sobre todo en barcos más pequeños con limitación de espacio.

4.4 Estudio de viabilidad económica

4.4.1 Flota objeto de estudio

La flota que se analiza es la de los txikiaundis, tanto para el caso de la instalación de palangre cómo para la de cerco.

En el caso de cerco, se analizan sólo aquellos buques que legalmente pueden pescar a cerco, es decir, aquellos que aparecen como cerco en el Censo de la Flota Operativa Pesquera⁵. Actualmente ya existen txikiaundis que han empezado a ir a cerco: Lekanda, Demar, Amatsu, Gure Rober, Gure Giziziti (~Almirante Berria) y Oskarbi.

A partir de los datos de estos buques, se estimarán los ingresos que se pueden obtener si van a cerco. Demar, Nuevo Rober y Gure Giziziti han cambiado de dueño, por lo que la variación en los ingresos por operar a cerco puede que no se deba solo al cambio de arte sino también al conocimiento y forma de operar del nuevo dueño. Se va a asumir que el buque operará a cerco en enero, febrero, marzo, abril, mayo (sólo la primera quincena, ya que la segunda la dedican al cambio de arte), octubre (la segunda quincena, ya que la primera la dedican de nuevo al cambio de arte), noviembre y diciembre.

En el caso de palangre, se considera que operan con palangre en enero, primera quincena de febrero, abril, octubre, noviembre y diciembre. Las capturas con palangre se van a estimar teniendo en cuenta sólo aquellas especies que se capturan con este arte. Los buques tipo que se consideran para estimar los ingresos son Arlanpi e Itoitz.

⁵ <http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/la-pesca-en-espana/censo-de-la-flota-pesquera/censo.asp>

4.4.2 Datos

Los datos que se utilizan para la realización del análisis provienen de diversas fuentes:

- Datos aportados por la USGID (Unidad de Servicios de Gestión Integral de Datos) de AZTI. Se tratan descargas diarias por buque y especie. Estas descargas están valoradas tanto en peso (toneladas) como en euros.
- Censo de Flota Operativa Pesquera.
- Datos de Seguridad Social cedidos por la cofradía de Lekeitio.
- Datos de costes de implantación del arte de cerco obtenidos a partir de los datos enviados por Lebatzaleen Kooperatiba de Bermeo.

4.4.3 Modelos

El modelo se desarrolla en el programa estadístico R (<http://www.r-project.org/>), y se condiciona a través de ficheros Excel. Este modelo analiza la viabilidad de la inversión que debe de realizar un txikiaundi para ir a cerco o a palangre en un horizonte temporal de 10 años. En el modelo existen datos que no son conocidos, y estos datos se introducen como variables aleatorias, con distribución normal (con media igual al promedio estimado, y con una varianza que puede aumentar o no a lo largo del horizonte temporal considerado, dependiendo de la variable en sí).

4.4.4 Condicionamiento

Ingresos cerco

Se van a estimar los ingresos promedio adicionales que un buque obtendría por ir a cerco. Dado que es una estimación, y que cuanto más se aleja en el tiempo más incertidumbre existe, se ha a introducir una variabilidad que aumentará según van pasando los años. Se consideran en dos escenarios: especies típicamente de cerco (anchoa, sardina, chicharro negro y blanco, estornino), especies legales (todas aquellas que se pueden capturar con el arte de cerco).

Para el análisis del arte de cerco, se seleccionan los buques susceptibles de operar con este arte. Se eliminan los buques con una eslora superior a 27,55 metros, ya que los txikiaundis no suelen superar ese tamaño. También se eliminan todas las capturas que legalmente no se pueden pescar con el arte de cerco (congrío, bonito del norte, merluza, listado, besugo, san Pedro, calamares, lenguado, tintorera y trígidos). Aunque el verdel ha sido capturado por los txikiaundis con su arte de pesca tradicional (línea), en el presente informe se asume que van a dejar de hacerlo para pescarlo con cerco, ya que así obtendrían un mayor cupo de verdel. Adicionalmente, el cambio de arte se realizaría en la segunda quincena de mayo y la primera quincena de octubre. Por lo tanto, los ingresos con el arte de cerco que se van a estimar son los obtenidos en enero, febrero, marzo abril, primera quincena de mayo, segunda quincena de octubre, noviembre y diciembre. Cabe mencionar que dado que se simula que van a pescar verdel con cerco, y dado que Oskarbi fue a verdel con cerco en el año 2012, se han tomado el valor de las capturas de verdel del buque Oskarbi para estimar los costes de oportunidad.

El análisis descriptivo de lo que un barco promedio pesca con el arte de cerco en los meses en los que los txikiaundis están parados se muestra en la Figura 11. Cabe comentar que los buques aquí considerados llevan operando pocos años a cerco, por lo que tienen poca experiencia. Se asume, por lo tanto, un aumento de capturas progresivo hasta llegar a un 10% más a partir del tercer año de proyección por el aumento de experiencia de los patrones. Un ejemplo que justifica este aumento es el Oskarbi, que tiene más experiencia por lo que los ingresos medios son más altos. Se observa, que el ingreso promedio de todos los buques de los dos últimos años de la serie ronda en torno a 150.000 euros en el caso de todas las especies legales de cerco, y en torno a 143.000 euros en el caso de las especies características del cerco. En el caso de Oskarbi estos valores rondan en torno a 222.000 euros para todas las especies legales y 212.000 para las especies características de cerco (aproximadamente un 48% más que el valor promedio de todos los buques considerados).

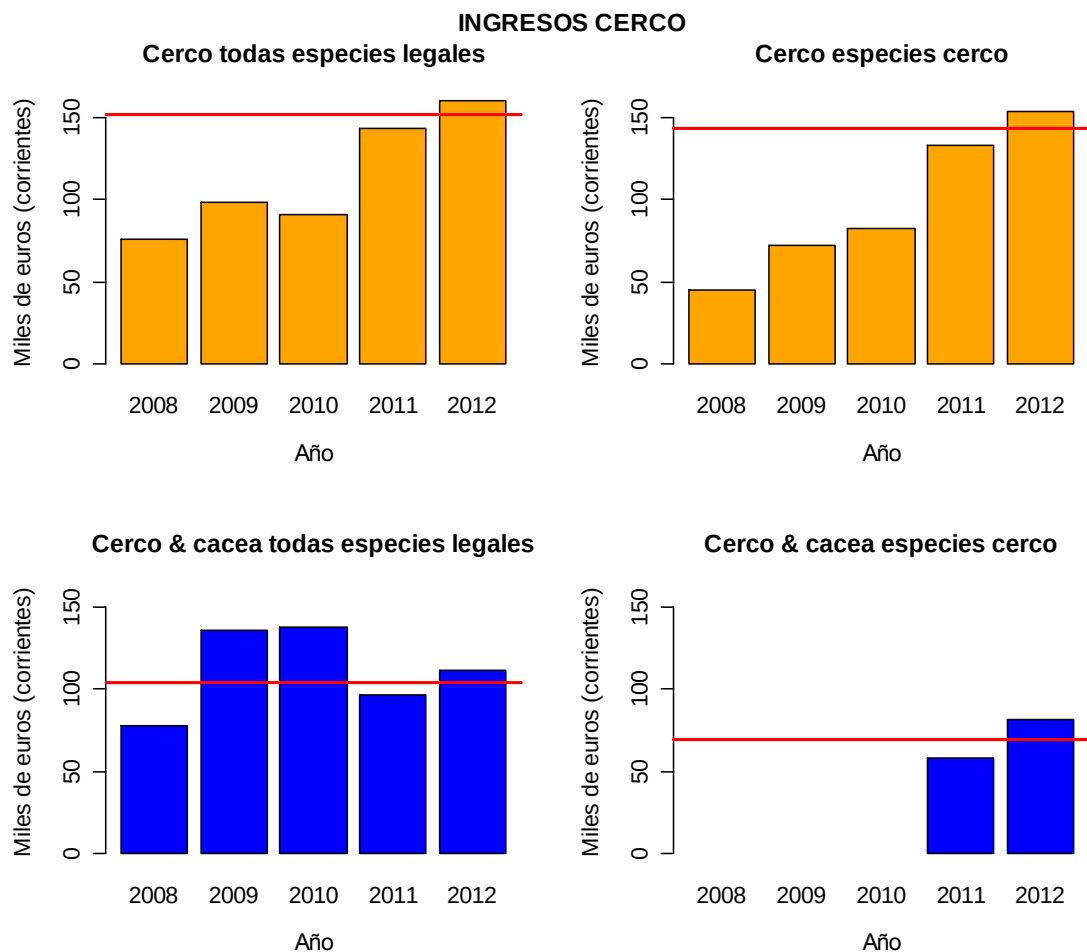


Figura 11: Ingresos promedio por buque de cerco. La línea roja representa el promedio de los 3 últimos años.

A la hora de estimar y predecir los ingresos adicionales, se consideran los ingresos promedio de los buques de cerco pescando únicamente especies de cerco, es decir, el gráfico de la parte superior derecha y también cerco capturando todas las especies legales. El promedio de ingresos se estimará tomando los últimos 2 años de la serie. Dada la incertidumbre en el horizonte temporal de 10 años, a los ingresos promedio estimados se les introduce una variabilidad que aumenta a lo largo del horizonte temporal ya que a medida que pasan los años, mayor incertidumbre. Además se asume un aumento de los ingresos hasta llegar al 10% en el tercer año por mejora del conocimiento del patrón.

Ingresos Palangre

En el caso del palangre, se estiman los ingresos de los barcos tipos considerados durante los meses de enero, primera quincena de febrero, abril, octubre, noviembre y diciembre. Las especies consideradas son aquellas típicas de palangre. En el caso de palangre los ingresos se estiman a partir de los datos mostrados en la Figura 12.

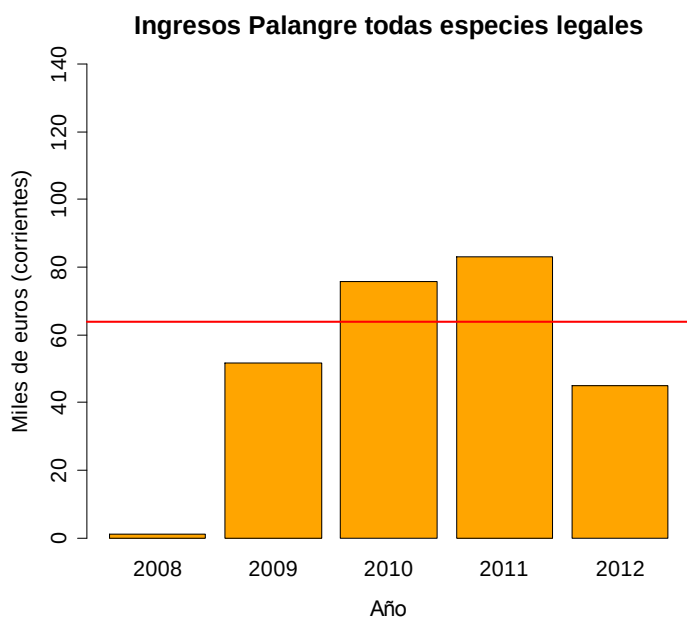


Figura 12: Capturas realizadas por los buques tipo de palangre. La línea roja es el promedio de los últimos tres años.

Se observa cómo los ingresos de palangre son inferiores a los ingresos por cerco situándose los ingresos promedios de los dos últimos años en torno a 64.000 euros. En el caso del palangre al ser una arte de pesca estático, se considera que la experiencia del patrón no es tan influyente como en el cerco y no supone un aumento significativo de ingresos a lo largo de los años.

Inversión Inicial: Una inversión, en el sentido económico, es una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por uno futuro. Se valorará la inversión inicial que tiene que realizar el armador para instalar el arte de cerco o palangre en el buque.

Los costes de ir a cerco han sido cedidos por Lebatzaleen Kooperatiba y contrastados por parte de expertos de AZTI. La inversión inicial asciende a 165.000 euros, como se puede ver en la tabla 8:

Tabla 8: Inversión inicial para ir a cerco

CONCEPTO	UNIDADES	EXPLICACIONES	AÑO 1
Aparejo_Cerco	euros	Inversión Inicial	50.000
Equipos de puente - Cerco	euros	Inversión inicial	15.000
Equipos de cubierta para faenar al cerco	euros	Inversión inicial	100.000
Total			165.000

Se va a asumir una subvención del 40% (por modernización) sobre los equipos de puente y los equipos de cubierta para faenar al cerco.

En el caso de palangre la inversión inicial se compone de los conceptos que figuran en la tabla 9.

Tabla 9: Inversión inicial para ir a palangre

CONCEPTO	UNIDADES	EXPLICACIONES	AÑO 1
Halador más montaje	euros	Inversión Inicial	6.000
Acondicionamiento del barco	euros	Inversión inicial	3.000
Otros equipos de virado	euros	Inversión inicial	1.000
Total			10.000

En el caso del palangre se asume una subvención del 40% (por modernización) sobre el acondicionamiento del barco y otros equipos de virado.

Gasto Inicial: Se refiere al coste del material necesario para operar a cerco o palangre y que tiene un período de reposición corto por lo que no se considera como inversión. En el caso de cerco no se considera gasto inicial. En el caso del palangre el gasto inicial se estima en 4.100 euros.

Costes: Se estiman los costes adicionales en los que incurre el armador por dedicarse durante los meses de parada a cerco o palangre. Se introduce igualmente una

variabilidad que aumenta a lo largo del tiempo en aquellos costes que no conozcamos su valor.

Costes variables

El arte de cerco y palangre conllevan unos costes de manutención necesarios para operar. Éstos son los que se muestran en la tabla 10 y 11 para el cerco y el palangre respectivamente.

Tabla 10: Costes variables para ir a cerco

Concepto	Unidades	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Rederas	euros	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Hilos	euros	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Paños	euros	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510	1.510
Corchos	euros	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Bragueros	euros	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695	1.695

Tabla 11: Costes variables para ir a palangre

Concepto	Unidades	AÑO1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Cebo	euros	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800	19.800
Viveres + hielo	euros	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550	11.550
Mant. aparejos	euros	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200

- Costes de personal

En el caso de cerco, según la información suministrada por Lebatzaleen Kooperatiba, la tripulación asciende a 10 hombres. La distribución de la partija y remuneración al personal es la siguiente:

$$\text{Salario por tripulante} = \frac{(\text{Importe capturas} - \text{Gastos de monte mayor}) \times 50\%}{11 (10 \text{ tripulantes} + \frac{1}{2} \text{ lonjero} + \frac{1}{2} \text{ neskatilla})}$$

Siendo el monte mayor la suma de los víveres, seguridad social y reparaciones de equipos de pesca.

En el caso de palangre tenemos en cuenta que trabajan aproximadamente 5 tripulantes + 1 bodeguero + 2 neskattillas. Después de descontar los gastos de monte mayor (cebo, víveres, y alguna reposición de fungibles) se reparte al 50% entre la tripulación y el armador. Del 50% que corresponde a la tripulación (incluido el patrón) se divide de la siguiente forma: se divide entre 8 partes, de las cuales media parte va para el bodeguero y otra para la neskattillas, y el resto para la tripulación. Se asume que el armador es el patrón, el cual obtiene ingresos también por el 50% restante.

Los costes de personal incluyen tanto los sueldos y salarios como los costes de la seguridad social.

- Seguridad social

Los costes de seguridad social se estiman a partir de los datos recibidos de la cofradía de pescadores de Bizkaia (ANEXO 1). Las bases de cotización son las referentes al año 2013, para la flota de cerco de Bizkaia o Gipuzkoa (ANEXO 2). El número de trabajadores necesarios para ir a cerco son 10, y además se precisa de un lonjero a media jornada y de una neskattilla a media jornada. Se aplica un coeficiente reductor del 2/3 (ANEXO 3). Según la información recibida por la cofradía de Lekeitio, los datos a utilizar para la estimación de los costes de seguridad social son:

- Contingencias comunes (bonificación de 2/3): 280 euros/persona/mes
- Accidentes (no bonificación) : 86 euros/persona/mes
- Igualatorio (no bonificado) : 132 euros/persona/mes
- MARSH (no bonificado). Es un seguro privado: 5 euros/persona/mes
- FG/FP/D (bonificado 2/3): 83 euros/persona/mes

Total = 586 euros/persona/mes

En el caso de palangre se va a considerar la misma cifra.

Costes de gasóleo

Los costes de gasóleo son costes variables, pero dada su importancia, se analizan por separado. Para ir a cerco se estima un consumo adicional de gasóleo de 70.000 litros al año. El precio promedio de 0,62 euros/litro. En el caso del palangre, los costes de gasoil estimados rondan los 27.000 euros anuales.

- Predicción en el horizonte temporal de 10 años de los costes

Los costes promedios se proyectan en un horizonte temporal de 10 años con una incertidumbre que aumenta según pasan los años, y se han proyectado tal y como muestran las figuras 13 y 14 para cerco y palangre respectivamente.

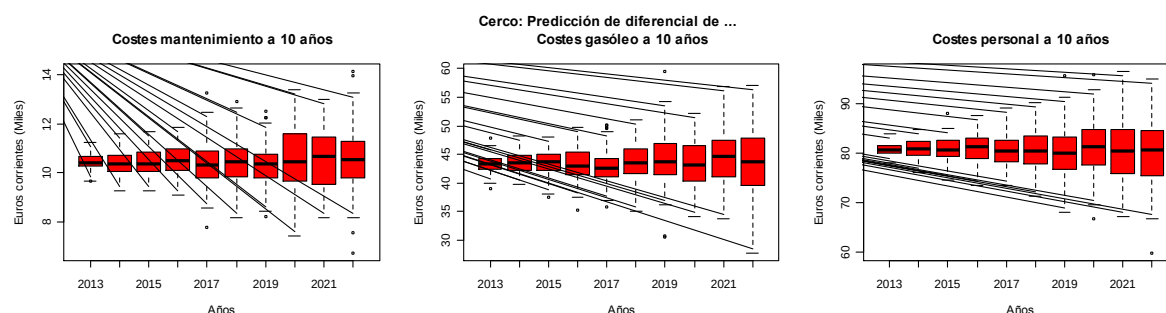


Figura 13: Predicción del diferencial de ingresos y costes de la utilización del arte de cerco durante los meses de inactividad de los txikiaundis. Notad que los ejes de ordenadas tienen diferentes niveles.

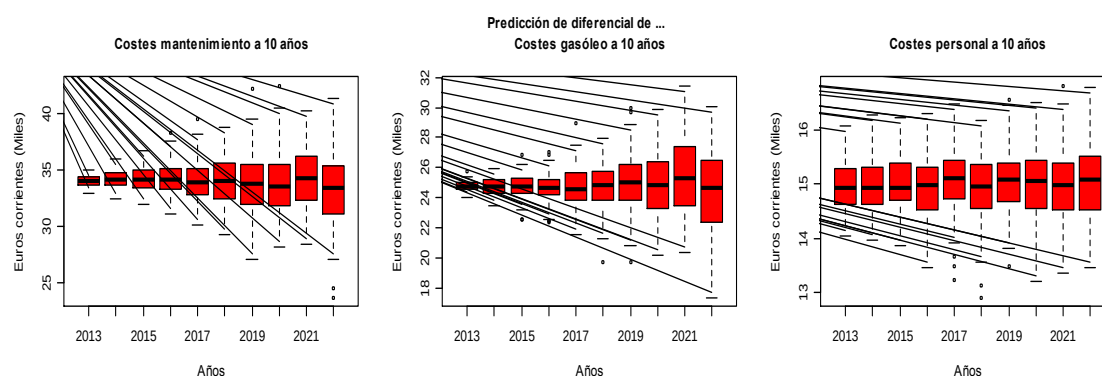


Figura 14: Predicción del diferencial de ingresos y costes de la utilización del arte de palangre durante los meses de inactividad de los txikiaundis. Notad que los ejes de ordenadas tienen diferentes niveles.

Coste de oportunidad del verdel

En el caso del cerco se han estimado los costes de oportunidad por no ir a verdel a líneas, es decir, lo que los buques dejan de obtener por capturar verdel a líneas. Para ello se han seleccionado unos buques de referencia: Almikeko Ama, Anduiza Anaiak, Beti Begoñako ama, Canalechebarria, Caraba, Demar, Izurdia Maitea, Leporre Anaiak y Maria Digna Dos.

A partir de estos buques se han estimado los ingresos promedios de ir a verdel los meses de febrero y marzo. Los valores fiables de los que se disponen son los que se refieren a los años 2009 y 2010. Sabiendo que en el año 2011 - 2013 las capturas de verdel han estado más restringidas, al promedio se le aplica un coeficiente de reducción del 80%, con lo que la estimación de ingresos se situaría en torno a 50.000 euros promedio. A estos costes de oportunidad se les introduce una gran incertidumbre dado el desconocimiento de lo que va a pasar con las cuotas de verdel. A estos ingresos se les descuentan los costes variables y de combustibles asociados (según meses de actividad), por lo que los costes de oportunidad ascienden a aproximadamente 33.000 euros promedio.

4.4.5 Indicadores

El modelo se desarrolla en el programa estadístico R (<http://www.r-project.org/>), y se condiciona a través de ficheros Excel. Este modelo analiza la viabilidad de la inversión que debe de realizar un txikiaundi para ir a cerco o a palangre en un horizonte temporal de 10 años

Valor Actual Neto (VAN): El valor actual neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa que se establece entre 0% y 5%) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto. El fin es determinar la equivalencia en el año actual de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando

dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado

Tasa interna de retorno (TIR): La tasa interna de retorno es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa crítica de rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toman como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido.

Fórmula de cálculo de la aproximación a TIR:

$$TIR = \frac{-A + \sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n iQ_i}$$

Donde:

- r = Tasa de retorno de la inversión.
- A = Valor de la Inversión Inicial.
- Q_i = Valor neto de los distintos flujos de caja. Se trata del valor neto así cuando en un mismo periodo se den flujos positivos y negativos será la diferencia entre ambos flujos.

Notad que es una estimación o una aproximación que sirve para hacer comparativas, pero no se debe de tener en cuenta los niveles ya que pueden variar del TIR real. El TIR real se calculará en aquellos casos en los que sea posible.

Periodo de retorno de la inversión (PRI): Permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su inversión inicial.

Flujo de pérdidas: El flujo de pérdidas se compone de los costes variables, costes de personal y costes de gasóleo por ir a cerco o palangre en vez de quedar parado.

Flujo de ganancias: Se ha tenido en consideración una única fuente de ganancia, la que proviene de las capturas adicionales por ir a cerco o palangre.

4.4.6 Resultados

Para evaluar la viabilidad de la inversión se analizan los indicadores explicados en el apartado anterior. Para la flota de cerco se han realizado dos simulaciones, una en la que se consideran los ingresos que provienen de las especies típicas del cerco y una segunda simulación donde se consideran no sólo aquellas especies típicas, sino todas las especies legales.

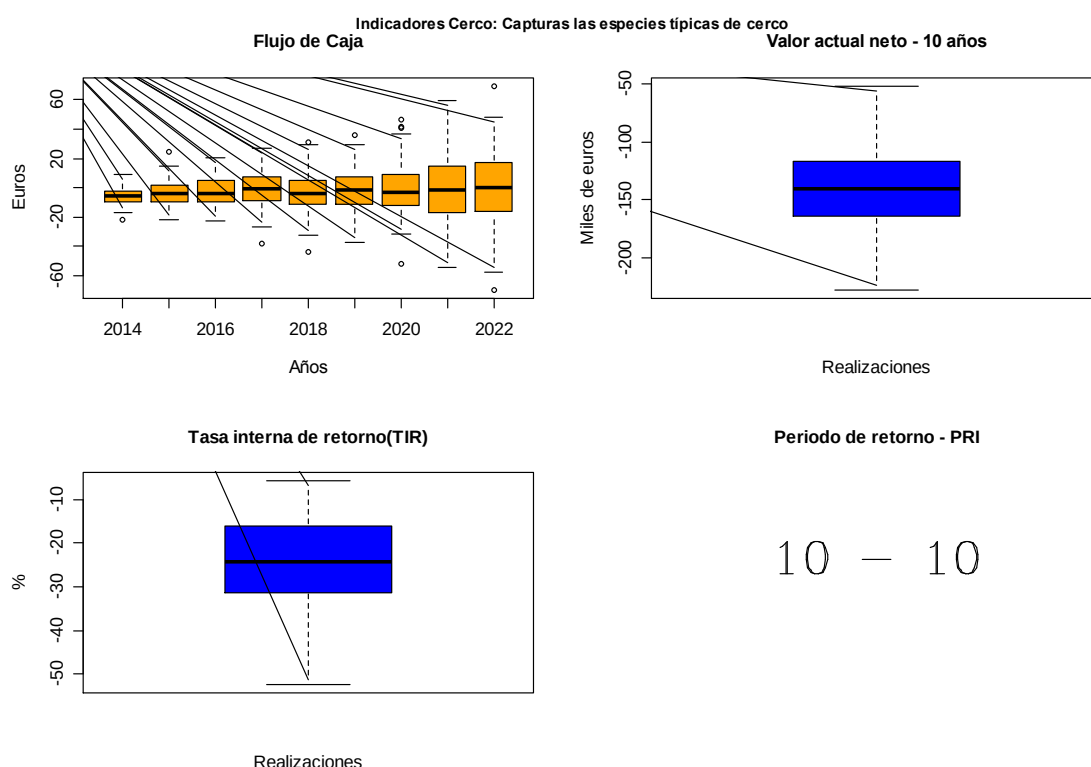


Figura 15: Indicadores de la inversión de txikiaundis para cerco sólo especies típicas de cerco.

Según muestra la figura 15, en la que se consideran los ingresos que provienen de las especies típicas de cerco, vemos que valores de los indicadores son en general negativos. Los flujos de caja son negativos en la mayoría de las realizaciones, lo que acumula un VAN negativo a lo largo de los 10 años. La TIR estimada también toma valores negativos, por lo que la inversión no se recuperaría ni en 10 años. Dado que los flujos de caja son negativos, la inversión no se recuperaría nunca. En el flujo de caja están descontados los salarios de los empleados, que se situaría entre 500 y 900 euros al mes (durante los 7 meses de cerco, descontada la Seguridad Social). Para obtener un flujo de caja positivo y así recuperar la inversión en cinco años, los ingresos deberían incrementarse por lo menos un 20% (manteniendo los mismos costes). Si los ingresos aumentasen un 20% entonces el VAN a 10 años sería positivo (superior a 11.000 euros), la TIR sería de 5% y la inversión se recuperaría entre 5 y 10 años. En este caso el salario medio mensual de los meses de cerco se situaría entre 700 y 1400 euros. Teniendo en cuenta que el Oskarbi captura en valor el 46% más que la media, este aumento podría haber llegado a obtenerse en algún caso.

En la figura 16 vemos qué ocurre si en vez de estimar los ingresos provenientes sólo de las especies típicamente de cerco lo estimamos a partir de todas las especies que estos buques pueden pescar legalmente.

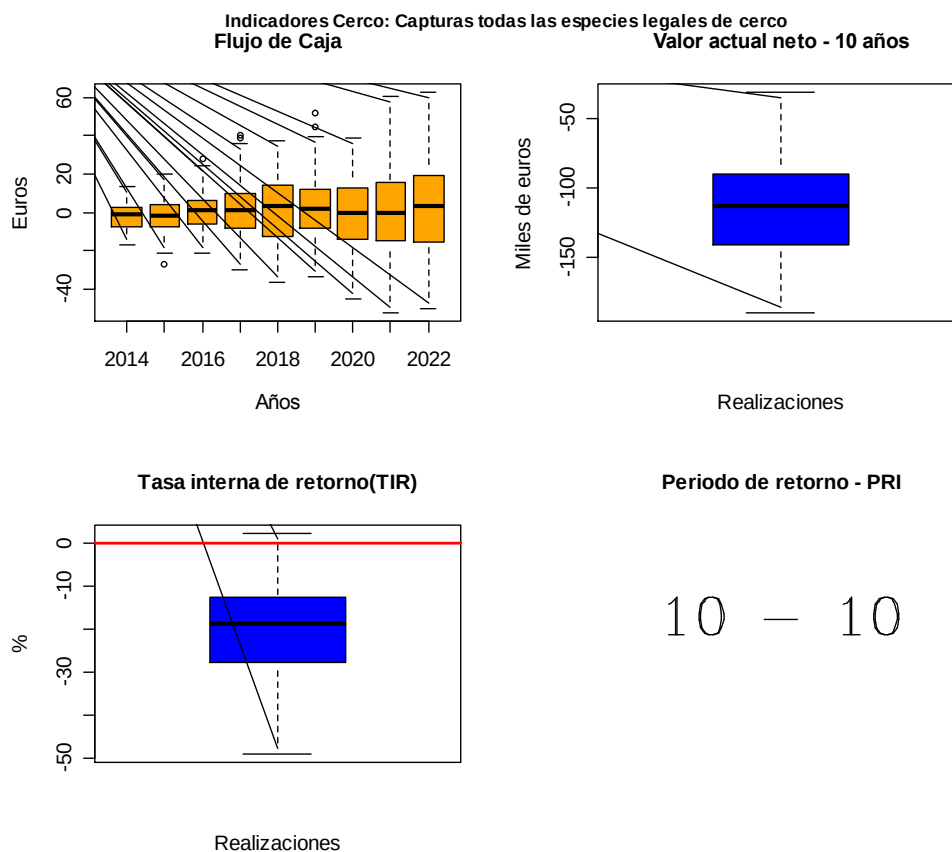


Figura 16: Indicadores de la inversión de txikiaundis para cerco con todas especies legales de cerco.

En este caso los ingresos son mayores, luego los indicadores mejoran pero no lo suficiente para que sea un inversión económicamente viable. Se obtienen unos flujos de caja negativos, y consecuentemente un valor actual neto negativo. La tasa TIR es negativa y la inversión inicial no se recupera en un plazo ni en 10 años. La tripulación pasaría a ganar entre 600 y 1000 euros mensuales durante los meses que se pescan utilizando la modalidad de cerco. Para que la inversión fuese rentable, el nivel de ingresos debería aumentar (manteniendo los mismos costes) por lo menos un 15%. Con este aumento los flujos de caja serían positivos, con un VAN de en torno a 20.000 euros, el TIR se situaría en torno a 5.7% y el salario mensual de los meses que se dediquen a cerco se situaría entre 670 y 1.200 euros mensuales.

En el caso de palangre los resultados son los que muestra la figura 17. Los resultados preliminares de la inversión en palangre tampoco indican que sea una inversión económicamente viable. Tanto los costes de gasóleo como los de mantenimiento de este arte son muy altos en comparación con los ingresos que se obtiene. Por lo tanto los flujos de caja que se estiman son negativos, el valor actual neto también y la TIR negativa. La inversión no se recuperaría ni en diez años, y el salario medio mensual por tripulante rondaría entre 80 y 260 euros. Para que la inversión fuese económicamente viable, los ingresos tendrían que aumentar un 70%, con ello se conseguirían unos flujos de caja anuales positivos, y un VAN en torno a 5.400 euros, y un TIR en torno al 5%. El sueldo mensual de los tripulantes se situaría entre 600 y 1.200 euros mensuales. Se tardaría entre 3 y 10 años en recuperar la inversión inicial. En este sentido el aumento de ingresos debe de ser considerable, pero teniendo en cuenta que sólo hemos analizado dos buques para estimar los ingresos, cabe comentar que los ingresos de ambos buques difieren considerablemente. Uno de los buques en el año 2011 superó el nivel de ingresos necesarios para que la inversión sea económicamente viable, sin embargo el otro buque no ha logrado en ningún año de los considerados el nivel de ingresos necesario para hacer frente a la inversión y costes de mantenimiento de palangre.

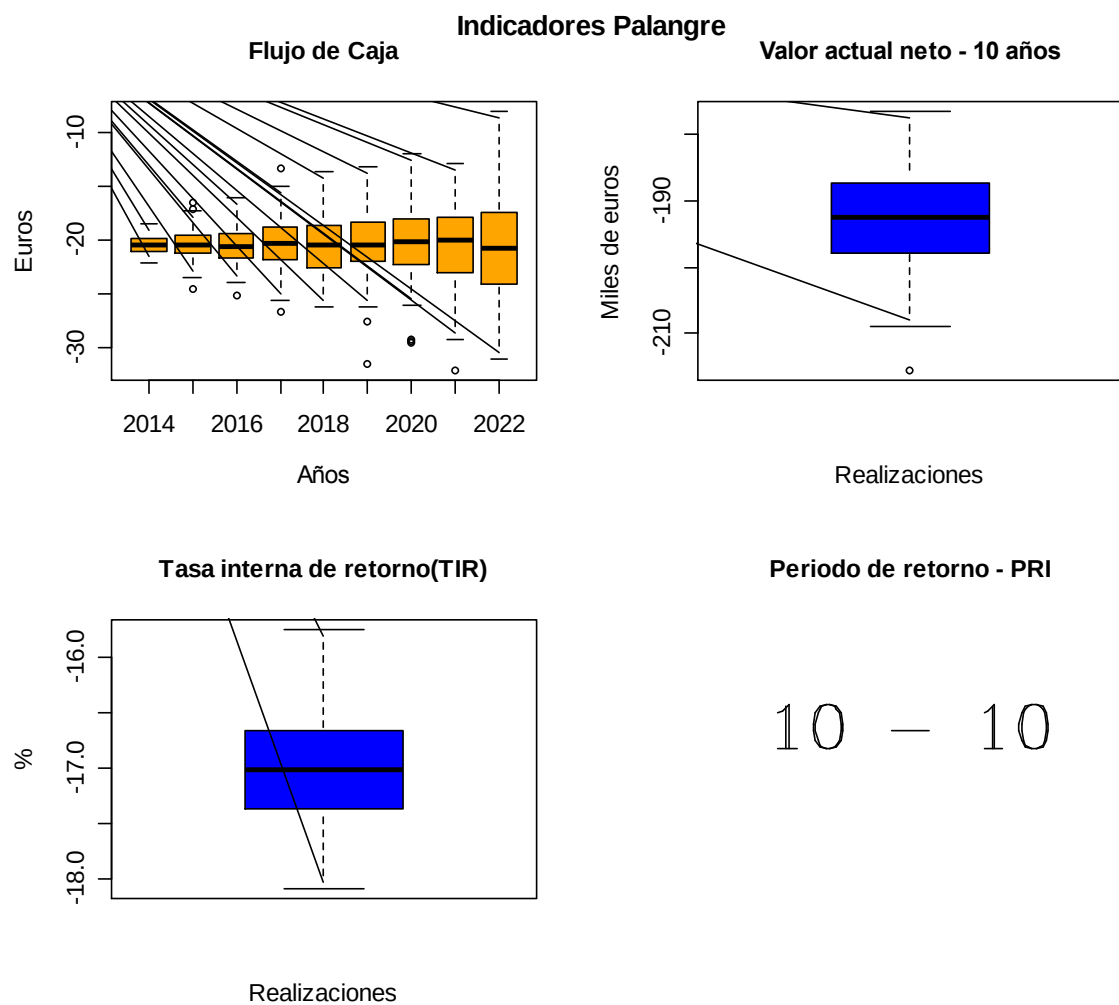


Figura 17: Indicadores de la inversión de txikiaundis para palangre.

5. CONCLUSIONES

CERCO

Operativa: Equipos y Maniobra buques de Cerco

- La flota de cerco de bajura de Euskadi ha alcanzado un nivel tecnológico muy alto y los equipos en uso por esta flota pueden ser perfectamente implantados en barcos del tipo “txikiaundis” para mejorar la maniobra: Triplex fijo de cubierta, tubo guía, estibador de red, bombas de succión de pescado.
- Existen otros equipos/máquinas que sin estar plenamente implantados en Euskadi pueden ser muy útiles y favorecer la maniobra: Estibador de jareta y bote con sistema de arriado-virado en rampa
- La tecnología aplicable a los barcos de cerco sigue evolucionando y en Noruega se está automatizando el estibado de la red, relinga de plomos y relinga de corchos, en cerqueros de gran tamaño. El sector considera que en un futuro podría ser interesante desarrollar un sistema ad hoc para estibar automáticamente la red a popa, eliminado o reduciendo el número de marineros.
- Según las previsiones de tripulación para un barco del tipo txikiaundi como el que se ha diseñado, implantando todas las tecnologías y adelantos de la maniobra de cerco, podría operar con 5 marineros y 1 patrón, lo cual coincide con el número de tripulantes normal que suelen tener los txikiaundis cuando trabajan a verdel línea y cacea bonito. Por lo tanto se trabajaría siempre con el mismo número de tripulantes.

Pruebas Luces LEDs para la modalidad de CERCO

- Teniendo en cuenta la capacidad visual de la anchoa y el verdel para percibir las diferentes longitudes de onda que conforman los colores, se puede deducir

que el azul y el violeta serán colores que puede verse y distinguirse más fácilmente, mientras que el naranja y el rojo serán los colores que se perciben con más dificultad. Sin embargo para la seguridad de la navegación conviene no utilizar el color rojo para alumbrar zonas del barco, ya que podría causar confusión a otros barcos con la luz de señalización de babor, por lo que se aconseja utilizar el color naranja.

- De las características de visibilidad de los colores en el agua del mar, se deduce que el azul es el color que es visible a más profundidad, al contrario que el rojo que será el color que más rápidamente desaparece con la profundidad. Coincidiendo plenamente con la capacidades visuales de los peces. Por lo tanto parece obvio pensar que si se busca utilizar las luces que menos pueda ver el pez, hay que evitar los colores más cercanos al azul y utilizar colores de luz más cercanos al rojo.
- Aunque es probable que con niveles de iluminación tan bajos, aunque visibles, las luces LEDs instaladas en el guardacalor no supongan ningún problema y no espanten al banco de peces, sobre todo teniendo en cuenta que el cardumen se encuentra a cierta profundidad. Para eliminar por completo cualquier tipo de efecto negativo sobre el pescado, se aconseja instalar la luces sólo por debajo de la regala. Esto permite iluminar las zonas de paso mejorando la seguridad a la vez que son invisibles para los peces.

PALANGRE

Operativa: Equipos y Maniobra de Palangre

- El análisis de partida ha establecido que los condicionantes que en mayor medida afectan a la operativa, seguridad y el confort laboral en la pesca con palangre de merluza son:

- La necesidad de dos personas para operar con un halador de platos
 - la maniobra de encarnar y largar el aparejo a la vez
 - Recestear el aparejo: una vez al virar y luego volverlo a pasar a otra cesta para dejarlo bien estibado, arreglado y sin enredos. El recestado duplica el trabajo, por lo que para reducir trabajos y esfuerzos innecesarios hay que virar y dejar el aparejo arreglado, ordenado y listo de una sola vez, evitando el recestado.
- Las soluciones de equipos/tecnología para eliminar/reducir los problemas detectados han sido:
 - Utilizar los nuevos modelos de haladores de bandas (rodillos+cinchas) que viran por si solos sin necesidad de que un hombre tenga que tirar del aparejo.
 - Diseñar y probar diferentes prototipos de cestas y procesos de trabajo con palangre para establecer el más adecuado:
 - Prototipo 1: Cajón de madera con sistema de punteras ensartadas en la goma
 - Prototipo 2: Cuba de plástico con sistema de punteras ensartadas en la goma
 - Prototipo 3: Bidones acondicionados, con sistema de punteras ensartadas en la goma
 - Prototipo 4: Caja de madera con doble sistema de bandejas
 - Prototipo 5: Caja de plástico con doble sistema de canaleta

Pruebas de prototipos

- Al contrario de todas las previsiones, encarnar y largar a la vez, es el sistema más veloz y donde la tripulación tiene que dedicar menos tiempo de trabajo, aún incluso si se compara con barcos muy experimentados que utilizan el sistema de encarnado previo (Iparralde)
- Por otro lado encarnar el aparejo en el mismo momento en que se larga es más peligroso porque se manipulan más los anzuelos y se incrementa el riesgo de herirse con ellos
- En el caso de que se encarne previamente, el prototipo 5 es el mejor porque se puede trabajar cómodamente sobre una mesa y además tiene la posibilidad de tener cartuchos llenos de sardinas en el congelador, lo que facilita el encarnado
- En caso de largarse con el sistema de encarnado previo, el prototipo 5 es el mejor ya que el aparejo sale por si sólo y no se toca. Necesita eso sí, haber situado las bolas y las piedras en el anzuelo correspondiente cuando se ha encarnado
- Para el virado, los prototipos 4 y 5 destacan sobre los demás porque permiten evitar el recestado y también las posibles confusiones de los sitios de colocación de los anzuelos que se dan en los sistema de punteras ensartadas en la gomas y además también se evitan los lapsos de espera entre los dos marineros para coordinarse, ya que no es necesaria ninguna coordinación entre ellos (cada marinero trabaja independientemente su zona de la caja).
- No obstante los barcos consideran un hándicap muy importante que los prototipos 4 y 5 tengan menos capacidad de anzuelos que otros sistemas, aproximadamente la mitad, sobre todo en barcos más pequeños con limitación de espacio.

VIABILIDAD ECONÓMICA

- A priori, ninguna de las dos inversiones, ni a cerco ni a palangre, parece que sea económicamente viable para las flotas.
- La inversión en palangre da peores resultados que la de cerco.
- Para que sea económicamente viable la inversión en el arte de cerco, los ingresos promedios estimados tendrían que aumentar en un 20%. Esta cifra puede ser alcanzable de modo plausible ya que el incremento de capturas a lo largo de los años por mayor experiencia del barco puede ser significativamente mayor que el que se ha considerado, tomando como referencia el buque Oskarbi que no tiene un desplazamiento muy superior a los txikiaundis ni un equipamiento tan moderno y sofisticado como otros cerqueros de la flota vasca, captura incluso más que los ingresos necesarios para que la inversión sea económicamente viable. Si se consigue este aumento del 20%, la inversión inicial se recuperaría entre 5 y 10 años y el salario promedio mensual de la tripulación sería de entre 700 y 1.400 euros.
- En el caso del palangre, el aumento de ingresos tendría que ser de un 70%. En este caso, el nivel de ingresos necesario para que la inversión en palangre sea económicamente viable se ha alcanzado en dos años de los 5 años disponibles por un buque de los dos buques analizados. Si se consigue el aumento del 70% en el valor de las descargas, la inversión inicial se recuperaría entre 3 y 10 años, y el salario medio rondaría en torno a los 600 y 1.200 euros por tripulante y mes.
- Sin embargo, en el análisis no se ha considerado la función de demanda inversa, es decir, no se ha analizado como afectaría al precio la mayor descarga de determinadas especies. Esto podría influir negativamente en los resultados.

- Tampoco se ha analizado si las pesquerías podrían soportar un aumento de esfuerzo a cerco o palangre. Esto podría igualmente influir negativamente en los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

DECRETO 204/1994, de 7 de junio, por el que se regula el ejercicio de la Pesca con determinadas artes en las costas del País Vasco. 3 pp. BOPV nº 123.

DECRETO 290/2005, de 11 de octubre, por el que se establece la estructura orgánica y funcional del Departamento de Agricultura, Pesca y Alimentación. 23 pp. BOPV. nº 203.

LEY 6/1998, de 13 de marzo, de pesca marítima. 23 pp. BOPV. nº 62.

ORDEN AAA/1307/2013, de 1 de julio, por la que se establece un Plan de gestión para los buques de los censos del Caladero Nacional del Cantábrico y Noroeste. 22 pp. BOE. nº 165.

REAL DECRETO 429/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen medidas de ordenación de la flota pesquera de cerco. 2 pp. BOE. nº 65.

Juan Herrero J., Pérez R.M., 1997. La visión en los peces: fenómenos de plasticidad sináptica en la retina. En: *Acuicultura: biología marina* / [editores] Salvador Zamora Navarro, Blanca Agullero Díaz, M^a del Pilar García Hernández. Murcia: DM,. ISBN 84-89820-51-1, pp. 141-162

Sergei L. Kondrashev et al., 2012. Structure and spectral sensitivity of photoreceptors of two anchovy species: *Engraulis japonicus* and *Engraulis encrasicolus*. Elsevier, Vision Research. Volume 68, 1 September 2012, Pages 19–27

Sergei L. Kondrashev et al., 2012. Three cone opsin genes determine the properties of the visual spectra in the Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* (Engraulidae, Teleostei). *The Journal of experimental Biology*

Hoar W. S., Randall D. J., 1971. *Fish Physiology. Sensory Systems and Electric Organs*. Academic Press INC. Orlando, Florida.

Bone Q., Marshall N. B., 1982. *Biology of Fishes*. Blackie & Son Limited. Glasgow.

Kumar S., Tembhre M., 1996. Anatomy and Physiology of Fishes. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las empresas JOSE IGNACIO ZABALETA Y OTROS, C.B. y JOSE LUIS POUSO Y ZIGOR URQUIDI C.B por su ayuda y participación en las actividades que se mencionan en este informe y en especial a los patrones, tripulación y rederas de los buques DEMAR y LAGUN BI; así como a la colaboración de DAVID OTERO, patrón y armador del buque URDAIBAI BAT.