

Egoitza / Sede Bizkaia

Txatxarramendi ugartea z/g

E-48395 Sukarrieta – Bizkaia (Spain)

Tel.: +34 946 029 400 – Fax: +34 946 870 006

Egoitza / Sede Gipuzkoa

Herrera Kaia – Portu aldea z/g

E-20110 Pasaia – Gipuzkoa (Spain)

Tel.: +34 943 004 800 – Fax: +34 946 572 555

Egoitza / Sede Bizkaia

Astondo Bidea, Edificio 609, Parque tecnológico de Bizkaia

E-48160 Derio – Bizkaia (Spain)

Tel.: +34 946 574 000 – Fax: +34 946 572 555

<http://www.azti.es>

E-mail: info@azti.es

Informe Justificación Final
(Exp. GV 04-2013-00558)

Viabilidad Conceptual de la combinación pesca y acuicultura marina para el abastecimiento de atún rojo (*Thunnus thynnus*) al mercado alimentario.



para:

**Dirección de Pesca y Acuicultura
Dpto. de Desarrollo Económico y Competitividad
Eusko Jaurlaritza – Gobierno Vasco**

Pasaia, 13 de Noviembre de 2014

Tipo documento INFORME FINAL

Título documento ABATÚN- Viabilidad Conceptual de la combinación pesca y acuicultura marina para el abastecimiento de atún rojo (*Thunnus thynnus*) al mercado alimentario.

Fecha 13/11/2014

Cliente Dpto. de Desarrollo Económico y Competitividad
D. Bittor Oroz
D. Leandro Azkue

Autor/es Diego Mendiola

Guzman Diez
Marga Andrés
Xabier Aboitiz
Esteban Puente

Revisado por J.Mader

Fecha 14/11/2014

Aprobado por L. Motos

Fecha 14/11/2013

ÍNDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO	12
2. ANTECEDENTES	14
3. OBJETO DE LOS TRABAJOS.....	3-17
4. MATERIAL Y METODOS	18
4.1 Vigilancia de mercado y aproximación a modelo de negocio.....	18
4.2 Aspectos legales para posibilitar la actividad de engorde.	19
4.3 Definición de actividad y tecnología de engorde.....	21
4.4 Vision-contexto de estudio	23
5. RESULTADOS	24
5.1 Vigilancia de mercado y aproximación a un modelo de negocio	24
5.1.1 Producción pesquera, precios y cuotas del atún rojo	25
5.1.2 Producción de acuicultura de atún rojo	29
5.1.3 Segmentos y canales de mercado	34
5.1.4 Competencia	40
5.1.5 Tipos de producto y factores en primera venta	43
5.1.1 Propuesta de modelo de negocio.....	44
5.2 Aspectos legales para posibilitar la actividad de engorde	47
5.2.1 Normativas a interpretar	47
5.2.1.1 Normativas asociadas a la actividad de pesca y captura	48
5.2.1.2 Normativas asociadas a la ocupación del espacio marino.....	50
5.2.1.3 Normativas asociadas al engorde acuícola	51
5.2.1.4 Procedimiento necesario para solicitud de permisos.....	52
5.2.2 Zonas aptas para la instalación de jaulas marinas.....	54
5.2.2.1 Cobertura de estudio	54
5.2.2.2 Exposición al oleaje	54

5.2.2.3	Tipología sedimentaria de los fondos marinos	55
5.2.2.4	Conflictos de uso.....	55
5.2.2.5	Emplazamientos potenciales	56
5.2.2.6	Información océano-meteorológica	59
5.2.2.7	Emplazamientos seleccionados para las condiciones de Euskadi.....	65
5.3	Definición de la especie, tecnología de engorde y rentabilidad en Euskadi.....	68
5.3.1	Caracterización general del atún rojo (Thunnus thynnus thynnus) como especie.	68
5.3.2	Entrevistas con expertos para resolución de aspectos locales	74
5.3.2.1	Visión del sector acuicultura sobre el engorde de atún en el Euskadi	74
5.3.2.2	Visión del sector pesquero local sobre el engorde de atún en el Euskadi.....	78
5.3.3	Prospectiva de viabilidad técnica del engorde en Euskadi	81
5.3.3.1	Experiencias previas	81
5.3.3.2	Escala e intensidad de producción	83
5.3.3.3	Localización, estacionalidad y distribución del atún rojo.....	84
5.3.3.4	Capturabilidad del atún rojo para engorde	86
5.3.3.1	Cargas de explotación, manejo y alimentación para engorde	92
5.3.3.1	Datos de crecimiento natural del atún rojo en el Golfo de Bizkaia.....	96
5.3.3.2	Despesques, sacrificado y manipulación para engorde.....	101
5.3.3.1	Exigencias físico-químicas para zootécnica de engorde	106
5.3.4	Descripción y cálculos de las instalaciones	109
5.3.4.1	Instalaciones en el mar.....	109
5.3.4.2	Otros medios de producción.....	118
5.3.4.3	Calculos justificativos orientativos	122
5.3.5	Análisis preliminar de viabilidad económica	140
5.3.5.1	Introducción al planteamiento de partida	140
5.3.5.1	Escenarios.....	141
5.3.5.1	Fuente de asunciones, modelo, indicadores y riesgos	141

5.3.5.2	Asunciones técnicas	144
5.3.5.3	Resultados de inversión, distribución de costes y punto de equilibrio	145
6.	CONCLUSIONES GENERALES	156
7.	BIBLIOGRAFÍA	160
8.	AGRADECIMIENTOS	162
9.	ANEXOS	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Diagrama del contexto de estudio. La parte que aborda el presente trabajo es la parte central del diagrama. La realización de una prueba piloto quedaría sujeta a los resultados obtenidos mediante el presente estudio, suponiendo una segunda fase de.....	23
Figura 2.	Descargas de Atún rojo Hondarribia en (1945-2011) comparadas con el total de capturas de cebo vivo obtenidas por la flota española en el Golfo de Bizkaia.....	25
Figura 3.	(A.) Evolución del precio medio (€) por kg de atún rojo en relación al volumen de captura desembarcada en la CAE. Como se observa, existe una relación inversa entre precio y captura que se define de la siguiente manera: $\text{Precio} = 13.9381 - 1.2539 \cdot \ln(\text{Capturas})$; donde el $R^2 = 0.83$, F de 55.14; (B.) Evolución conjunta de cuota, capturas y precio medio del atún rojo desembarcado en la CAE.	28
Figura 4.	Iniciativas, comercial consolidada (en rojo) y experimental (en azul) de cultivo de atún de ámbito mundial registradas en los últimos años (ETXEBASTAR, T. Galaz per.comm)..	33
Figura 5.	Formato del producto fresco de atún rojo que se envía a Japon.	36
Figura 6.	Formato del envío del producto fresco de atún rojo (Ricardo Fuentes S.A).....	38
Figura 7.	Principales grupos y facturación de la restauración de Sushi en Francia (http://www.euromonitor.com/).....	39
Figura 8.	Partes del atún, contenido en grasa esperado y destino expedición mas frecuente (Fuente: http://www.grupbalfego.com/?p=atún).....	43
Figura 9.	Diferentes tipologías del producto de atún rojo expedido. Arriba, formato crudo de lomo de atún (nivel de transformación máximo al que llega el productor para el mercado delicatessen ó food service). Abajo, barquetas comercializadas de sushi (nivel de transformación no abarcado por el productor).....	44
Figura 10.	Cuadro CANVAS de modelo de negocio propuesto para la actividad de engord de Atún rojo en Euskadi.	46
Figura 11.	Procedimiento completo con cronograma, para la solicitud de permisos para la instalación de jaulas marinas de atún rojo en el País Vasco.....	53
Figura 12.	Zona de estudio comprendida entre 40 y 70 m en la costa vasca.	54
Figura 13.	Grado de exposición al oleaje en la costa vasca.	55

Figura 14.	Tipos de fondos predominantes en la costa vasca. En rojo los fondos duros o rocosos, en ocre los fondos blandos (arenosos y limosos).....	55
Figura 15.	Zonas con otros usos (zonas de baño, emisarios, zonas protegidas, zonas de pesca, zonas portuarias, cables marinos y zonas de dragado, principalmente) que podrían interferir o impedir la instalación de jaulas de acuicultura en el País Vasco.....	56
Figura 16.	Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre cabo Matxitxako y Elantxobe.	57
Figura 17.	Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre Lekeitio y Ondarroa.....	57
Figura 18.	Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre Donostia y Pasaia.....	58
Figura 19.	Zonas potenciales para instalación de jaulas caracterizadas por la tipología de fondo marino. (A.) Zona potencialmente apta para instalación de jaulas marinas en el entorno de Elantxobe. (B.) Zona potencialmente apta transepto Lekeitio-Ondarroa. (C.) Zona potencialmente apta transepto Donostia-Pasaia. El fondo de tonos grises representa el tipo de fondo (las zonas uniformes son zonas de fondo blando) y las líneas marcadas corresponden a 35 y a 45 m de profundidad, respectivamente. En el caso de Pasaia son 40 y 70m, respectivamente.....	58
Figura 20.	Rosas de frecuencia acumulada del viento (%) en Igueldo (1961-1990); (a) anual, (b) entre marzo y agosto, (c) entre julio y diciembre.....	61
Figura 21.	A la izquierda la rosa del oleaje. La imagen superior derecha representa la distribución por frecuencias de período de pico. La imagen inferior derecha representa la distribución de altura significativa, para un año medio, calculado a partir de la serie de datos de la boya Bilbao-Vizcaya en el periodo comprendido entre 1990 a 2006 (Fuente: base de datos oceanográficos de Puertos del Estado).	63
Figura 22.	Polígono de 79 ha en el entorno de la localidad de Elantxobe. Los dígitos de color negro son las coordenadas UTM de los vértices (en metros y datum WGS84), los dígitos de color azul son las coordenadas latitud, longitud (en grados y minutos con milésimas de minuto).	65
Figura 23.	Polígonos de 95 ha al nordeste de Lekeitio y de 46 ha al noroeste de Ondarroa. Los dígitos de color negro son las coordenadas UTM de los vértices (en metros y datum WGS84), los dígitos de color azul, son las coordenadas latitud, longitud (en grados y minutos con milésimas de minuto).....	66
Figura 24.	Imagen de un atún rojo (<i>Thunnus thynnus</i>)	69

Figura 25.	Estacionalidad propuesta para la captura y engorde de individuos grandes de atún rojo en aguas del Golfo de Bizkaia.	84
Figura 26.	Distribución especial del Atún rojo (en rojo) y del Bonito del norte (en azul) capturados con cebo vivo por la flota vasca en el Golfo de Bizkaia en el período 2000-2011 (ref: Standarized bluefin tuna CPUE indices of the bay of Biscay baitboat fisheries (1952-2011); Santiago et al; SCRS/2012/100).....	85
Figura 27.	Potencial zona de captura de atún para jaulas. Límites establecidos entre paralelo 45-20N, meridiano 003-30W y el cantil de la costa francesa y vasca. El punto central del área dibujada se encuentra a 100millas del puerto de Hondarribia.	86
Figura 28.	Captura y transporte de atún rojo para engorde. Dificultad alta. Las imágenes enumeran en orden el proceso de captura, trasvase y remolque.	91
Figura 29.	Alimentación y manejo de atún rojo. Dificultad medio-baja. Las imágenes ilustran la ubicación de jaula, los individuos de cultivo y los despesques.	93
Figura 30.	Relación talla-peso para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: Cort 1994.....	96
Figura 31.	Relación talla-eda para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: ICCAT, 2013...	97
Figura 32.	Frecuencia de capturas de individuos de clase talla 2, clase talla 3 y clase talla 5, según la temperatura muestreada en aguas del Golfo de Bizkaia. Fuente: AZTI 2012.....	98
Figura 33.	Relación talla/edad para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: Cort 1994.	99
Figura 34.	Pesos límites mensuales de los atúnes rojos en función de la edad en el Golfo de Bizkaia.....	100
Figura 35.	Sacrificado y maipulación del atún rojo. Dificultad alta. Las imágenes ilustran las actividades de preparación del producto.	105
Figura 36.	Dimensiones de la malla a utilizar	110
Figura 37.	Dimensiones de la malla a utilizar	111
Figura 38.	Amarre de una jaula	113
Figura 39.	Amarre de esquina	114
Figura 40.	Detalle del conjunto y fondeo.....	115
Figura 41.	Detalle del fondeo en la esquina.....	115
Figura 42.	Esquema de sistema de remolque off-shore para jaula de atún rojo	116
Figura 43.	Esquema de sistema conjunto de jaulas mas fondeos diseñado por AZTI para el Golfo de Bizkaia.	121

Figura 44.	Anillos en arrufo.	123
Figura 45.	Momentos flectores en arrufo.....	123
Figura 46.	Anillos en quebranto.....	124
Figura 47.	Momentos flectores en quebranto	125
Figura 48.	Dimensiones de malla para cálculo hidrodinámico.	126
Figura 49.	Sistema de fijación de jaula	128
Figura 50.	Desplazamientos en los cables de jaula.....	129
Figura 51.	Tensiones en los cables de jaulas.....	129
Figura 52.	Descomposicion de fuerzas para corriente de 3 nudos ($1,2 \text{ m/s}^{-1}$ con margen)	130
Figura 53.	Fuerzas en los elementos	132
Figura 54.	Desplazamiento cadenas	132
Figura 55.	Fuerzas resultantes en el sistema de fondeo.	133
Figura 56.	Distribución de costes 100Tm	150
Figura 57.	Distribución de costes 400Tm	150
Figura 58.	Costes por kg vs. ingreso por kilogramo de atún	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Volumenes de desembarco de atún rojo 2009-2012 por puerto CAE	26
Tabla 2.	Precios medios y porcentajes por tamaño, del total de capturas anuales descargado en los puertos vascos, durante el periodo 2009-2012. En la ultima columna se muestra la ganancia en (€) que representa la actual situación.	27
Tabla 3.	Ranking de las principales especies de peces producidas mediante acuicultura en España 2012. (MAGRAMA 2013). El atún ocupa el puesto sexto.....	30
Tabla 4.	Producción prevista de atún rojo de engorde para los próximos años en España (MAGRAMA, 2014)	31
Tabla 5.	Principales especies de peces en producción (A.) y valor (B.) mediante acuicultura en la U.E-28 2012. (FAO 2013, MAGRAMA 2013). El atún ocupa el octavo puesto en valor, aunque no figura dentro de la lista de las 10 más producidas. La lista no incluye Noruega, Turquía, Islas Faroe ni Islandia.	32
Tabla 6.	Principales especies acuáticas (pesca y acuicultura) consumidas en una selección de Estados miembros de la Union Europea en 2010. (MAGRAMA, 2014). El atún figura en los primeros puestos de Francia, Inglaterra, Italia y Portugal.	34
Tabla 7.	Numero de empresas mediterráneas autorizadas en 2007 por ICCAT http://www.iccat.int/es/ffb.asp . La información no se encuentra actualizada, tampoco se reporta <i>Información biológica (biomasas capturadas, tallas, producción actual, etc.)</i>	41
Tabla 8.	Régimen extremal de Hs (altura significativa) calculado a partir del registro de la boya Bilbao-Vizcaya en el periodo noviembre de 1990 - agosto 2004 (Fuente: Puertos del Estado) y Tp asociado (período de pico) según la ROM 03-91.....	64
Tabla 9.	Régimen medio de oleaje. Frecuencia de oleaje por direcciones entre Deba y Matxitxajo profundidades indefinidas y a 50 m de profundidad.	64
Tabla 10.	Distribución orientativa de puntos de captura de atún rojo para la flota de Hondarribia y Getaria en el Golfo de Bizkaia. Fuente: AZTI	86
Tabla 11.	Límites de peso existente por edad (años) y mes en el atún rojo del mar Cantábrico. Fuente: Cort 1994.	97

Tabla 12.	Crecimiento salvaje en peso entre octubre y marzo para atunes de 1 a 4 años (Cort 1994).....	100
Tabla 13.	Rango de temperaturas de tolerancia (° C) para el atún rojo registradas en granjas de engorde.....	106
Tabla 14.	Tabla de resistencias de paño de red de jaula.	127
Tabla 15.	Coefficientes de seguridad en cadenas, cables y estachas de fondeo.	133
Tabla 16.	Inversión para producción de 100Tm	146
Tabla 17.	Inversión para producción de 400Tm	146
Tabla 18.	Costes fijos, variables y salario para 100Tm	147
Tabla 19.	Costes fijos, variables y salarios para 400Tm.....	148
Tabla 20.	Síntesis de inversión, costes y salarios por escenario e producción.	149
Tabla 21.	Estimación de la cuenta de resultados previsional	152

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio ha identificado la situación de mercado, las implicaciones técnicas, socio-económicas y operativas, así como la posible rentabilidad de la actividad del engorde de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el País Vasco.

Los resultados del estudio explican que la **capturabilidad** del atún rojo para engorde es ciertamente limitada en aguas del País Vasco. La presencia de ejemplares de peso superior a los 50 Kg/atún resultaría anecdótica en la costa cantábrica y las zonas de captura (de alimentación que no de reproducción) se ubican lejos y/o descentralizadas. La falta de experiencia en materia de captura, remolque y acuicultura de atún entre los profesionales del sector pesquero vasco, aunque podría suponer un problema durante los primeros años de actividad, sería solucionable mediante asesoramiento de personal experto en engorde de atún.

Las **condiciones físicoquímicas** de las aguas de transición costera en el País Vasco son diferentes a las del Mediterráneo donde se ubica la principal actividad de producción de engorde. Por una parte la temperatura que se registra en el Golfo de Bizkaia no es la ideal para el engorde final de la especie, por otro lado se desconoce la capacidad de supervivencia y respuesta fisiológica del atún rojo a las condiciones de la costa vasca donde ocurren fuertes corrientes superficiales ligadas a viento, turbidez y eventos de fluctuación de salinidad; sin embargo, dichos aspectos también justifican la oportunidad de realizar estudios de crecimiento, supervivencia y calidad de producto de atún en asociación a la necesidad del sector por acceder a nuevos mercados de producto fresco ó congelado de “atún semigraso”.

La existencia de **tecnologías robustas de jaula marina** resuelve el problema de la integridad estructural de jaulas en respuesta al oleaje del Golfo de Bizkaia durante los meses de verano. Sin embargo, el resultado final del presente estudio ha sido que no es económicamente rentable engordar atún rojo en dichas instalaciones en el Cantábrico. Ninguno de los **niveles de precios** asumidos ha conseguido proponer producciones rentables al engorde. La minimización de los costes variables es el principal factor bajo el cual el negocio podría lograr rentabilidad. De echo, con información más definitiva,

este estudio podría mejorar las estimaciones del coste variable, aunque hay que mencionar que “*a priori*” la actividad refiere alto riesgo.

Las **principales conclusiones** son: (i.) Se identifican importantes “dificultades/impedimentos” legales para la captura de semilla de atún para engorde; (ii.) Se identifican >> oportunidades de mercado (fresco y congelado) en USA, Europa ó Países Asiáticos (Corea, Rusia, etc.); (iii.) Se identifican limitaciones técnicas para capturar y engordar atún de grandes tallas (40-80Kg/individuo) hasta calidad de producto requerido; (iv.) En las condiciones actuales, el engorde de atún no es viable en el País Vasco.

Las **principales alternativas** son: (i.) Reducción de costes operativos (carnada por debajo de 1€/kg y semilla de atún a 4,0€/kg para EBITDA = 0); (ii.) Aumento del ciclo de engorde a 1 año (no testado, requiere pruebas experimentales de invierno); y (iii.) Otras como (i.) la pesca/venta de atún salvaje catalogado por contenido en grasa a comercializadoras en origen/destino (Grupos Sushi) y (ii.) la pesca/venta de atún salvaje procesado, congelado y con venta directa a clientes mercado asiático (>10€/kg).

2. ANTECEDENTES

El sector pesquero CAPV detecta problemas y oportunidades de rentabilidad asociadas a la pesca de atún rojo en aguas del País Vasco. El efecto combinado de aspectos como (i.) la estricta reglamentación derivada del plan de recuperación del atún rojo que establece niveles de cuota muy bajos; (ii.) las prohibiciones de pesca de individuos menores de 8 kg; (iii.) las caídas de los precios en primera venta durante los meses de verano y (iv.) la interacción de los productos de granjas de engorde del Mediterráneo, afectan directamente a la rentabilidad del sector atúnero del País Vasco. Durante los últimos años, dicha situación ha conllevado a la venta de la cuota vasca de atún con efectos positivos en cuanto a rentabilidad pero negativos en cuanto a lo social o político.

AZTI-Tecnalia se encuentra en proceso de desarrollo y demostración industrial de conocimiento tecnológico sobre procesos de acuicultura marina para especies de interés económico. Mediante el presente proyecto, AZTI ha pretendido evaluar, de manera novedosa, la viabilidad operativa y económica de establecer un sistema combinado de pesca y acuicultura que permita capturar y mantener individuos de atún rojo (*Thunnus thynnus*). Todo ello, con la premisa inicial de (i.) crear alternativas de producto de alta calidad para el mercado de atún; (ii.) mejorar la rentabilidad de la venta anual de atún; y (iii.) aumentar el cupo de biomasa vendible de individuos de atún rojo.

Más específicamente, la presente iniciativa de I+D+i ha estado enfocada al desarrollo de una primera fase sobre valoración y adecuación de conocimientos donde se han tratado de conocer los siguientes aspectos: (i.) Definición de la actividad de engorde en todos sus pasos (captura, engorde, cosecha y comercialización); (ii.) Estudio de mercado y aproximación a un modelo/plan de negocio adaptado al engorde local de atún rojo; (iii.) Identificación y propuesta de ubicaciones de engorde para las aguas de Euskadi; (iv.) Definición y tramitación necesaria para hacer posible la actividad de engorde. Las actividades se han realizado conjuntamente con el sector extractivo y, en su caso, comercializador, y contando con expertos externos.

El presente proyecto de AZTI-Tecnalia se enmarcaba en el objetivo técnico MP2 (*Actividades de producción para la diversificación del sector pesquero*) de la “*Perspectiva*

sobre Innovación y Mejora de procesos” del Plan Estratégico de Pesca 2009-2014 del País Vasco.

Durante los últimos años, AZTI-Tecnalia ha venido realizando diversos análisis conceptuales orientados a la generación de valor añadido al sistema de capturas y venta de atún rojo desarrollado mediante la flota de cebo vivo del País Vasco (certificación, venta de cuotas,... etc.). Uno de estos conceptos o formula de valor añadido, analizado hace años, fue el establecimiento de un sistema de captura y mantenimiento o engorde de stocks de atún en jaulas marinas costeras, orientado a la venta de pescado fresco a mercados con precios favorables o de máxima rentabilidad. Aspectos coyunturales como la alta rentabilidad de las prácticas extractivas, la falta de tecnologías o la falta de espacios litorales condicionaron la falta de interés del sector pesquero y por ende el desarrollo de cualquier proyecto en estos términos.

Sin embargo, el escenario que vive hoy en día el sector atúnero de cebo vivo ante: (i.) la estricta reglamentación con cuotas bajas, (ii.) las prohibiciones de pesca de atún por debajo de ciertas tallas, (iii.) las fluctuaciones en los precios de mercado, (iv.) la competencia con las actividades de acuicultura y las importaciones y, (v.) el estancamiento de los volúmenes de captura de sus otras pesquerías estacionales (anchoa, verdel, chicharro, sardina, etc.), proponen, cada vez más, la necesidad de buscar alternativas de diversificación productiva y economía rentable en sus actividades.

Entre las recomendaciones más importantes de estudios antecedentes AZTI-IFREMER (Caill-Milly et al., 2001) sobre el concepto de engorde de atún rojo en el País Vasco, se indicó que:

1. Conviene experimentar sobre los distintos métodos de captura y transporte de atún rojo mediante las técnicas de cerco-cebo vivo de la flota CAPV.
2. Conviene experimentar sobre el engorde de atún rojo de talla pequeña en jaulas flotantes ubicadas en el País Vasco, al menos, durante tiempos limitados.
3. Conviene realizar estudios de mercado profundizando en las características (fechas, precios, etc.) para la absorción del producto.

Aunque parece evidente que la zona costera de la CAPV presenta condiciones océano-meteorológicas severas y alta competencia de usos para el establecimiento de

jaulas marinas, otros aspectos como el fuerte arraigo cultural de los sectores marítimo y pesquero, la importancia económica de la pesca del atún en Euskadi, las últimas tecnologías y avances sobre el cultivo del atún rojo y la disponibilidad de zonas de resguardo con competencia exclusiva de la CCAA, refuerzan sin embargo, el interés y la necesidad de explorar, la propuesta del abastecimiento alternativo de atún mediante técnicas de pesca y acuicultura. A tal fin, AZTI definirá el concepto operativo y de negocio más posibilista que encaje con el escenario actual del sector pesquero.

Las repercusiones “en último termino” de este proyecto podrían suponer: (i.) mejoras en la rentabilidad económica (p.e. aumentando a biomasa vendida respecto a la capturada) y control del precio del atún rojo durante los meses de verano; (ii.) ventas de atún a diferentes mercados o des-estación (Japón, Francia, UK, EEUU, etc.); y (iii.) opciones de sostenibilidad para el colectivo de la flota extractiva y sector pesquero vasco en general.

3. OBJETO DE LOS TRABAJOS

Evaluar la viabilidad técnica y económica del desarrollo de un modelo de negocio y actividad en el seno del sector pesquero de Euskadi, basado en el abastecimiento de atún rojo a jaulas marinas de engrase/engorde/mantenimiento ubicadas en aguas de la costa vasca. Todo ello como medida orientada a la diversificación de actividades y sostenibilidad del sector.

Objetivos específicos:

1. Estudio de mercado y aproximación a un modelo/plan de negocio adaptado al engorde local de atún rojo.
2. Aspectos legales necesarios para hacer posible la actividad de engorde en Euskadi (caracterización de emplazamientos y permisos).
3. Evaluación económica y propuesta de plan operativo para el engorde de atún para las aguas de Euskadi.
4. Definición de actividad de engorde en todos sus pasos (captura, engorde, cosecha y comercialización).

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 VIGILANCIA DE MERCADO Y APROXIMACIÓN A MODELO DE NEGOCIO

Se han revisado las **condiciones de mercado** (situación de precios, cuotas pesqueras, competencia, etc.), para realizar una propuesta de valor con base en el engorde de atún rojo en la CAPV. La metodología se ha basado en técnicas de estudio de vigilancia de mercado mediante la obtención y análisis de datos existentes en bases de datos oficiales (Jacumar, Apromar, FishList, etc). La mayor parte de la información se ha recabado de los propios mercados nacional e internacional. Se han incluido aspectos sobre empresas de engorde y comercialización. También se han utilizado los recursos de AZTI en las cámaras de Comercio para observar las tendencias de exportación e importación. En este estudio, se han tratado de analizar además los canales de distribución del producto de engorde, su aporte de valor y el género/procedencia de los mercados fuera y dentro del País Vasco. Dicha información nos ha aportado una visión de la situación actual del mercado y la cadena de valor (desde producción a consumo) del producto de engorde de atún en la CAPV.

En el estudio, se ha presentado la información base necesaria para el estudio de vigilancia de mercado que corresponde: (i.) Producción: Principales empresas productoras y/o transformadoras, cuantías de producción de atún de engorde, estimación de costes de producción, detección de competidores y o posibilidades de colaboración; (ii.) Comercio exterior: Países o regiones exportadoras/importadoras, principales comercializadores, volumen y valor de las importaciones/exportaciones de la CAPV, España y Europa, canales de comercialización y distribución de productos CAPV y España; (iii.) Consumo: datos de consumo de atún; (iv.) Producto: definición del producto a desarrollar, presentación, características organolépticas, necesidades de etiquetado, requerimientos de vida útil y logística para desarrollarlo; (v.) Punto de venta/consumo: canales de venta del producto, precio esperado, modo de conservación requerido, tipología de presentación del producto, etc.

Dado que el éxito, en último término, de la actividad de atún rojo dependería de los números de una cuenta de explotación económica, también se ha realizado un estudio concretando los detalles del modelo de negocio y la posible aproximación a la rentabilidad de la actividad (la cual se explicará en la sección de producción).

Mediante el **modelo de negocio**, se ha tratado de diseñar una propuesta de valor que orientada a la actividad de engorde de atún sea viable respecto a los ingresos y beneficios que obtenga. En el modelo se han identificado las claves a seguir para entender la propuesta de valor del negocio así como las actividades claves, las asociaciones claves, los recursos clave, las relaciones con clientes, los segmentos de mercado, los canales de venta, las posibles fuentes de ingreso y la estructura de costes. Para todo ello se han utilizado los datos del estudio de mercado y se vincula a los cálculos de explotación financiera.

4.2 ASPECTOS LEGALES PARA POSIBILITAR LA ACTIVIDAD DE ENGORDE.

El objetivo de esta tarea ha sido realizar una revisión de **normativas vigentes** para la posible tramitación ante la Administración pública de (i.) las autorizaciones pertinentes para el desarrollo de la actividad de captura y producción en engorde de atún rojo en la Costa del País Vasco y (ii.) ocupación de una zona de producción marina en el Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT). Todo ello, como paso previo de entrada al proceso de ventanilla única GV y a la tramitación de la concesión MAGRAMA sobre espacio público para pruebas experimentales.

En paralelo, se han revisado **las zonas adecuadas para jaulas marinas en la CAPV**. Para ello se han tratado de definir las posibilidades de zona elegible conforme a (i.) las normativas vigentes y (ii.) las características oceanográficas de la costa vasca. Para la elección de emplazamientos aptos para la instalación de las jaulas marinas de atún en la costa del País Vasco se han impuesto los siguientes criterios limitantes:

- Profundidad entre 40 y 70 m
- En zonas relativamente poco expuestas al oleaje
- Sobre fondos sedimentarios o predominantemente sedimentarios

- Evitando ocupación con otros usos de las zonas (inconvenientes):
 - Cables submarinos, conducciones de gas, etc.
 - Accesos a puertos, rutas marítimas
 - Zonas de baño
 - Vertido de materiales de dragado
 - Figuras de protección (LICS, ZEPAS, etc.)
 - Zonas de explotación de recursos (pesca, dragado de materia, otros)
 - Zonas de baño
 - Zonas de interés arqueológico

La información de base y la metodología empleada puede consultarse en Galparsoro et al., 2008 y Galparsoro et al., 2012.

En el caso de que “los números del estudio de evaluación económica sean viables” y “las normativas vigentes lo permitan”, AZTI llevaría a cabo la tramitación de una área marina de concesión experimental sobre una de las zonas. El proceso de tramitación se realizará una vez consideradas las recomendaciones finales del sector y de los protocolos ambientales de AZTI. A fin de no perder la opción de la autorización 2014, el proceso de tramitación puede comenzar a desarrollarse en paralelo a las tareas del presente proyecto, sin embargo, su continuidad quedará sujeta a las conclusiones que se deriven del presente estudio.

Para la tramitación, se realizarían reuniones pertinentes con las autoridades competentes (Demarcación de Costas del MAGRAMA) y DMAPTAP (Gobierno Vasco)

4.3 DEFINICIÓN DE ACTIVIDAD Y TECNOLOGÍA DE ENGORDE

El estudio ha consistido en realizar un análisis general sobre la logística de la actividad propuesta. Incluyendo, la información disponible sobre infraestructuras requeridas y los trabajos a realizar (captura, transporte, mantenimiento, engorde, sacrificio y comercialización). De esta manera, se han identificado los requerimientos operativos, en relación a las capacidades (debilidades y fortalezas) actuales del sector vasco de cara a una posible implantación de la actividad en la costa vasca. Para ello, se han realizado una serie de **entrevistas** con agentes relevantes del sector extractivo local y con asesores del sector del engorde de atún. La información recabada ha servido para encajar el análisis de la valoración tecnológica, con los condicionantes técnicos y no técnicos del contexto de la pesca del atún en aguas del Cantábrico.

En términos generales, la presente tarea, ha definido los aspectos del **diseño de operativas de captura, transporte, engorde y sacrificio**. La propuesta ha tratado de adecuarse a las condiciones biológicas y océano-meteorológicas de la pesca del atún en la costa vasca, se han aportado claves metodológicas comparativas (pesca-acuicultura) y se han definido aspectos de la biología y de la zootecnia de la especie. A su vez, también se han aportado aspectos relacionados con la tecnología de jaulas; a tal efecto, se han tratado de identificar aquellos materiales, componentes, tipo de embarcación, redes, dimensiones de jaula, artes de pesca, provision de carnada, estacionalidad de la producción, alimentación, sistema de supervisión, que aporten garantías al contexto de la alta energía del oleaje en Euskadi.

En el **estudio económico** se han considerado 2 escenarios de producción anual (100 y 400 toneladas), 3 precios (10, 14 y 18€), 2 precios de carnada (1 y 1,5 €) y 2 cuantiles por escenario (25 y 75%) Todo ello para evaluar con iteración las posibilidades de rentabilidad y riesgo asociados. Para ello, se han analizado y modelado de manera genérica los aspectos relacionados con los sueldo/salarios, las inversiones, los costes fijos y los variables. Del estudio económico se han obtenido los resultados del plan de explotación (producción vendida, beneficio económico, cuenta de resultados pérdidas-ganancias, índices de rentabilidad, plazos de recuperación, y coste productivo, entre

otros.

La información ha sido presentada a los representantes de las Federaciones de Pesca, Asociaciones de Armadores y Dirección de Pesca-GV durante reunión tipo Comisión Tecnológica, desarrollada desde AZTI.

4.4 VISION-CONTEXTO DE ESTUDIO

A continuación, en la figura 1 se muestra el proceso y visión del contexto de estudio.

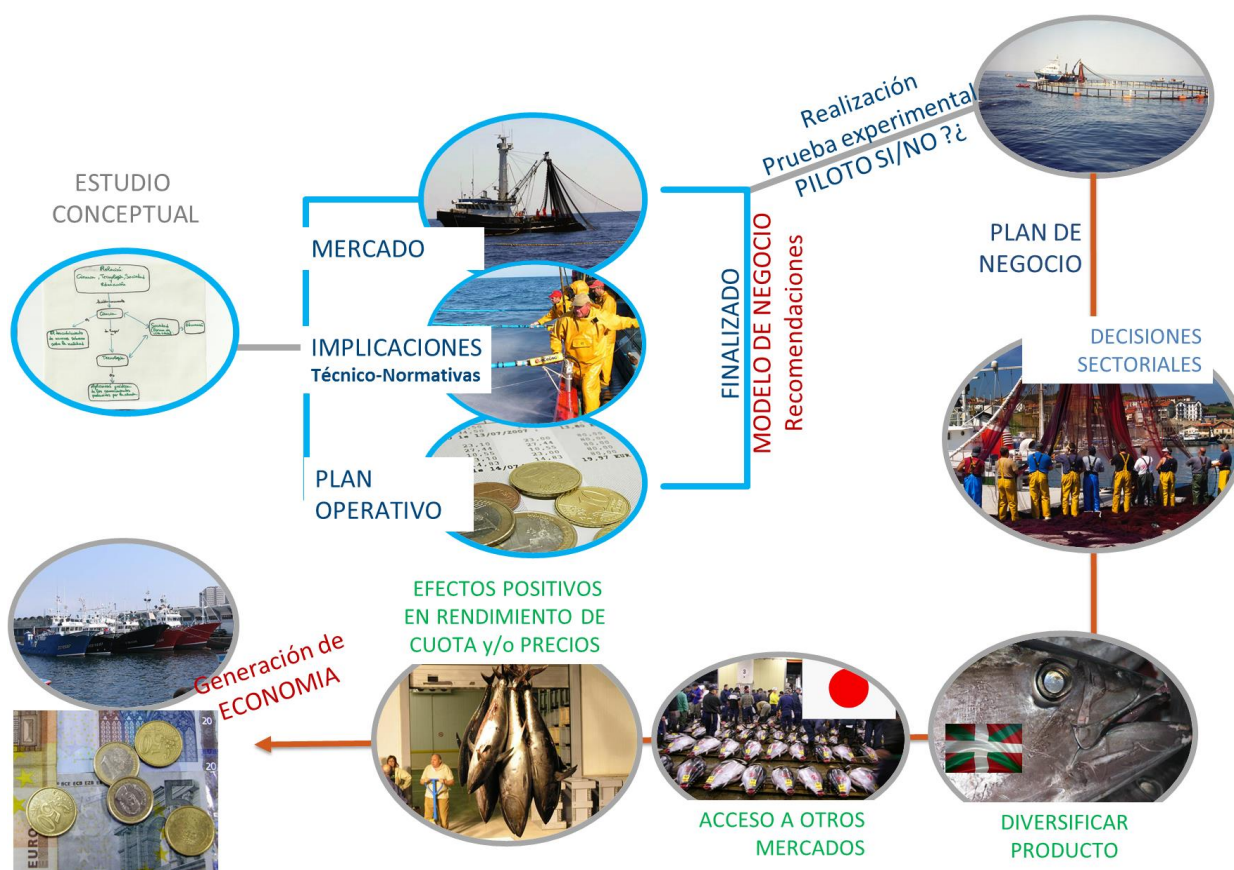


Figura 1.Diagrama del contexto de estudio. La parte que aborda el presente trabajo es la parte central del diagrama. La realización de una prueba piloto quedaría sujeta a los resultados obtenidos mediante el presente estudio, suponiendo una segunda fase de estudio independiente.

5. RESULTADOS

5.1 VIGILANCIA DE MERCADO Y APROXIMACIÓN A UN MODELO DE NEGOCIO

El estudio del mercado comienza con la siguiente premisa u orientación; existen una serie de condicionantes normativos y de mercado que asociados a la pesca y venta del producto de atún rojo desde el País Vasco limitan no solo la rentabilidad de la actividad, sino que pueden comprometer la sostenibilidad del sector a largo plazo. Dichos condicionantes son el efecto combinado de (i.) la **estricta reglamentación** derivada del plan de recuperación del atún rojo que establece niveles de cuota muy bajos; (ii.) la **prohibición de pesca de individuos menores de 8 kg**; (iii.) las frecuentes **caídas de los precios en primera venta** durante los meses de verano y (iv.) la **interacción en mercado de los productos de granjas de engorde**.

Para entender y abordar el contexteo de estudio, se ha identificado una serie de preguntas claves que subyacen al interés/oportunidad de los clientes que están detrás del presente proyecto: ¿Qué tipo de medida/actividad se podría desarrollar para mejorar la rentabilidad económica y el control del precio actual sobre el atún rojo vendido en primera venta?, ¿Qué tipo de medida/actividad se podría desarrollar para acceder a nuevos mercados (mercado asiático del atún engrasado ó mercados de invierno), ¿ Que tipo de medida/actividad se podría desarrollar para garantizar la sostenibilidad de las cuotas y del sector de cebo vivo?

La respuesta (propuesta de valor) que se ha definido para tratar de responder a las 3 preguntas a la vez es la siguiente: “Desarrollar un sistema combinado de pesca y acuicultura que favorezca la rentabilidad anual y la sostenibilidad mediante: venta de atún de mayor calidad en grasa y precio >14€/kg a mercado internacional, compartiendo el sistema de producción con parte de la cuota anual pesquera (ó integra)”

Con base a dicho enunciado se desarrolla a continuación el estudio-vigilancia de mercado.

5.1.1 Producción pesquera, precios y cuotas del atún rojo

Desde 1995, la pesca del atún rojo en el Atlántico y en el Mediterráneo está reglamentada por la fijación de un TAC. Dentro de las recomendaciones del ICCAT que apuntan a reducir las capturas de juveniles, existen varias recomendaciones referentes a la captura de atún rojo juvenil. Por una parte desde 1975 se prohíbe la pesca de individuos menores de 6.4 kg (ICCAT, 1975), con un 15% de tolerancia, y por otra parte desde 1999 está totalmente prohibido (con un 0% de tolerancia) capturar, retener y vender peces de menos de 3.2kg (ICCAT, 1999). Para el Atlántico nordeste, el ejercicio de la pesca del atún (atún rojo y otros túnidos) está supeditado a una autorización nominativa denominada permiso de pesca especial (PPS) para los navíos franceses. Hondarribia es el Puerto pesquero más importante en la pesca del atún rojo. Los barcos con base en este puerto han sido responsables de más del 90% del total de capturas de esta especie por parte de la flota española en el Golfo de Bizkaia (Figura 2). La proporción de capturas se ha visto reducida durante los últimos 15 años debido a varias razones: (i.) la reducción de cuotas de atún rojo y la entrada en vigor del Plan de recuperación del atún rojo [Rec.06-05], (ii.) la reducción de barcos con motivo del bajo precio del atún, la incertidumbre de pesca y el aumento del coste del gasoil, y (iii.) la inducción a la pesca de atún rojo en los meses de primavera con motivo de la crisis de la pesca de anchoa y su cierre de 2005 a 2009.

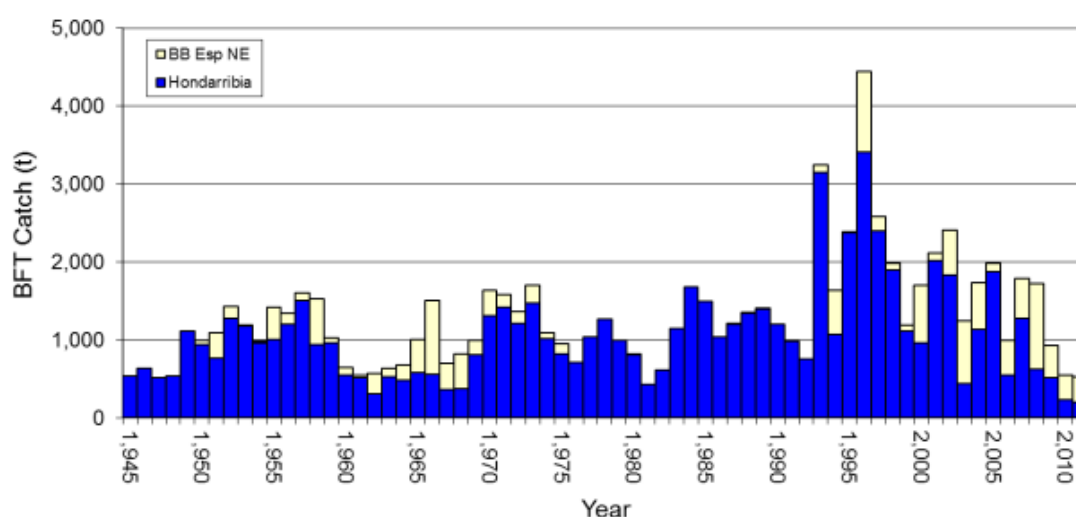


Figura 2. Descargas de Atún rojo Hondarribia en (1945-2011) comparadas con el total de capturas de cebo vivo obtenidas por la flota española en el Golfo de Bizkaia.

En términos generales, desde el 2009 al 2013, han capturado y desembarcado atún rojo, 45 barcos vascos de cebo vivo procedentes de 4 puertos principales (Bermeo, Getaria, Hondarribia y Ondarroa). A título informativo, las cantidades de atún rojo desembarcadas en los últimos años en cada puerto vasco se detallan en la tabla 1.

AÑO	PUERTO DE DESCARGA	KILOS DESCARGADOS
2009	Bermeo	4.809,0
	Getaria	287.661,5
	Hondarribia	515.423,7
	Ondarroa	36.976,0
	TOTAL	844.870,2
2010	Bermeo	13.419,0
	Getaria	239.952,0
	Hondarribia	214.946,1
	Ondarroa	45.359,5
	TOTAL	513.676,6
2011	Bermeo	11.100,45
	Getaria	234.988,5
	Hondarribia	202.642,5
	Ondarroa	38.666,8
	TOTAL	487.398,25
2012	Bermeo	3.046,0
	Getaria	66.148,8
	Hondarribia	54.725,0
	Ondarroa	8.898,5
	TOTAL	132.818,3

Tabla 1. Volúmenes de desembarco de atún rojo 2009-2012 por puerto CAE

Los volúmenes de captura de dichos barcos oscilan respectivamente de 350 y 2.650 kg de individuos de más de 10 kg por marea. A continuación, en la tabla 2 podemos ver la evolución de los precios de venta pro rango de peso en el conjunto de la flota vasca y descargados en puertos CAE (Comunida Autónoma de Euskadi), durante el periodo 2009-2012.

Año	Tamaño	Kilos descargados	% respecto total	Precio medio (€)	Ganancias (€)
2009		844.870,2		5.02	4.241.248,40
	De 8 a 15 kg		17.0%	4.84	
	De 15 a 30 kg		37.3%	4.40	
	De 30 a 50 kg		9.7%	5.00	
	De 50 a 100 kg		33.5%	5.67	
	Más de 100kg		2.4%	6.75	
2010		513.676,6		5.48	2.814.947,77
	De 8 a 15 kg		26.4%	5.09	
	De 15 a 30 kg		34.3%	4.79	
	De 30 a 50 kg		27.7%	5.74	
	De 50 a 100 kg		5.4%	7.16	
	Más de 100kg		6.2%	8.27	
2011		487.398,25		6.48	3.158.340,66
	De 8 a 15 kg		14.4%	5.1	
	De 15 a 30 kg		17.8%	6.16	
	De 30 a 50 kg		14.6%	6.52	
	De 50 a 100 kg		35.6%	6.15	
	Más de 100kg		17.6%	8.59	
2012		132.818,3		7.34	974.886,32
	De 15 a 30 kg		44.0%	6.55	
	De 30 a 50 kg		47.1%	7.63	
	De 50 a 100 kg		7.2%	8.75	
	Más de 100kg		1.7%	13.80	

Tabla 2. Precios medios y porcentajes por tamaño, del total de capturas anuales descargado en los puertos vascos, durante el periodo 2009-2012. En la ultima columna se muestra la ganancia en (€) que representa la actual situación.

Con el fin de entender los factores que regulan el precio del producto actual vasco – atún rojo de extractiva- desembarcado en puertos locales, se ha realizado un análisis simple de la relación existente entre el volumen de captura anual (desembarcos en

puertos CAE), el precio en primera venta y la evolución de su cuota anual. En este sentido, durante los últimos años se observa una evidente “relación inversa” entre el precio y el volumen de captura (Figura 3.a). A su vez, las capturas dependen del TAC (Figura 3.b), por lo que si el TAC baja sería de esperar que los precios altos actuales (+/- 7,34€/kg) se mantengan y viceversa. En dicha situación, y propiciada si cabe por los altos costes operativos de la pesca el atún (consumo de gasoil, etc), la flota vasca ha decidido vender parte de la cuota del atún rojo a las granjas del mediterráneo, para asegurar una rentabilidad anual sin riesgos. Sin embargo, esta operación (de manera prolongada) podría poner en riesgo la sostenibilidad del sector pesquero vasco (por motivos relacionados con el sistema de tacs y cuotas).

Según fuentes de AZTI, la previsión del TAC del atún rojo (para flota de cebo vivo del Cantábrico, caladero cantábrico noroeste, Actual = 21,7558 %, sobre el total de **cuota ajustada**) es de aumento en los próximos años, por lo que sería esperable un descenso de nuevo del precio en primera venta. Este hecho, puede afectar (i.) aumentando o disminuyendo el interés/necesidad del sector a seguir pescando, e indirectamente (ii.) incidiendo en el precio que las granjas del mediterráneo estén dispuestos a pagar por la cuota del atún rojo. Por lo tanto, ambos factores pueden afectar ((positiva ó negativamente) a la rentabilidad anual y por extensión, a la sostenibilidad del sector. Por lo que, el mejor de los escenarios pasaría por tratar de propiciar una situación de “aumento de stock vendible” ligado a “aumento de precio por kg de atún”.

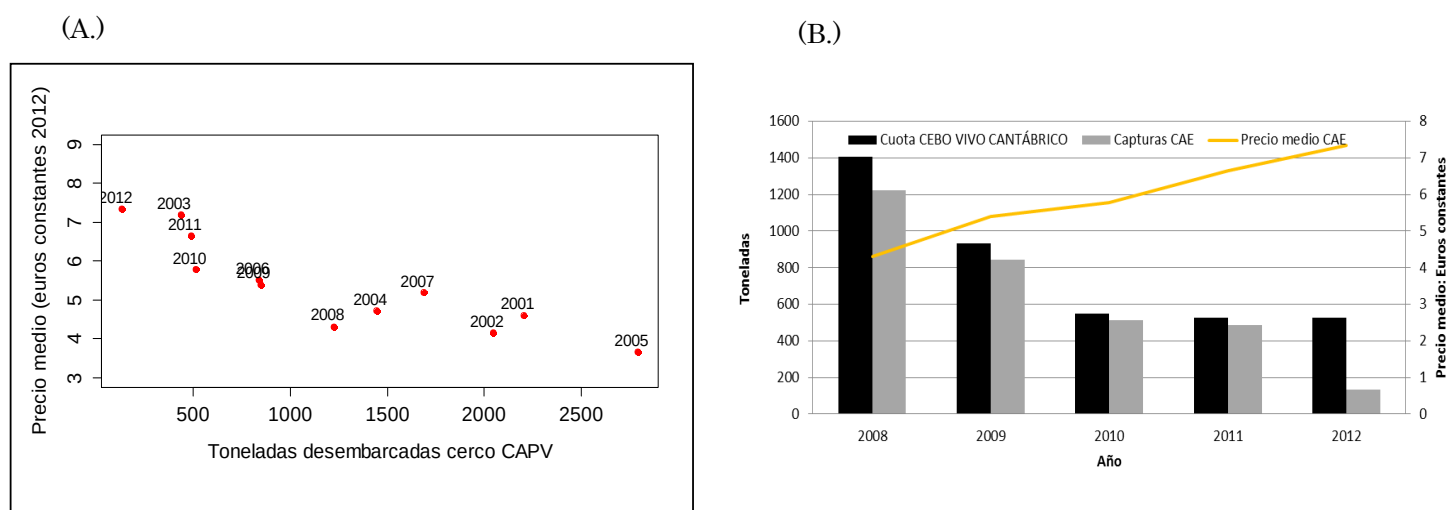


Figura 3. (A.) Evolución del precio medio (€) por kg de atún rojo en relación al volumen de captura desembarcada en la CAE. Como se observa, existe una relación inversa entre precio y captura que se define de la siguiente manera: $\text{Precio} = 13.9381 - 1.2539 \cdot \ln(\text{Capturas})$; donde el $R^2 =$

0.83, F de 55.14; (B.) Evolución conjunta de cuota, capturas y precio medio del atún rojo desembarcado en la CAE.

5.1.2 Producción de acuicultura de atún rojo

ESPAÑA

En el Golfo de Bizkaia no se conocen experiencias sobre cultivo, engorde o producción de atún rojo diferentes a la propia producción pesquera (aunque, si que han existido propuestas en Galicia que acabaron no desarrollandose).

El sistema de producción de la acuicultura actual del atún rojo (*Thunnus thynnus*) se define mediante el termino acuicultura basada en capturas; entendida como la aclimatación de organismos acuáticos a condiciones de cautividad y control de su ciclo de vida alimentario. Dicha actividad, depende completamente de los stocks silvestres capturados del medio para su crianza. El cumplimiento de las normativas y la regulación de la actividad se encuentra supervisado por ICCATN (Comisión Internacional para la Conservación del Atún rojo) y ANATÚN (Asociación Nacional de Acuicultura del Atún Rojo).

El cultivo de atún rojo (*Thunnus Thynnus*) se inicia entre 1995-1999 en el Mediterráneo, a partir de la captura de individuos de gran tamaño con el arte de cerco de jareta (almadrabas) en las áreas naturales de puesta durante los meses de mayo y junio que, tras ser transferidos del cerco a las jaulas de transporte, se remolcan hasta los lugares de la costa donde se encuentran instaladas las granjas de engorde. En el caso español las regiones son Andalucía, Región de Murcia y Cataluña. En los años 2000 y 2003 se alcanzó el pico histórico en la producción del atún rojo español con 6.000 Tm de producción y 14 empresas, respectivamente (MAGRAMA, 2013). Sin embargo, actualmente solo 2 empresas españolas producen atún de engorde (Grupo Balfegó y Grupo Fuentes); el despliegue de su producción declarada en 2012 se reparte de la siguiente manera: Andalucía con 648,683 Tm, Cataluña con 1284,02 Tm y Murcia con 971 Tm (MAGRAMA, 2013)

El total de capturas admisible (TAC) de atún rojo para el Atlántico oriental y el mediterráneo fue fijado por la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCATN) en las 13.500 tn para el año 2013. A España le corresponde 2.500

toneladas, pero la compra de cuotas a otros operadores (País Vasco, por ejemplo) le permite prácticamente duplicar esta cantidad. En el año 2011, el MAGRAMA recoge una producción de atún rojo en España de 2.865 Tm (Tabla 3)

Especies	Toneladas
Mejillón mediterráneo	208.582
Lubina	17.547
Trucha arco iris	16.561
Dorada	15.118
Rodaballo	7.336
Atún rojo	2.865
Almeja japonesa	1.088
Ostión japonés	1.023
Corvina	989
Ostra plana europea	730

Tabla 3. Ranking de las principales especies de peces producidas mediante acuicultura en España 2012. (MAGRAMA 2013). El atún ocupa el puesto sexto.

España también es pionera en la investigación con esta especie con el objetivo de cerrar el ciclo productivo de esta especie, eliminando la necesidad actual, de capturar ejemplares del medio natural para su engorde. En los últimos años se ha avanzado de manera sustancial en estas investigaciones de la mano del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y con la colaboración de la UE. Entre los avances más destacados se encuentra la obtención de puestas masivas de huevos fértiles de atún rojo en cautividad, tanto mediante implantes hormonales como de forma espontánea, y la producción de algo más de 3.000 juveniles de esta especie en los años 2011 y 2012. Estos juveniles alcanzarán la madurez sexual a los 4 años y si se obtienen puestas podrá afirmarse que el ciclo biológico del atún rojo está cerrado. Estos avances abren un nuevo escenario para el cultivo en nuestro país de esta especie existiendo en la actualidad varios proyectos en ejecución.

El despegue definitivo del cultivo de atún rojo en España (no ligado a la dependencia de los stocks naturales) está fuertemente condicionado por el desarrollo de las investigaciones de su cultivo; acerca de las cuales España es líder a nivel mundial. Estas investigaciones permitirán, casi con total seguridad, cerrar el ciclo de cultivo antes de alcanzar el año 2020. En los años precedentes a que se produzca este

acontecimiento la evolución de su producción (Tabla 4) vendrá condicionada por la evolución de los stocks naturales de atún rojo y a la evolución de las cuotas de capturas que le sean concedidas a España.

	2011	2015	2020	2025	2030
Escenario Pesimista (tn)	2.865	2.865	2.865	3.000	3.000
Escenario moderado (tn)	2.865	3.000	3.600	4.000	5.000
Escenario optimista (tn)	2.865	3.200	5.100	7.000	9.000
Valor económico moderado (miles €)	45.464	51.000	64.800	68.000	85.000
Precio medio moderado (€/Kg)	15,87	17,00	18,00	17,00	17,00
Producción alevines (millones de unidades)	0,00	0,20	0,50	0,70	1,20
Valor económico (miles €)	0	320	800	1.120	2.280
Precio medio alevín (€/kg)	0,00	1,60	1,60	1,60	1,90
Empleo (UTA)	80	85	90	95	100
Empleo (Personas)	170	100	110	115	120
Valor económico total (miles €)	45.464	51.320	65.600	69.120	87.280

Tabla 4. Producción prevista de atún rojo de engorde para los próximos años en España (MAGRAMA, 2014)

EUROPA

En Europa, las actividades de engorde atún comercial comenzaron en el Mar Adriático en 1.996. Actualmente, solo en Croacia hay al menos 4 granjas (basadas en inversiones japonesas, españolas y neozelandesas) que declaran producir alrededor de 750 toneladas/año. En el conjunto de otros países como Malta, Turquía, Italia, Libia Chipre, Grecia y Tunez (principalmente) se podrían estar produciendo entre 20.000-30.000 Tm anuales de atún de engorde desde > de 20 empresas autorizadas. Las estadísticas oficiales de ICAAT muestran que las producciones de atún rojo de acuicultura del Mediterraneo fueron 21.000 Tm en 2003, 24.000 Tm en 2005, 21.800Tm en 2006 y 22.800 Tm en 2007 (ICCAT, 2007). Sin embargo, en 2012 únicamente 12.900 toneladas de atún han sido declaradas para todo el Mediterraneo. Según ICCAT, esto se debe a los efectos del Plan de recuperación 2008 del atún rojo, al TAC actual de 13.500 Tm anuales y a la existencia de una capacidad máxima autorizada de producción para el conjunto/país de la granjas existentes en el Mediterráneo que oficialmente no puede exceder de dicho TAC (ICCAT, 2010). Sin embargo la realidad es que gran parte de la producción de dichas empresas (Croacia, Turquía, Tunez, Libia, Chipre, etc) no figura

en las estadísticas oficiales y probablemente la producción excede más del doble del propio volumen de TAC fijado por ICCAT.

(A.)

Especie	Nombre Científico	Toneladas	% Var. Anual
1. Trucha arco iris	(<i>Onchorynchus mykiss</i>)	176.983	-7,8
2. Salmón atlántico	(<i>Salmo salar</i>)	171.034	-0,1
3. Dorada	(<i>Sparus aurata</i>)	98.840	8,8
4. Lubina	(<i>Dicentrarchus labrax</i>)	73.196	16,8
5. Carpa común	(<i>Cyprinus carpio</i>)	61.860	-6,2
6. Rodaballo	(<i>Psetta maxima</i>)	11.138	11,8
7. Anguila	(<i>Anguilla Anguilla</i>)	6.711	5,0
8. Pez gato	(<i>Clarias gariopinus</i>)	5.334	0,5
9. Trucha común	(<i>Salmo trutta</i>)	3.913	-13,6
10. Carpa plateada	(<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	3.496	2,8
TOTAL 10 PRALES. ESPECIES		612.239	0,0
RESTO DE ESPECIES		34.651	-6,0
TOTAL ACUICULTURA PECES UE		647.156	-0,3

(B.)

Especie	Nombre Científico	Valor	% Var. Anual
1. Salmón atlántico	(<i>Salmo salar</i>)	839.875.200	34,1
2. Trucha arco iris	(<i>Onchorynchus mykiss</i>)	564.916.000	-1,3
3. Dorada	(<i>Sparus aurata</i>)	484.672.000	16,3
4. Lubina	(<i>Dicentrarchus labrax</i>)	399.564.000	18,9
5. Carpa común	(<i>Cyprinus carpio</i>)	142.752.800	1,0
6. Rodaballo	(<i>Psetta maxima</i>)	81.918.400	8,0
7. Anguila	(<i>Anguilla Anguilla</i>)	73.879.200	25,3
8. Atún rojo	(<i>Thunnus thynnus</i>)	34.872.200	57,6
9. Trucha común	(<i>Salmo trutta</i>)	19.336.800	-13,6
10. Esturiones	(<i>Acipenser sp.</i>)	18.946.400	65,8
TOTAL 10 PRALES. ESPECIES		2.660.732.800	16,5
RESTO DE ESPECIES		138.341.600	2,2
TOTAL ACUICULTURA UE		2.799.074.400	15,7

Tabla 5. Principales especies de peces en producción (A.) y valor (B.) mediante acuicultura en la U.E-28 2012. (FAO 2013, MAGRAMA 2013). El atún ocupa el octavo puesto en valor, aunque no figura dentro de la lista de las 10 más producidas. La lista no incluye Noruega, Turquía, Islas Faroe ni Islandia.

MUNDIAL

El engrase de atún rojo oriental *Thunnus thynnus orientalis* se realiza también en el océano Pacífico, en Asia, en América central y norte, en Australia y en África del Norte. Concretamente en zonas como Malasia, Baja California (donde los individuos estabulados son muy parecidos en talla a los atunes del Cantábrico), Adelaide (>5.000Tm) y Argelia/Marruecos (>3.000Tm) y Okinawa (FAO, 2014). Sin embargo, las estimas de producción refieren incertidumbre.

Las primeras experiencias de engorde o engrase de tünidos “a nivel industrial” fueron llevadas a cabo en Australia con el atún rojo del Sur *Thunnus maccoii* a finales de la década de los 80.

En los últimos años, se siguen realizando experimentos de fin comercial con los distintos tipos de atún de gran porte: *northern bluefin tuna* o atún rojo (*Thunnus thynnus*), *southern bluefin tuna* (*Thunnus maccoyii*) y *yellowfin tuna* o rabil (*Thunnus albacares*) en Japón, Taiwan, México, Canadá, Australia y Marruecos, etc (Figura 4).

También se han desarrollado proyectos de engrase de otras especies de túnidos tropicales como es el caso del Rabil *Thunnus albacares* en América Central (Panamá, El Salvador y Ecuador) y el próximo oriente (Omán). También cabe destacar que en la actualidad hay proyectos para el engrase de patúdo *Thunnus obesus* en diferentes partes del mundo (ETXEBASTAR, T. Galaz per.comm)

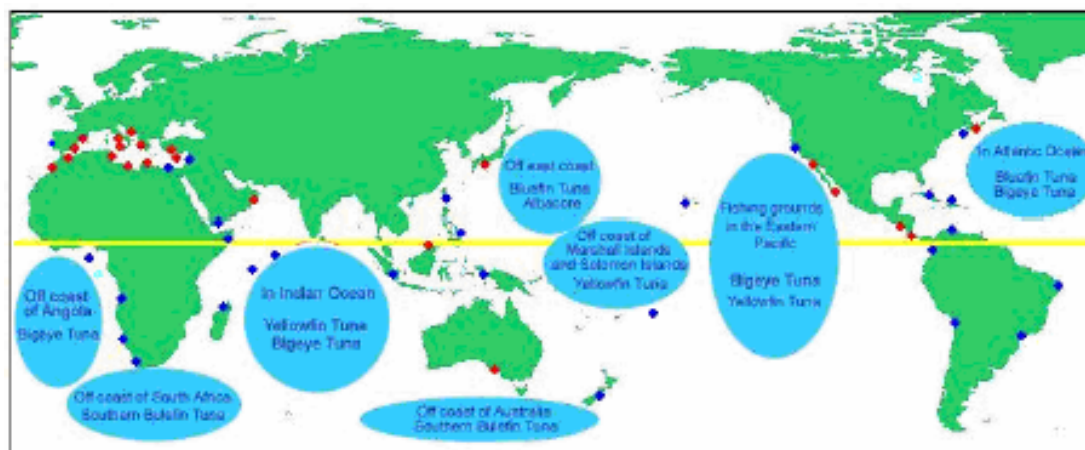


Figura 4. Iniciativas, comercial consolidada (en rojo) y experimental (en azul) de cultivo de atún de ámbito mundial registradas en los últimos años (ETXEBASTAR, T. Galaz per.comm).

En Japón, las investigaciones comenzaron en 1.970, cuando la Agencia de Pesca, Ministerio de Agricultura y Silvicultura, programó un proyecto de investigación sobre la propagación del atún a gran escala, en el que participaron el Instituto Nacional de Pesquería, Monitorizados, Estaciones experimentales y Universidades. Desde entonces, hasta la fecha, se han realizado estudios acerca de la reproducción del *bluefin* y *yellowfin*, producción de semilla y condiciones de crecimiento, principalmente en la universidad de Kinki y en la estación Amami de la Asociación de Granjas del mar de Japón (JASFA). Las empresas japonesas comenzaron a cultivar el atún en el sur de Japón usando a juveniles salvajes como semilla en los años 80 y en la actualidad 11 granjas de *bluefin tuna* (privadas, monitorizadas y gubernamentales), están engordando atún con fines comerciales, todas ellas localizadas en la isla de Okinawa.

Las iniciativas privadas y gubernamentales japonesas para el desarrollo de la acuicultura del atún se han promovido fuera de Japón de manera muy relevante (Canadá, Australia, Marruecos, Panamá y Croacia).

5.1.3 Segmentos y canales de mercado

Los productos del atún son de alta importancia en el mercado alimentario de la Union Europea (Tabla 6.). A su vez, Japón ha venido siendo el principal mercado a nivel mundial para el atún fresco (aunque tambien existen otros de alto potencial como Korea, Europa Central y Costa Oeste Norteamericana) y ha impulsado, a su vez, el desarrollo de la industria del engrase atúnero en todo el Mediterráneo. El atún engordado en el Mediterráneo se exporta tanto fresco (en avión) como ultra congelado (en barco); aunque la proporción del congelado viene siendo mayor en los últimos años (ETXEBASTAR, T. Galaz per.comm).

País	1º	2º	3º
Alemania	Abadejo Alaska	Arenque	Salmón
Dinamarca	Salmón	Platija	Bacalao
España	Merluza	Cefalópodos	Sardina/Anchoa
Francia	Atún	Mejillones	Salmón
Reino Unido	Salmón	Atún	Bacalao
Italia	Dorada/Lubina	Atún	Sardina/Anchoa
Lituania	Arenque	Salmón	Merluza
Países Bajos	Salmón	Arenque	Panga
Portugal	Bacalao	Atún	Merluza
Polonia	Abadejo Alaska	Arenque	Panga

Tabla 6. Principales especies acuáticas (pesca y acuicultura) consumidas en una selección de Estados miembros de la Union Europea en 2010. (MAGRAMA, 2014). El atún figura en los primeros puestos de Francia, Inglaterra, Italia y Portugal.

Cuando se inició la actividad (año 1996) el 100% del producto se exportaba en fresco por vía aérea; la oferta era escasa con relación a la demanda del producto de atún en Japón y la situación provocó precios altos con valores promedio de 6.000 ¥ por kilogramo (alrededor de 43 euros kg). Este precio ha sido el más alto que se conoce de la serie

histórica de los precios de atún, aunque también se menciona que al ser vendido en lonjas de Japón había que restarle el 20 % correspondiente a la merma que supone el peso de cabeza, vísceras, aletas y huesos, y por otro lado el 30 % que corresponde al flete aéreo, aranceles, comisiones de subasta, transporte interno, etc., que corrían (y corren) a cargo del productor del Mediterráneo; por lo que, finalmente el precio del producto quedaba en torno a 20€/kg.

Sin embargo, las condiciones han cambiado. En años posteriores se ha producido un aumento paulatino del número de granjas de atún rojo instaladas en el Mediterráneo, lo que ha provocado un aumento de la oferta, que ligado a una demanda prácticamente similar ó ligeramente superior, supone una situación actual de mercado con precios muy inferiores (como se revisará, mas tarde). Ligado a estos cambios, también hay que mencionar la depreciación de la moneda yen japonés (¥) con respecto al euro (€), entre los años 2000 y 2007, que provocó que en Japón (i.) se disminuyeran las importaciones caras a favor de las exportaciones y (ii.) se favoreciese un cambio en el hábito alimentario del consumidor japonés, que optará por productos más baratos (como el atún de aleta amarilla o *yellowfin tuna* (*Thunnus albacares*) y el patudo o *bigeye tuna* (*Thunnus obesus*)) (Belmonte & De la Gandara, 2009). Así, aunque la situación financiera global sigue sufriendo altibajos, la gran oferta de especies baratas al mercado Japonés, suministro desde el Pacífico por las flotas de China y Taiwán (con > de 400 embarcaciones al uso) sigue conllevando a una reducción general del precio del atún rojo en el mercado japonés que se sitúa entre 12,6 y 18€/kg (mermas ya incluidas) dependiendo del peso de ejemplares. Un dato importante a considerar, es que el coste de producción de las granjas mediterraneas oscila entre 8 y 9euros por kg donde se incluye el coste del atún pagado a los pescadores, el remolcador para su traslado a la concesión, la comida, la mano de obra y los barcos auxiliares, etc.

PRODUCTO. *Producto fresco:* Actualmente, representa el 20-30% de las ventas de una empresa mediterranea. Cuando los atúnes van destinados al mercado de fresco se envían vía aérea, con un tamaño de entre 120-180 kg. Éstos, una vez han sido sacrificados y desangrados, son descabezados, desmedulados, eviscerados e introducidos en agua con hielo para disminuir lo antes posible su temperatura interna, que normalmente se encuentra en torno a 29 °C. El agua donde se introducen los atúnes está

en circulación para que enfríe a todos los atunes por igual y lo antes posible baje a 4 o 5 °C, lo que puede ocurrir tras unas 10 o 12 horas, aunque esto depende mucho del tamaño. Una vez transcurrido este tiempo se introducen en cajas de material aislante y empaquetados perfectamente son transportados vía aérea y vendidos en las lonjas japonesas tras las 72 horas de su despesque.

Los precios del atún fresco al mercado mayorista Japonés (mermas incluidas) son:

(i.) atún de 25-60kg: 14-18€/kg (no es muy habitual)

(ii.) atún de 60-180Kg : > 20€/kg

Los precios del atún fresco a otros mercados mayoristas (mermas incluidas) son:

(i.) USA: atún de 25-60 kg : 11-19€/kg

(ii.) EUROPA: atún de 25-60kg: 10-12€/kg (poco desarrollado)

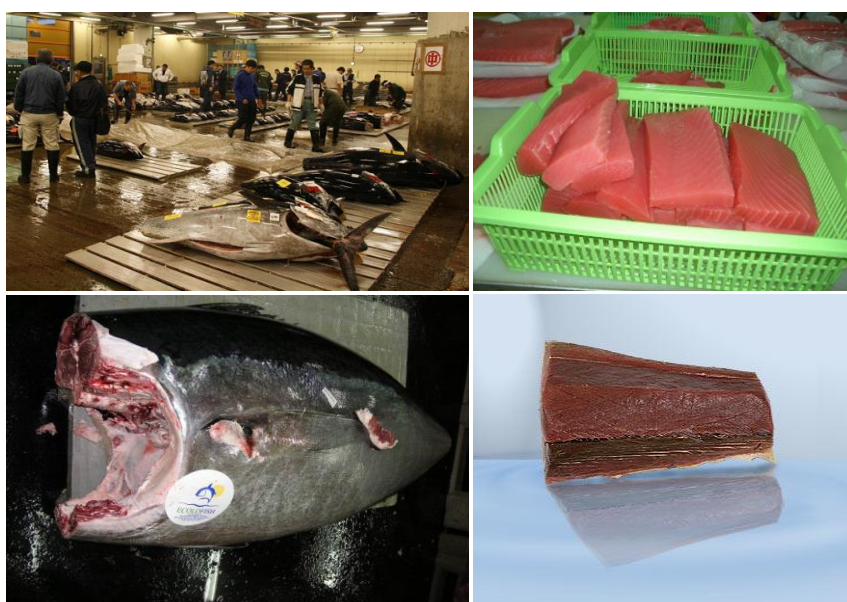


Figura 5. Formato del producto fresco de atún rojo que se envía a Japon.

Producto congelado: Actualmente, representa el 70-80% de las ventas de una empresa mediterránea. Taiwan y Korea son principales importadores de atún congelado que se destina principalmente como materia prima para el enlatado y para la re-exportación. Tailandia también es uno de los mayores exportadores de atún en conserva.

Los atunes más grandes, 300 o 400 kilos, son cortados (ronqueo) y congelados por piezas separadas, al igual que los atunes más pequeños, de 50, 60 o 70 kilos que también son vendidos congelados pero enteros. Esto se debe a que los más grandes son adquiridos por varios compradores y, por tanto, entre todos bajan el precio, mientras que uno atún intermedio de 120-180 kilos, por ejemplo, no se puede cortar y lo tiene que adquirir un solo comprador, lo que hace más difícil que su precio disminuya (y es por ello que va al segmento de producto fresco).

Los precios del atún congelado al mercado mayorista Japonés son:

(iii.) atún de 25-60kg: 10-14€/kg

(iv.) atún de >180Kg : > 20€/kg

Los precios del atún congelado a otros mercados mayoristas podrían ser:

(iii.) USA: atún de 25-60 kg : 9-12€/kg

(iv.) EUROPA: atún de 25-60kg: 8-12€/kg

CANALES. *Canal Mayorista “Franco a bordo”:* Práctica más común durante los últimos 10 años. El producto a congelar se vende desde producción en formato entero “*franco a bordo*”; lo que significa que una vez el atún sale de las instalaciones de engorde y se embarca en la nave de congelación, todos los gastos inherentes al transporte, congelación, mermas, aranceles, etc., corresponden al comprador mayorista, suponiendo un menor precio en primera venta, pero de donde se saca mayor rentabilidad para el productos.

Canal Mayorista “aéreo”: Práctica menos común durante los últimos 10 años. Aunque las empresas líderes de producción siguen manteniendo este tipo de venta orientada a los clientes japoneses fidelizados o socios participantes en las empresas. Los atunes destinados al mercado de fresco se envían vía aérea, previamente desangrados, descabezados, desmedulados, eviscerados, refrigerados a 4 o 5 °C, introducidos en cajas de material aislante y empaquetados vía aérea con destino a las lonjas japonesas en menos de 72 horas.



Figura 6. Formato del envío del producto fresco de atún rojo (Ricardo Fuentes S.A)

Canal Minorista España/Europa: Mencionar que en España y Europa existe un nicho de mercado minorista con capacidad de absorber >500 Tm de atún fresco/anual con brandings de sostenibilidad, sin embargo no se ha podido llegar a conseguir la información específica de volúmenes. Se observa una clara tendencia general (en Europa y España) a reducir el numero de intermediarios en las cadenas de suministro; y así traders y empresas de servicios alimentarios España/Europa han comenzado a comprar directamente a las fuentes de producción para colocación inmediata del producto en detallistas, grandes supermercados locales y/o cadenas especializadas. El producto fresco con destino detallista, viaja en formato de pocas unidades y en un nivel de envío muy sofisticado del cual se encarga el trader y se desentiende el detallista o la cadena comercial España/Europa. Debido a su limitada vida útil, el producto fresco de atún (especialmente) se mueve mucho mediante transporte aéreo (principales aeropuertos de carga de atún: Copenhagen (Dinamarca), Schiphol (Holanda), Frankfurt or Munich (Alemania), Madrid (España) y Charles de Gaulle (Francia)).

Canal Food Service de alta calidad: Mencionar que no se encuentra información calificada sobre tendencias en Canal Horeca. Pero, de la información que se extrae de los expertos y paginas web especializadas, parece que existe un aumento significativo de la demanda mundial, europea y española de Comidas Tipo Sushi. España aumenta un 15% su demanda de productos orientales en 2012. Fragmentada en dos sectores: restauración y comida preparada para consumir en el hogar. A nivel de restauración, el

5 % de los españoles elige restaurantes de comida nipona; el consumidor de este tipo de restauración suele ser de nivel adquisitivo medio-alto. Muy popular entre parejas y también para eventos y cenas de empresa. El consumo de sushi, maki y sashimi, cada vez más popular entre los comensales españoles (<http://www.abc.es/viajar/restaurantes/20131118/abci-cocina-italiana-argentina-201311181038.html>) De acuerdo al Euromonitor, Francia *también aumentó un 35% su demanda de productos sushi en 2012* (<http://www.bordbia.ie/industry/services/information/alerts/Pages/The-rise-of-sushi-in-France.aspx?year=2013&wk=41>), a la vez que en Estados Unidos la demanda se encuentra consolidada (<http://www.cbsnews.com/news/the-king-of-sushi/>).

Main Sushi restaurant groups in France

Group	Turnover	Restaurants
Sushishop	€110 m	84 in France
Planete Sushi	€75 m	57 in France
Eatsushi	€28 m	40 in France
Matsuri	€25 m	17 in France
Sushi West	€13 m	10 in France

Main Sushi corner concept integrated with Carrefour and Casino supermarkets

Group	Turnover	Restaurants
Sushi Daily	€50m	120

Figura 7. Principales grupos y facturación de la restauración de Sushi en Francia (<http://www.euromonitor.com/>)

A continuación, se presenta algunas noticias y acceso a documentales donde se corrobora la situación de dicha demanda:

- i. <http://www.cbsnews.com/news/the-king-of-sushi/>
- ii. <http://singularityhub.com/2013/01/31/our-singularity-future-overfished-bluefin-tuna-sells-for-record-1-76-million/>
- iii. <http://www.thefarmsite.com/reports/contents/FAOGlobefishQuarterlyAug2013.pdf>
- iv. http://www.cbi.eu/system/files/marketintel_documents/2013_pfs_fresh_tuna_in_the_eu_-_fish_and_seafood.pdf
- v. http://www.terradaily.com/reports/Tuna_if_its_affordable_its_not_bluefin_999.html
- vi. <http://www.thefarmsite.com/reports/contents/FAOGlobefishQuarterlyAug2013.pdf>
- vii. <http://www.undercurrentnews.com/?s=food+service>
- viii. <http://www.greenfudge.org/2010/03/20/chinas-growing-taste-for-sushi-could-wipe-out-bluefin-tuna/>

Los principales canales y clientes relacionados con la hostelería, restauración y/o catering para el producto atún rojo (fresco o congelado) serían: (i.) Canal de la restauración tipo Sushi bar (Ej: Kaiten sushi restaurant Operators), (ii.) Canal del Sashimi congelado (Ej: Bumble Bee Foods U.S; compra atún a Francia), (iii.) Canal productores españoles de Sushi (Ej: Sushita Oriental Food que aumenta en 2013 su turnover a 4M€ en España), (iv.) Canal productos de alimentación oriental en España (Ej: Grupo IberoChina Oriental Delicatessen que aumenta su facturación a 22M€ en 2013.), (v.) Canal Foodservice en Euskadi (Ej: BBDD Alimarket).

5.1.4 Competencia

El establecimiento en 1999 del sistema de cuotas para la limitación de capturas de atún rojo (*Thunnus thynnus*), y el Plan de recuperación 2008 de la especie donde se aplicaron reducciones de cuota, tamaños mínimos de captura y sistema de vedas (ICCAT, 2011) han favorecido que (i.) la especie del NEA muestre signos de recuperación y (ii.) la producción mediante engrase haya caído de forma muy importante.

Con respecto al panorama Europeo es difícil aportar una información fiable. En la página web de ICCAT el listado de información más completo se remite al año 2007 donde 50 empresas se encontraban oficialmente reconocidas con capacidad productiva para operar en el mediterráneo (Figura 8). Sin embargo, dado que el escenario productivo (Tabla 7) ha cambiado notablemente en los últimos años se podría considerar que actualmente en 2014 se estén produciendo entre 20.000-30.000 Tm anuales de atún rojo de engorde desde alrededor de 20 empresas (autorizadas y no autorizadas) que operen desde Malta, Turquía, Italia, Libia Chipre, Grecia, Tunes y Marruecos, principalmente.

Con respecto al panorama español, se ha observado una drástica reducción del número de empresas que se dedican a esta actividad. De las 14 empresas que operaban en 2003 llegando a producir 6.000T se ha pasado a 2 empresas en 2014 que operan en Cataluña (Grup Balfegó) y en Murcia (Caladeros del Mediterráneo, perteneciente al grupo Ricardo Fuentes e Hijos S.A.).

País	Nº empresas engorde de atún rojo	Capacidad productiva (t)
España	10	11852
Italia	10	9700
Malta	8	12300
Turquía	6	5140
Túnez	5	2134
Croacia	4	7430
Chipre	3	3000
Grecia	2	2100
Libia	1	1000
Marruecos	1	200

Tabla 7. Numero de empresas mediterráneas autorizadas en 2007 por ICCAT <http://www.iccat.int/es/ffb.asp>. La información no se encuentra actualizada, tampoco se reporta *Información biológica (biomasa capturadas, tallas, producción actual, etc.)*

GRUP BALFEGO: El principal competidor para Euskadi, se consideraría Grup Balfegó (actual comprador de la cuota vasca). El Grup Balfegó (<http://www.grupbalfego.com>) representa la empresa líder en España en captura, engorde y comercialización de atún rojo. Dispone de 30 hectareas de instalación productiva situadas a 2,5 millas al este del puerto de L'Ametlla de Mar, donde se alimenta el pescado hasta su sacrificio para su comercialización. En las instalaciones del grupo se dispone de un polígono industrial “Les Crevetes de L'Ametlla de mar”, donde el producto es preparado para su expedición. La empresa destina más del 75 % de su producción a la exportación, opera en el mercado japonés (35M€ en 2011) y abastece a los mejores restaurantes de las capitales del mundo de 30 países, incluyendo Europa y Estados Unidos. De comunicaciones con Grup Balfegó, se nos informa que la empresa ha experimentado un descenso en las exportaciones a Japón y que tratan de abrir nuevos mercados en países como México y Peru (aunque el llamativo bajo nivel adquisitivo de dichos países como cliente refiere duda).

Con la entrada del plan de recuperación y los inferiores volúmenes de captura, Grup Balfegó declara haber enfocado el mercado español hacia tres pilares: (i.) pesca extractiva (pesca de cerco), (ii.) acuicultura (el engorde de atún) y (iii.) comercialización. Según Manel Balfegó: “como pescadores encajaron los recortes, como granja buscaron contratos con otros barcos de Francia y Grecia y se involucraron en la compra de derechos de pesca a otras artes. Finalmente, desde el punto de vista del mercado se han

lanzado a la internacionalización y diversificación de mercados, ofreciendo no solo a Japon atún rojo fresco de la mejor calidad estándar, durante los doce meses del año bajo demanda, y sacrificando de uno a uno en función del pedido".
(Fuente:http://www.ipacuicultura.com/noticias/en_portada/31869/grup_balfego_la_investigacion_y_la_innovacion_al_servicio_de_un_modelo_de_responsabilidad_empresarial_sostenible.html?utm_source=Registrados+IPac+Newsletter&utm_campaign=b7e9ce6e65-Newsletter_75&utm_m)

En España, el Grup Balfegó ha apostado por la alta restauración. La apuesta es por un nicho de mercado que demanda menor cantidad y mayor calidad (producto selecto, muy elaborado, con excelente niveles de grasa, y coste de producción importante) que cantidad. Balfegó está trabajando de forma muy intensa en el mercado nacional (<http://www.grupbalfego.com/?p=catalogo>). Sin embargo también declara que el mercado español tan solo absorbe el 10 % de la producción de atún de Balfegó. La empresa trabaja actualmente en proyectos de I+D sobre: (i.) análisis de deposición de grasa en función de dietas y estrategia de manejo, (ii.) implementación de nuevas metodologías de sacrificio para la mejora de la calidad final de producto, (iii.) nuevos productos marinado y ahumado de atún. Todo ello con la idea de producir de 50-70 Tm anuales dirigidas al mercado delicatessen europeo (<http://www.undercurrentnews.com/2013/11/29/spains-balfego-in-bid-to-cut-japan-reliance-slams-iccat-bluefin-tuna-decision>)

Desde hace un par de años, la empresa catalana también organiza visitas periódicas de grupos de restauradores en los que se les explica todo el proceso de producción y los pormenores de la especie que finaliza con una degustación en la propia empresa. En estos dos años han pasado por las instalaciones de Balfegó más de 2.000 chefs. Todo ello, representa una estrategia empresarial de cara al mercado nacional con la que ya han comenzado a obtener resultados.

A fecha de 2012, los datos legales y financieros (según informe AXEXOR 2014; ANEXO 1) del Grup balfegó son: Objeto Social: *Cría y engorde de atunes en viveros. Desarrollo de actividades turísticas/entretenimiento. Desarrollo de la actividad de pesca y marisqueo. Fabricación y preparación de salazones.* Cifra de negocios: 25.895.299€. Capacidad productiva: 1.200 T/año. Precio medio aprox.: 32€/kg. Coste de explotación: 24euros/kg. Absorbe el 10% del mercado español. %EBITDA/Ingresos: 23%.

5.1.5 Tipos de producto y factores en primera venta

La venta de producto puede ser en fresco o en congelado, principalmente dependiendo del tamaño del individuo de atún. En el caso del atún rojo del Atlántico (*Thunnus thynnus*) se suelen trabajar tres intervalos de tamaño para la primera venta: atunes de menos de 60 Kg, de 60 a 120 Kg y > a 180 Kg. Aunque también se consideran otras gamas de producto como 150-240 Kg y >300 Kg. Sin embargo, todo esto dependerá de las regiones de captura/engorde y de lo avanzado de la primavera exceptuando el caso de Croacia, en donde se capturan atunes de menor tamaño para engorde por tradición cultural (Belmonte & De la Gandara, 2009)

El precio de venta, principalmente depende de la calidad del producto, época del año y tipología destino expedición. En este sentido, para el atún hay una serie de categorías de calidad que determinan el precio del producto que son frescura, tamaño, color, textura y contenido en grasa. A su vez, los picos de venta del producto fresco en el mediterraneo ocurren entre septiembre y noviembre (coincidentes, con las festividades en Japón). Mientras que la demanda de producto congelado se mantiene durante todo el año (T. Galaz, per. comm)

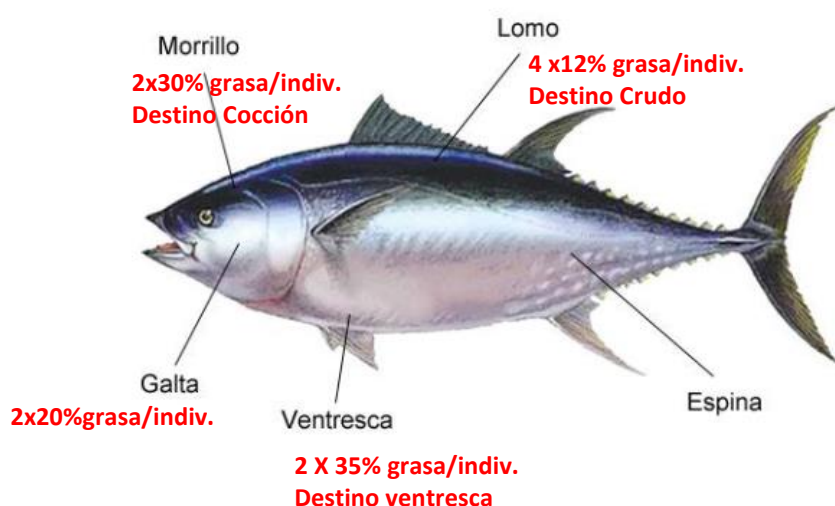


Figura 8. Partes del atún, contenido en grasa esperado y destino expedición mas frecuente (Fuente: <http://www.grupbalfego.com/?p=atún>)

Los asuntos de grasa y color, son factores muy importantes en el producto; interfiere la preferencia del cliente destino y el tamaño que corresponda al individuo. En Estados Unidos se demandan productos de atún muy grasiento. En Japón se demandan productos de atún medio de grasa, mientras que en España la demanda es hacia un producto muy rojo y con menor nivel de grasa (T. Galaz, per comm.). En cualquier caso, no existe información disponible (probablemente, privada) sobre las relaciones peso-nivel de grasa ó variaciones precio-año-cliente. En la página web del Grup Balfegó <http://www.grupbalfego.com/?p=trazabilidad> se encuentran datos orientativos sobre la relación peso-nivel de grasa de sus productos (Ej: Individuo de 85Kg: 5,4% grasa, individuo de 221Kg: 6,40% grasa); los cuales pueden ayudar a conocer los niveles de grasa que caracterizan el producto de engorde



Figura 9. Diferentes tipologías del producto de atún rojo expedido. Arriba, formato crudo de lomo de atún (nivel de transformación máximo al que llega el productor para el mercado delicatessen ó food service). Abajo, barquetas comercializadas de sushi (nivel de transformación no abarcado por el productor)

El empleo de nuevas técnicas de envasado del atún en conserva, como las bolsas herméticas esterilizadas, se está popularizando cada vez más entre los consumidores de los EE.UU y Europa (sin embargo, el productor de engrase no llega a dicho nivel de transformación).

5.1.1 Propuesta de modelo de negocio

De acuerdo a la información de mercado analizada, el modelo de negocio más conveniente para el arranque de la actividad de engorde de atún en Euskadi, sería el descrito en la Figura 10. No se incluyen los datos financieros, los cuales se analizan *a posteriori*. Se identifica propuesta de valor, asociaciones clave, actividades clave,

recursos clave, estructura de costes, relación con clientes, canales, segmentos de mercado y fuente de ingresos.

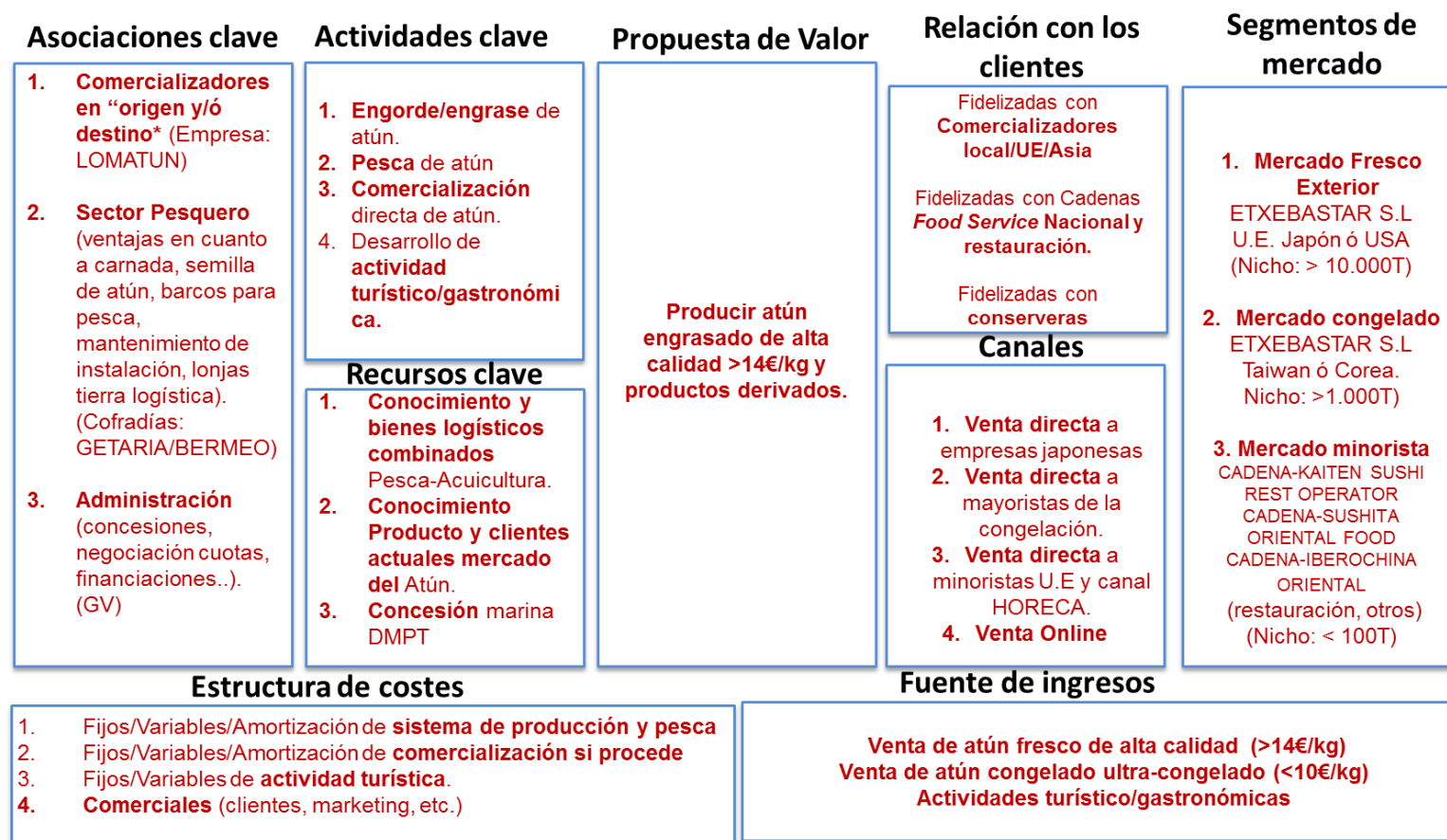


Figura 10. Cuadro CANVAS de modelo de negocio propuesto para la actividad de engorde de Atún rojo en Euskadi.

5.2 ASPECTOS LEGALES PARA POSIBILITAR LA ACTIVIDAD DE ENGORDE

5.2.1 Normativas a interpretar

El stock de atún rojo del Atlántico Este y Mediterráneo, se encuentra desde hace años en una situación de deterioro continuado, que ha obligado a adoptar medidas urgentes y a largo plazo para su recuperación como es el establecimiento de listas de buques autorizados a la captura de atún rojo, la asignación de cuotas individuales por barco, el establecimiento de puertos designados para el desembarque / transbordo, etc.

La cuota correspondiente a los buques de cerco – cebo vivo del cantábrico es del aproximadamente el 19%. Esta cifra es la suma de todas las cuotas individualizadas por buque. En el País Vasco, aunque cada buque tiene su cuota específica, lo que se hace es sumar todas las cuotas, y repartir linealmente el total de la cuota entre todos los buques. En los últimos años esta cuota equivale aproximadamente a 400 toneladas.

Durante la última década, se ha producido un cambio global en la estrategia de pesca, dirigiéndose hacia el atún rojo grande, principalmente en el Mediterráneo, la mayoría de estos ejemplares están destinados a operaciones de engorde y/o cría. Estos atúnes alcanzan un precio muy atractivo en el mercado japonés.

En el año 2011 la orden ARM/1753/2011, del 22 de junio establece que cada armador podrá transmitir las cuotas que le hayan sido asignadas a los buques o almadrabas pertenecientes al mismo grupo, de forma temporal, ya sea total o parcial, o con carácter definitivo. La flota de cebo vivo vasca se acoge a esta regulación y en el año 2012 vende el 70% de su cuota a las granjas de engorde del mediterráneo, y en el año 2013 el 100% de la cuota.

Posteriormente, la orden AAA/642/2013, de 18 de abril, establece que la cesión temporal de la cuota se podrá realizarse sólo sobre la totalidad de la cuota. Además, esta orden establece que aquellos buques de captura o almadrabas que no pesquen

activamente la cuota asignada durante dos años consecutivos o durante tres años alternos dentro de un periodo de cinco –a contar desde el año de entrada en vigor de esta orden– serán dados de baja del censo específico y perderán el derecho al porcentaje de la cuota que se les haya asignado. Dicha cuota será redistribuida a los buques o almadrabas incluidos en su mismo grupo en proporción a las cuotas de las que dispongan.

Por lo tanto, si la cuota no se quiere perder definitivamente, **como mucho se podrá vender el 100% de la cuota 2 años de cada 5 años**, siempre y cuando la regulación no cambie.

5.2.1.1 Normativas asociadas a la actividad de pesca y captura

Además, existen 5 normativas referencia que son críticas y limitantes para el desarrollo de la actividad de “captura” para engorde de atún rojo en aguas del Cantabro.

(i.) ORDEN APA 676/2004 de 5 de marzo; por la que se regula la pesca con cerco en Cantáblico-NW. Regula lo siguiente:

- Sólo pueden pescar al cerco las **embarcaciones que figuren en el censo de cerco de Cantáblico** y NW; y que estén en posesión de una licencia de pesca para dicha modalidad y caladero.
- Las **dimensiones máximas** de la red de cerco en caladero Cantáblico y NW son: (i) 600 metros de longitud, excluidos los puños que no serán superiores a 30 metros cada uno: (ii) la altura de la red no será superior a 130 metros.
- No se consideran **los túnidos como especies para ser capturadas con este arte**, por lo tanto según esta norma, no se podría capturar atún con redes de cerco.

(ii.) REAL DECRETO 429/2004 de 12 de marzo. Medidas de ordenación de la flota de pesca de cerco. Mod. por REAL DECRETO 2176/2004 de 12 de noviembre

- Los buques dedicados a la pesca de cerco en Cantábrico y NW deben tener como mínimo una eslora entre perpendiculares de 9 metros o una eslora total de 11 metros.
- El período de **esfuerzo semanal será de 5 días** con un descanso continuado de 48 horas

(iii.) REGLAMENTO 1559/2007 - ORDEN ARM 1244/2008

- La **talla mínima de captura de atún al cerco será de 30 kilos** (o 115cms), con un porcentaje permitido del 8% de captura fortuita de talla de 10 a 30 kilos.
- Quedan **prohibidas las operaciones de transbordo de atún rojo** en la mar

(iv.) REGLAMENTO 1380/2013 - sobre la Política Pesquera Común Art. 15

Apartado 1.

- A partir del 1 de enero de 2015 **todas las capturas de poblaciones sujetas a TAC (Atún rojo)** capturadas en aguas de la UE **deberán almacenarse y mantenerse a bordo de los buques pesqueros, así como registrarse, desembarcarse e imputarse a la correspondiente cuota** cuando proceda .

Apartado 4

- La obligación de desembarque a que se refiere el apartado 1, no se aplicará a:
 - b) Especies respecto de las cuales existan pruebas científicas que demuestren altas tasas de supervivencia.
 - c) Capturas que entren dentro de exenciones de minimis. **Exenciones del 5% del TAC** según:
 - cuando las pruebas científicas indiquen que aumentar la selectividad resulta muy difícil
 - para evitar los costes desproporcionados que supondría la manipulación de las capturas no deseadas, en lo que respecta a los artes de pesca en los que la proporción de capturas no deseadas por arte no excede de un determinado

porcentaje, que se fijará en un plan, del total anual de capturas realizadas por ese arte.

(v.) ORDEN AAA/642/2013, de 18 de abril, por la que se regula la pesquería de atún rojo en el Atlántico Oriental y Mediterráneo:

- Artículo 3. Censo específico de la flota autorizada para el ejercicio de la pesca de atún rojo.

Para la gestión y distribución de la cuota asignada a España, la Secretaría General de Pesca establecerá un censo específico de buques y almadrabas autorizados a capturar de forma activa esta especie y que deberán **estar en posesión de un permiso especial de pesca**, ordenados en las siguientes flotas, que **constituirán grupos independientes y cerrados**:

- a) Flota de cebo vivo del Cantábrico, caladero cantábrico noroeste.
- b) Flota de cañas y líneas de mano del Estrecho.
- c) Flotas de palangre y línea de mano.
- d) Flota de cerco del Mediterráneo.
- e) Almadrabas.

5.2.1.2 Normativas asociadas a la ocupación del espacio marino

Existen 6 normativas y 1 documento referencia que se deben de interpretar para la ocupación del espacio del Dominio Público Marítimo Terrestre para el engorde de atún rojo en aguas del Cantábrico. Dichas normativas, deberán ser consideradas por cualquier empresa interesada en el engorde de atún rojo en el momento de realizar los tramites de autorización y concesión.

- (i.) REAL DECRETO DE LA LEY 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, el cual regula la gestión del DPMT en España.

- (ii.) PLAN TERRITORIAL SECTORIAL de Protección y Ordenación del Litoral, el cual regula el uso de espacios marinos en las áreas costeras de la CAE.
- (iii.) LEY 3/1998, de 27 de febrero, sobre protección general del Medio Ambiente del País Vasco, el cual regula los asuntos de impacto ambiental y emisión de vertidos.
- (iv.) LEY 6/1998, de Pesca Marítima País Vasco, Titulos 2 y 3 sobre Principios de Ordenación y Regulación de Cultivos Marinos, el cual regula los asuntos de los tramites para la autorización de actividades de acuicultura y comercialización de producto pesquero derivado, conforme a las condiciones de las competencias exclusivas en materia agropesquera de la CAE.
- (v.) REAL DECRETO 1616/2008, relativo a los requisitos zoosanitarios de los animales y productos de la acuicultura, la cual regula los requisitos zoosanitarios de los animales/productos de la acuicultura.
- (vi.) Ley 8/2003, de Sanidad Animal.
- (vii.) Plan Estratégico de Acuicultura 2014-2020 / AKUAKULTURAREN GARAPENERAKO PLAN ESTRATEGIKOA 2014-2020 (EJ/GV). El Plan define posibles areas de interés y a su vez libres de conflicto normativo para el desarrollo de actividades de acuicultura.

5.2.1.3 Normativas asociadas al engorde acuícola

Existen 3 requerimientos ICCAT a interpretar para el desarrollo de la actividad de captura y engorde de atún en cualquier parte del Atlantico Este y/o Mediterraneo: Los requerimientos pertenecen al PROGRAMA REGIONAL DE OBSERVADORES ICCAT Atún rojo del Atlántico Este y Mediterraneo, como sigue:

- Pago de tarifa (inicial) a ICCAT en concepto de contratación, formación y equipamientos 7.700€ (*2014)
- Pago de Cánones de movilización y días de observadores en operaciones de captura y granja (mínimos de 5 días). 4.500€ + 300€/día (2013)

- Pago por asignación de días ocasionales para asistencia a sacrificios/transferencias ocasionales de productos frescos. (2013: 800€/día).

5.2.1.4 Procedimiento necesario para solicitud de permisos

En la figura 11 se muestra el procedimiento para la solicitud de permisos.

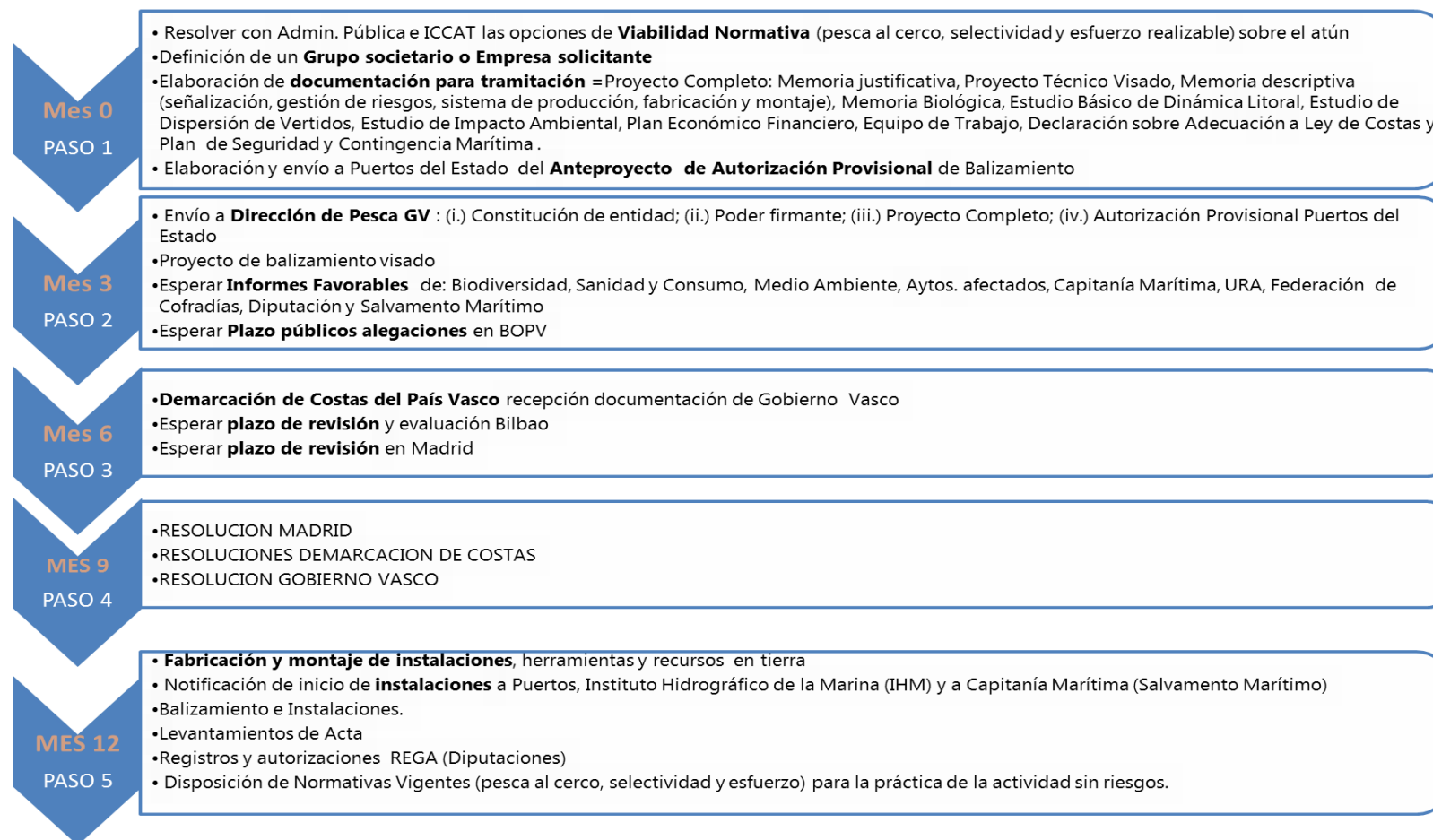


Figura 11. Procedimiento completo con cronograma, para la solicitud de permisos para la instalación de jaulas marinas de atún rojo en el País Vasco.

5.2.2 Zonas aptas para la instalación de jaulas marinas

5.2.2.1 Cobertura de estudio

En la Figura 11 puede verse la zona de la costa vasca delimitada por las batimétricas de 40 y de 70 m de profundidad, respectivamente. En total representa un área de 30.000 ha.

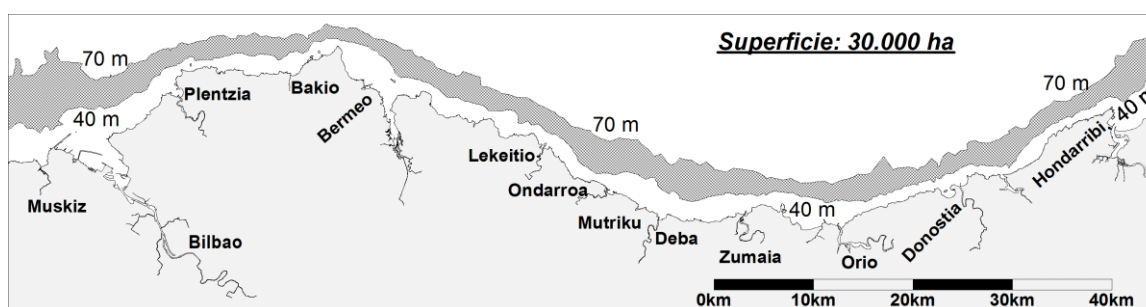


Figura 12. Zona de estudio comprendida entre 40 y 70 m en la costa vasca.

5.2.2.2 Exposición al oleaje

En la Figura 12 se muestra en grado de exposición al oleaje de la costa vasca (Galparsoro et al., 2012), las líneas batimétricas que se señalan son las de 40 y 70 m, respectivamente. Puede observarse que el área de menor exposición es la comprendida entre cabo Matxitxako y Orio, fundamentalmente por la protección que el cabo ofrece frente a los oleajes de componente oeste y oeste-noroeste.

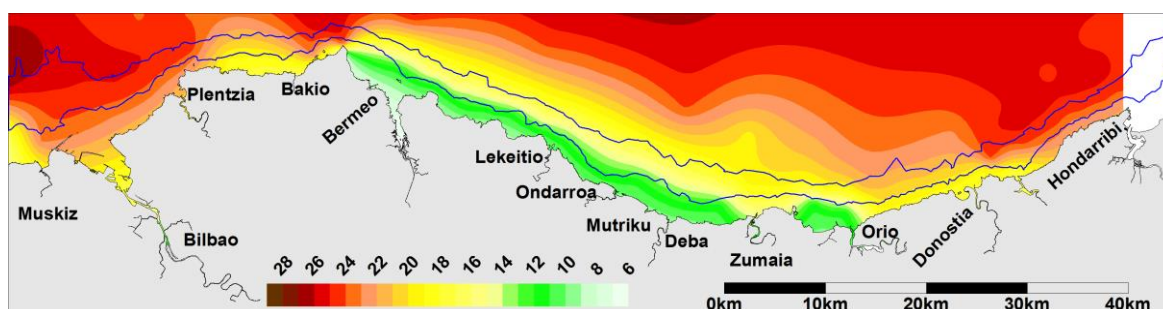


Figura 13. Grado de exposición al oleaje en la costa vasca.

5.2.2.3 Tipología sedimentaria de los fondos marinos

En la Figura 13 se muestra la tipología de los fondos marinos en dos clases, en color rojizo los fondos predominantemente rocosos y en color ocre los fondos blandos (arenosos, predominantemente arenosos y limosos).

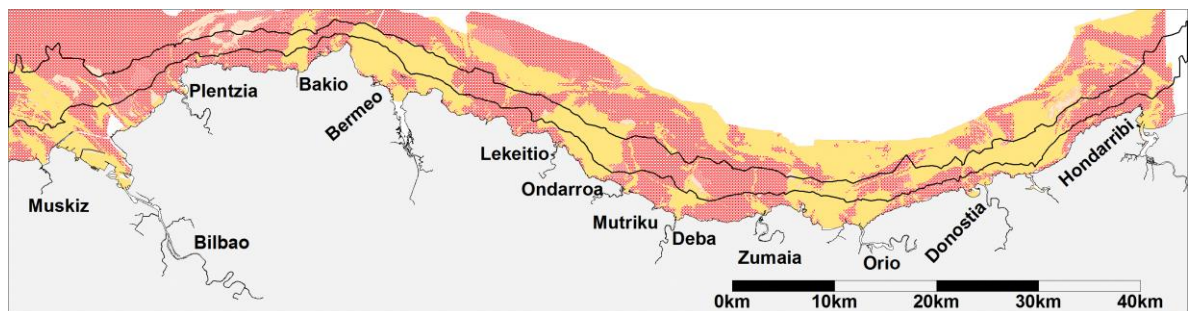


Figura 14. Tipos de fondos predominantes en la costa vasca. En rojo los fondos duros o rocosos, en ocre los fondos blandos (arenosos y limosos).

5.2.2.4 Conflictos de uso

En la Figura 14 puede verse el mapa con los diferentes conflictos de uso (detallados en la sección material y metodos) para la instalación de jaulas de acuicultura en la costa vasca. Si bien algunos de ellos no son usos completamente excluyentes con la acuicultura, en la fase actual-conceptual del proyecto de atún, parece aconsejable buscar una ubicación en la cual no existan ningún tipo de incompatibilidad.

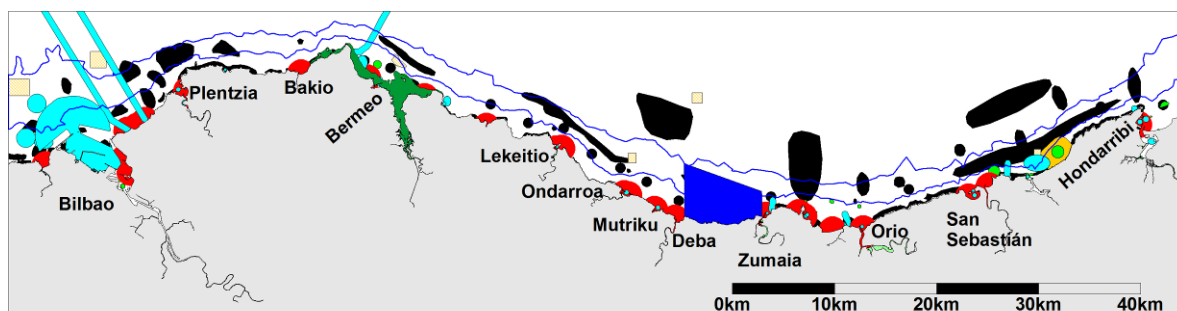


Figura 15. Zonas con otros usos (zonas de baño, emisarios, zonas protegidas, zonas de pesca, zonas portuarias, cables marinos y zonas de dragado, principalmente) que podrían interferir o impedir la instalación de jaulas de acuicultura en el País Vasco.

5.2.2.5 Emplazamientos potenciales

Se han identificado zonas potencialmente adecuadas para la instalación de jaulas marinas en la costa vasca, situadas entre 40 y 70 m de profundidad. La selección del emplazamiento debía evitar, en la medida de lo posible, cualquier tipo de incompatibilidad de uso y debía estar lo más abrigada del oleaje posible. Como resultado de dichos trabajos, se determinaron 3 ubicaciones en las proximidades de: Elantxobe, Lekeitio (Figura 15) y de Pasaia (Figura 16). Más adecuadas las dos primeras y en menor medida la última, por las condiciones de batimetría y fondo arenoso (Figura 18)

Para el entorno específico de Elantxobe y Lekeitio, se ha restringido el rango de profundidades al intervalo entre 35 y 45 m de profundidad (con el fin de facilitar las tareas operacionales: fondeos, revisión de redes, revisión de cadenas, sin entrar en los 50 m). A su vez, se respeta las propuestas de ubicación en Gipuzkoa por su potencial normativo.

Por lo tanto, lastres zonas adecuadas para la ubicación de jaulas marinas son:

- Entre cabo Matxitxako y Elantxobe de 600 ha disponibles (Figura 15).

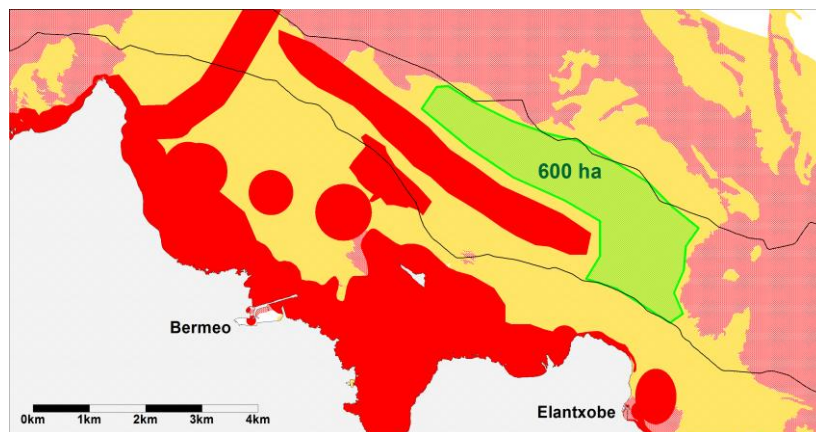


Figura 16. Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre cabo Matxitxako y Elantxobe.

- Entre Lekeitio y Ondarroa de 640 ha (Figura 16).

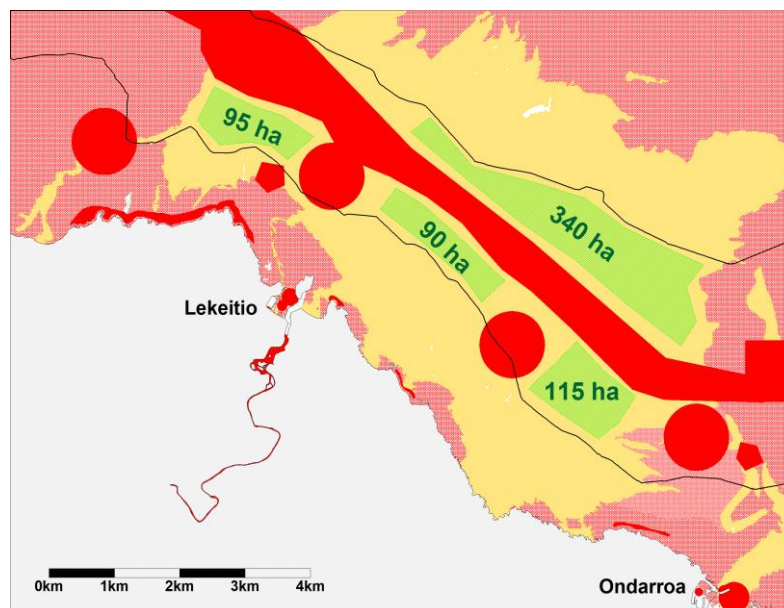


Figura 17. Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre Lekeitio y Ondarroa.

- Entre Donostia y Pasaia de 214 ha (Figura 17).

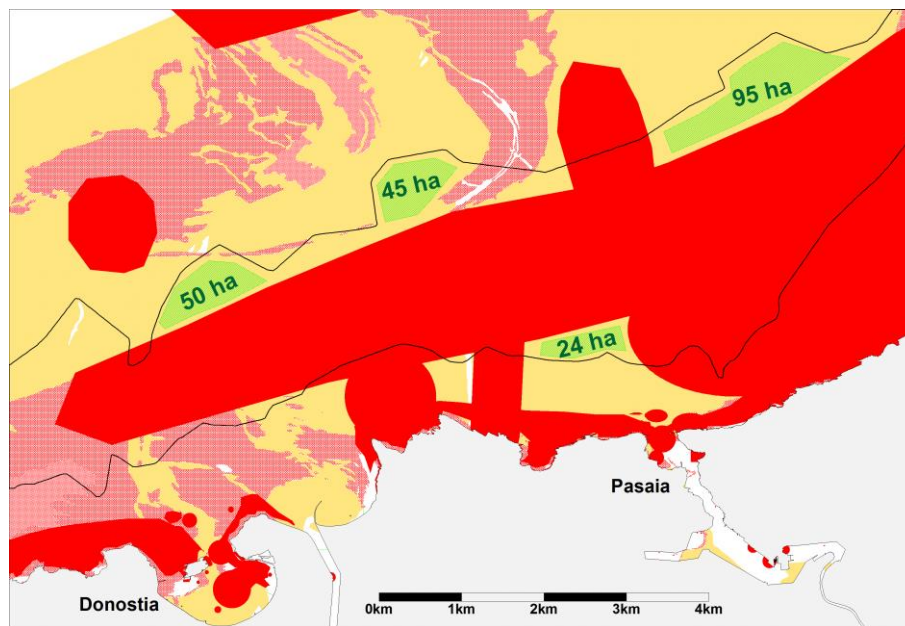


Figura 18. Zona potencialmente apta para instalaciones de jaulas marinas entre Donostia y Pasaia.

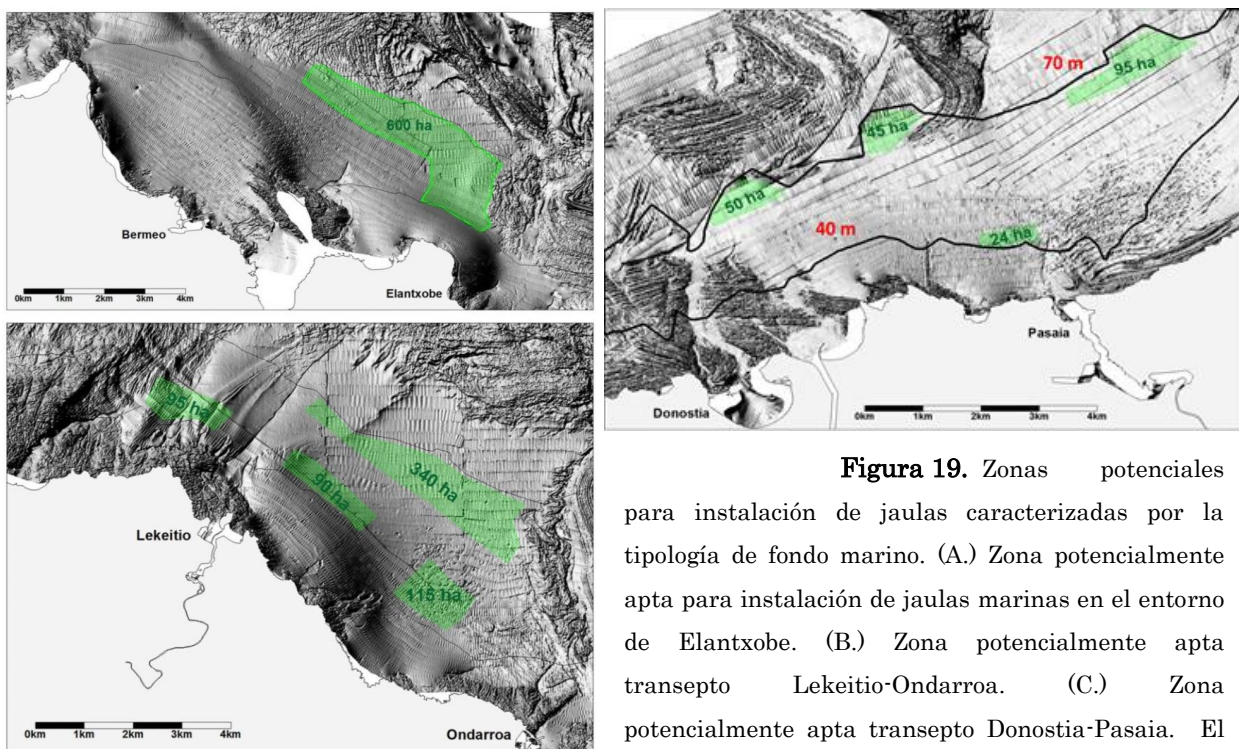


Figura 19. Zonas potenciales para instalación de jaulas caracterizadas por la tipología de fondo marino. (A.) Zona potencialmente apta para instalación de jaulas marinas en el entorno de Elantxobe. (B.) Zona potencialmente apta transepto Lekeitio-Ondarroa. (C.) Zona potencialmente apta transepto Donostia-Pasaia. El fondo de tonos grises representa el tipo de fondo (las zonas uniformes son zonas de fondo blando) y las líneas marcadas corresponden a 35 y a 45 m de profundidad, respectivamente. En el caso de Pasaia son 40 y 70m, respectivamente.

5.2.2.6 Información océano-meteorológica

5.2.2.6.1 MAREA

A lo largo de la costa vasca, fuera de las zonas más internas de los estuarios, las variaciones de amplitud de la marea astronómica pueden considerarse despreciables a los efectos de esta solicitud de información (inferiores a 10 cm) orientada a la ubicación de jaulas marinas.

La marea astronómica en la costa vasca es semidiurna, con una amplitud media de aproximadamente 2,7 m y una amplitud máxima de 5 m.

A la componente astronómica puede sumársele una componente meteorológica (que agrupa diferentes factores fundamentalmente presión atmosférica y en menor medida, viento, oleaje, etc.).

Para un período de retorno de unos 300 años está recomendada considerar una altura de marea máxima de 5,44 m (sobre el nivel del cero del Puerto de Bilbao). Este factor ha de considerarse en especial a la hora de referir las batimetrías que se vayan a emplear para el diseño de la estructura de jaula marina al nivel adecuado.

5.2.2.6.2 CORRIENTE MÁXIMA

Es un factor fuertemente influenciado por la ubicación concreta, la profundidad del punto en que deseemos obtener este parámetro, cercanía a la costa, y la posición sobre la columna de agua a la que deseamos estimar la corriente.

En líneas generales las corrientes máximas se producen en superficie, en los primeros centímetros de la capa de agua y son debidas al viento. Se suele estimar la velocidad de la corriente superficial como un porcentaje de la velocidad del viento, entre el 2 y 6%, aproximadamente con un valor característico entre el 3% y el 3,5%. Sobre esta base, las corrientes superficiales máximas se situarían en torno a 1 m.s⁻¹.

Para la instalación y operación de jaulas marinas en la costa vasca se sugiere considerar una corriente superficial de $1,2 \text{ m.s}^{-1}$ descendiendo linealmente hasta $0,75 \text{ m.s}^{-1}$ a 60 m de profundidad.

Las direcciones predominantes de las corrientes, especialmente en situaciones de vientos medios o fuertes, son paralelas a las batimétricas de la zona. Las corrientes de superficie a fondo pueden ir girando, de forma más notable en situaciones de corrientes débiles y corrientes medias y en menor medida en situaciones de temporal de viento, especialmente si los vientos tienen componente sensiblemente paralela a la costa (oeste, este en líneas generales). Las rosas de corrientes para poder ser definidas con cierta precisión requieren de una ubicación más concreta.

5.2.2.6.3 VIENTO

En la costa vasca el registro más largo disponible es el del Observatorio de Monte Igeldo (situado a algo más de 200 m de altura sobre el mar), con información de viento desde 1940. Se han medido en diversas ocasiones vientos superiores a 140 km.h^{-1} . Todas las direcciones (Figura 19) tienen una probabilidad significativa en la costa vasca de ocurrencia con especial predominancia de las direcciones comprendidas entre el NW y el SW. Los eventos más intensos se encuentran para las direcciones NW, WNW y WSW y están directamente relacionados con el patrón de paso de las borrascas invernales por el golfo de Vizcaya. Se observan una cierta predominancia de vientos del E y NE asociados a los regímenes de brisas propios de la temporada estival.

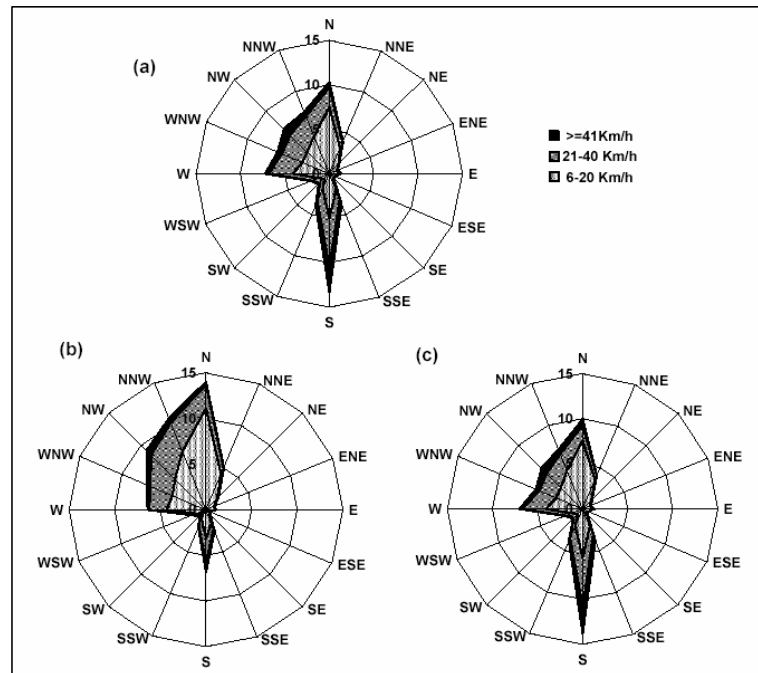


Figura 20. Rosas de frecuencia acumulada del viento (%) en Igueldo (1961-1990); (a) anual, (b) entre marzo y agosto, (c) entre julio y diciembre.

En cuanto a los valores extremales la ROM 04-95 (recomendaciones de obras marítimas) define las acciones y cargas de viento que deben utilizarse en el diseño de estructuras tanto fijas como flotantes, como pudiera ser el caso de jaulas marinas.

Régimen medio: todas las direcciones tienen una presencia significativa siendo la intensidad más frecuente la situada entre 10-15 nudos. Los temporales habituales se presentan de direcciones que van del SW al NW con intensidades de 25-40 nudos.

En cuanto al **régimen extremal** la velocidad básica recomendada de diseño (media de 10 minutos medida a 10 metros de altura; $V_v(10)$), es de 66 nudos (33 m.s^{-1} , 120 km.h^{-1}). En cuanto a la racha máxima en el período de 10 minutos para una estructura flotante de más de 25 m de eslora y una vida útil de 25 años la velocidad de diseño es de 47 m.s^{-1} (170 km.h^{-1}).

5.2.2.6.4 OLEAJE

El oleaje en la costa cantábrica está directamente relacionado con su posición geográfica en el contexto del golfo de Vizcaya y del Atlántico nordeste. Así, por su orientación y posición, esta costa se encuentra sometida a fuertes oleajes del cuarto cuadrante como consecuencia de la formación y evolución de las bajas presiones noratlánticas.

La mar de fondo del noroeste, es por tanto dominante y la situación más común en el área de estudio, situación que persiste en situaciones de calma local, o incluso con vientos fuertes y relativamente persistentes de direcciones netamente diferenciadas del noroeste. Así lo evidencia el estudio estadístico del oleaje en la zona con una predominancia de olas del sector noroeste (85% de las olas proviene del cuarto cuadrante), coincidiendo éstas con las olas de mayor tamaño (Figura 20).

El régimen medio se caracteriza por períodos de ola desde 4 hasta 22 s, siendo los más frecuentes entre 10 y 12 s. Las alturas de ola significativa (H_s) más frecuentes se sitúan entre 0,5 y 1,5 m con periodos de pico (T_p) asociados entre 8 y 14 s. Los periodos de pico superiores a 10 s representan más del 50% de los estados de mar, distribución que se presenta incluso en alturas de ola inferiores a 2 m (oleaje tipo swell).

Durante la época estival, con la extensión del anticiclón de las Azores, se relaja la secuencia de formación de borrascas noratlánticas y también su intensidad. En estas condiciones predomina en la costa cantábrica el régimen de brisas y la circulación de vientos del nordeste. Ocasionalmente puede formarse mar de fondo u oleaje del nordeste que en el caso de la zona de estudio, por encontrarnos en la parte más oriental del Cantábrico es de escasa relevancia ya que el *fetch* asociado es muy reducido.

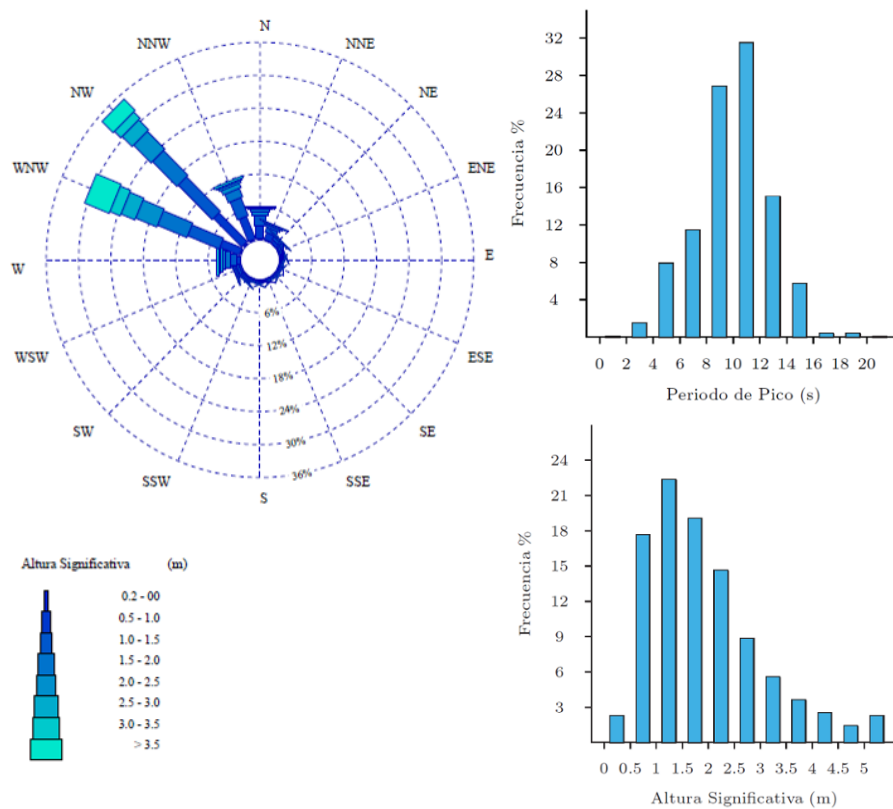


Figura 21. A la izquierda la rosa del oleaje. La imagen superior derecha representa la distribución por frecuencias de período de pico. La imagen inferior derecha representa la distribución de altura significativa, para un año medio, calculado a partir de la serie de datos de la boya Bilbao-Vizcaya en el periodo comprendido entre 1990 a 2006 (Fuente: base de datos oceanográficos de Puertos del Estado).

El cálculo del régimen extremal para la boya Bilbao-Vizcaya en el periodo comprendido entre noviembre de 1990 y agosto de 2004, indica que la altura del oleaje puede superar los 10 m con periodos de retorno de 20 años y superar los 11 m con periodos de 50 años (Tabla 8).

Tabla 8. Régimen extremal de Hs (altura significativa) calculado a partir del registro de la boya Bilbao-Vizcaya en el periodo noviembre de 1990 - agosto 2004 (Fuente: Puertos del Estado) y Tp asociado (período de pico) según la ROM 03-91.

PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	20	50	225	475
ESTIMA CENTRAL DE HS (M)	10,7	11,5	12,7	13,2
VALOR ESPERADO DE TP (S)	16-22	16-22	18-22	18-22

A continuación se muestran los principales parámetros que caracterizan el régimen medio y extremal, para un punto situado en el tramo costero desde Deba hasta cabo Matxixako sobre los 50 m de profundidad en base a la información existente. Para otra zona de ubicación esta información deberá ser actualizada.

Tabla 9. Régimen medio de oleaje. Frecuencia de oleaje por direcciones entre Deba y Matxixajo profundidades indefinidas y a 50 m de profundidad.

	Indefinidas	Entre Deba y Matxixako a 50 m de profundidad
Calmas (<1 m)	5,9%	50,2%
N	6,4%	7,0%
NNE	3,2%	3,6%
NE	2,9%	3,5%
ENE	2,3%	3,5%
E	3,6%	5,2%
ESSE	1,4%	1,5%
SE	0,9%	0,0%
SSE	1,5%	0,0%
S	1,6%	0,0%
SSW	1,7%	0,0%
SW	1,4%	0,0%
WSW	2,2%	0,0%
W	20,5%	0,0%
WNW	22,3%	0,0%
NW	15,6%	16,8%
NNW	6,5%	8,7%

5.2.2.7 Emplazamientos seleccionados para las condiciones de Euskadi

En las Figura 21 y 22 se muestran los emplazamientos definitivos recomendados para la ubicación de jaulas marinas en la costa vasca. Las zonas son Zona de Elantxobe y transepto Ondarroa-Lekeitio.

El polígono de la zona de Elantxobe (Figura 21) tiene un área de 79 ha. En los vértices de dicho polígono se indican las coordenadas en proyección UTM con dígitos de color negro (en unidades de metros, datum WGS84) y con dígitos de color azul, las coordenadas latitud, longitud (en grados sexagesimales y minutos con milésimas de minuto).

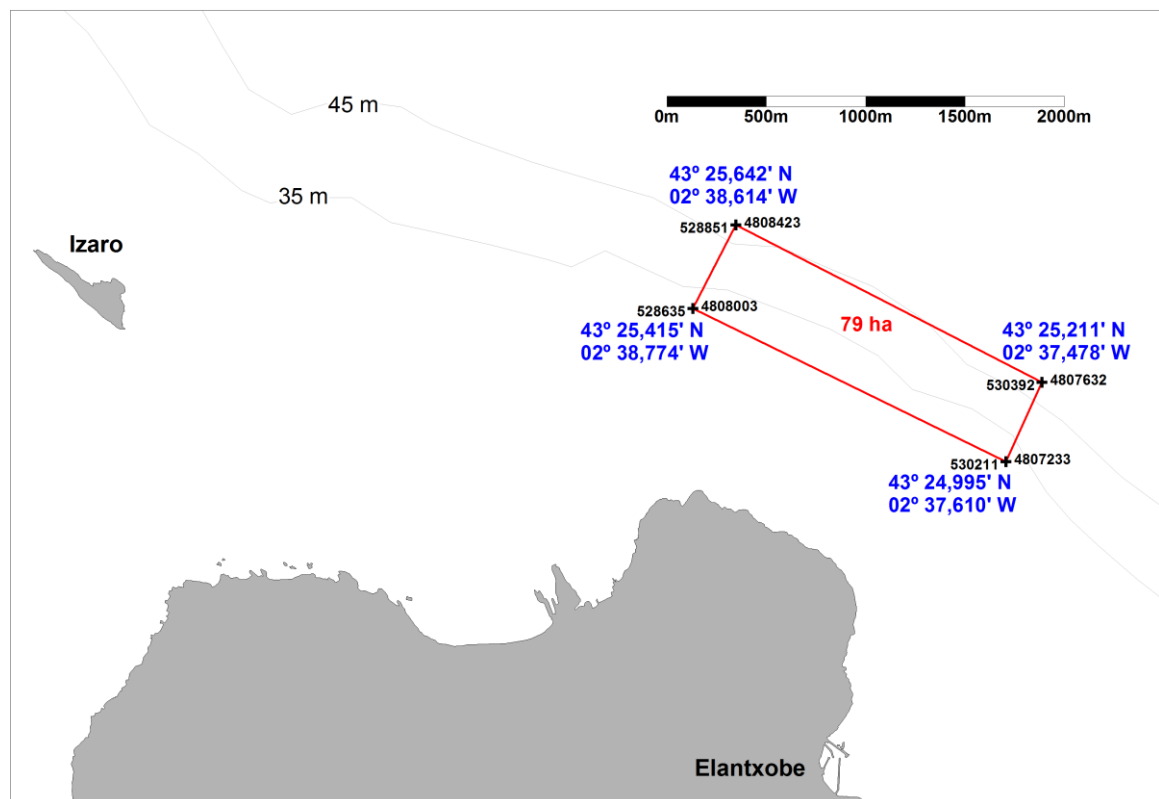


Figura 22. Polígono de 79 ha en el entorno de la localidad de Elantxobe. Los dígitos de color negro son las coordenadas UTM de los vértices (en metros y datum WGS84), los dígitos de color azul son las coordenadas latitud, longitud (en grados y minutos con milésimas de minuto).

Para la zona de Asterrika (Ondarroa-Lekeitio; figura 23) se muestran dos opciones de polígono situados entre 35 y 45 m de profundidad, el más cercano a Lekeitio de 95 ha y el

más cercano a Ondarroa de 46 ha. En los vértices de dicho polígono se encuentran las coordenadas UTM con dígitos de color negro (en unidades de metros, datum WGS84) y con dígitos de color azul, las coordenadas latitud, longitud (en grados sexagesimales y minutos con milésimas de minuto).

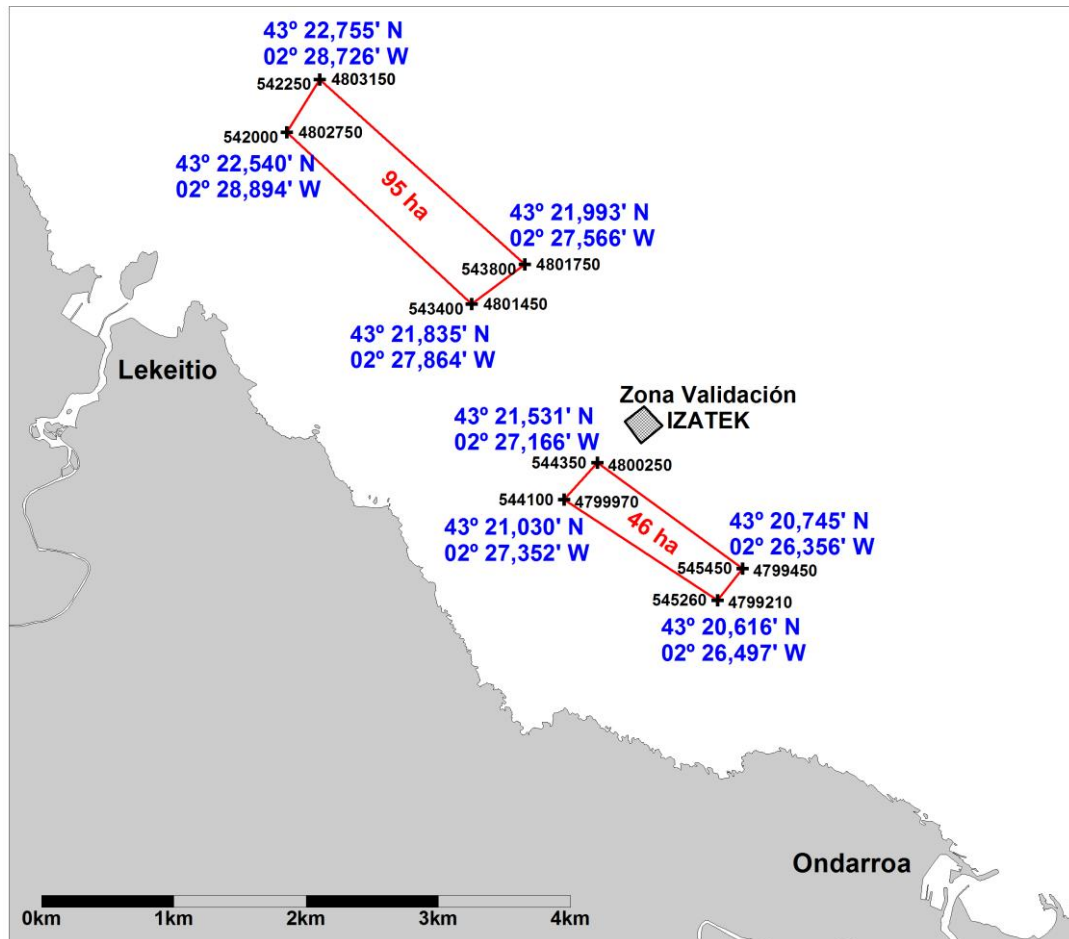


Figura 23. Polígonos de 95 ha al nordeste de Lekeitio y de 46 ha al noroeste de Ondarroa. Los dígitos de color negro son las coordenadas UTM de los vértices (en metros y datum WGS84), los dígitos de color azul, son las coordenadas latitud, longitud (en grados y minutos con milésimas de minuto).

En principio, se descarta la opción de seleccionar zonas frente a Pasaia por localizarse en un área de la costa vasca con mayor energía del oleaje y por lo tanto esto puede referir limitaciones técnicas. De ahí la propuesta de ubicaciones en la batimétrica de los 70 metros (en vez de 35-45m). NO obstante, se mantiene por su carácter de zona libre de conflicto normativo y de usuarios.

Por lo tanto, las zonas de la costa vasca (exceptuando, los puertos de Bilbao y Pasaia con competencias de Puertos del Estado) más adecuadas para la práctica engorde de atún rojo mediante jaulas marinas son Elantxobe y Asterrika. Los polígonos presentados en ambas localidades podrían definirse como aptos, aunque existirían algunas diferencias de carácter menor. Por su parte, las áreas que aunque disponibles, presentarían más inconvenientes (alta exposición al oleaje, alta profundidad operativa, áreas industriales cercanas, etc.) son las ubicaciones frente a Pasaia y Donostia.

5.3 DEFINICIÓN DE LA ESPECIE, TECNOLOGÍA DE ENGORDE Y RENTABILIDAD EN EUSKADI

5.3.1 Caracterización general del atún rojo (*Thunnus thynnus thynnus*) como especie.

El atún rojo pertenece a la familia de los escómbridos, que engloba aproximadamente 50 especies. Existen tres subespecies de atún rojo: *Thunnus thynnus thynnus* (Atlántico norte y Mediterráneo), *Thunnus thynnus orientalis* (Pacífico Norte) y *Thunnus maccoyii* (hemisferio austral). Este estudio resume los aspectos básicos de la especie atún rojo (*Thunnus thynnus thynnus*) por tener ciertas implicaciones en el control de su zootecnia.

ORIGEN: El origen geográfico de la especie es el Atlántico Norte y el Mediterráneo, aunque también se le encuentra en el Mar Negro. El *Thunnus thynnus* entra al Mediterráneo efectuando una migración genética y reproductiva, desovando en zonas de Baleares, Egipto y Libia, principalmente. En el caso particular de España, gran parte de estos peces son capturados en las almadrabas (artes fijas en costa) cuando (i.) entran a reproducirse (atúnes “de derecho”) y (ii.) cuando salen después de haber realizado la puesta (atúnes “de revés”).

El atún rojo (*Thunnus thynnus*) pertenece a la Clase Osteichthyes, Superorden Teleósteo, Orden Perciforme, Suborden Scombridae, Género *Thunnus* y Especie *Thunnus thynnus* (Figura 24).

MORFOLOGIA: Sobre morfología, el atún rojo es un pez de considerable tamaño, de cuerpo redondeado, esbelto e hidrodinámico, que se estrecha hasta formar una delgada unión con la cola. Su estructura es apropiada para mantener la velocidad de natación. Su timón caudal es casi transparente en peces jóvenes volviéndose casi negro al alcanzar la madurez. La fuerza motriz la aporta una cola bifurcada cuyos rayos se extienden sobre las últimas vértebras. A cada lado del pedúnculo caudal, se encuentra una quilla bien desarrollada. El diseño de la cola y la conexión entre los tendones y los músculos son muy eficientes. El cuerpo está cubierto de pequeñas escamas excepto en la zona del coselete.

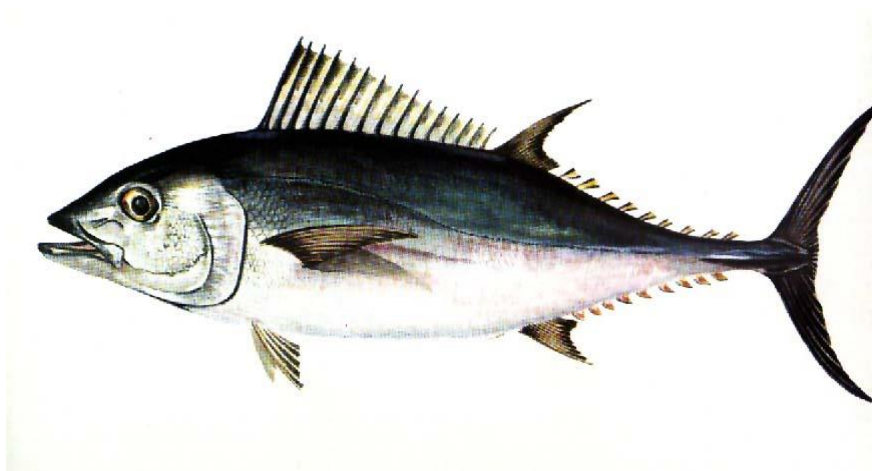


Figura 24. Imagen de un atún rojo (*Thunnus thynnus*)

Las dos aletas dorsales están muy próximas entre sí. Las aletas pectorales son muy cortas y no llegan a sobrepasar la segunda aleta dorsal. La coloración del dorso es azul oscura, casi negra, y los flancos plateados con bandas verticales de puntos incoloros que se van inclinando con el crecimiento. La región anal presenta puntos alargados y una tenue coloración roja. Las aletas son grises excepto la anal. Esta última aleta y las pinnulas son de una coloración amarilla intensa con finos rebordes negros. Posee entre 34 y 43 branquiespinas, 9 pinnulas dorsales y 9 ventrales, vejiga natatoria. Un atún rojo puede pesar hasta 817 kg (Belmonte & De la Gandara 2007)

COMPORTAMIENTO: El atún rojo es una especie pelágica y puede encontrarse tanto cerca de la superficie como a gran profundidad. Inicialmente, vive en zonas templadas, donde la temperatura del agua sea superior a 10°C, pero su cobertura espacial es tan amplia y que las características bióticas y abióticas pueden diferir mucho entre sus áreas de cría y de reproducción. Así, el atún rojo (*Thunnus thynnus*) está capacitado para soportar grandes cambios de temperatura corporal.

El atún rojo es un nadador muy activo que realiza grandes migraciones. Durante el periodo reproductor, los atunes forman bancos o cardúmenes de extensiones mayores de 1 km situados cerca de la superficie, en aguas costeras, y durante esta época cesan de alimentarse (generalmente, en el Mediterráneo). Posteriormente, los bancos se disgregan en cardúmenes más pequeños y se dirigen a mar abierto comenzando de nuevo a alimentarse (generalmente, en el Atlántico). Los

cardúmenes de atún tienen forma de hoja de lanza, encabezados por un individuo que actúa como jefe de grupo (Cort, 2007).

Las exigencias migratorias para los atunes jóvenes están más relacionadas con la búsqueda de alimento que con las variaciones de temperatura y salinidad. Según trabajos de Piccinetti (1970) los atunes de menos de 1 kg se reparten por todo el Mediterráneo tanto en zonas de alta salinidad (Mediterráneo Oriental) como de baja (Adriático) y las variaciones de temperatura tampoco influyen en sus migraciones, lo mismo se les localiza a 18° C como a 21° C. Los atunes adultos son los que realizan las grandes migraciones genéticas y las realizan en aguas con temperaturas de 17° a 22° C en el Mediterráneo (Arena, 1963). En el Golfo de México las temperaturas son más elevadas, 24° a 28° C (Rivas, 1978).

FISIOLOGIA: La bioenergética del atún es ciertamente compleja. El atún es termorregulador y homeotermo, capaz de regular su temperatura interna y soportar amplios rangos de temperatura del agua, esta capacidad hace que pueda desplazarse independientemente de la temperatura del agua. Los atunes han desarrollado un complejo sistema subcutáneo de capilaridades sanguíneas que actúan como intercambiadores de calor en contracorriente hacia las branquias, de esta manera aseguran un flujo intenso de sangre a través de las branquias para proporcionar oxígeno, y evitan un excesivo incremento de la temperatura corporal durante el ejercicio.

Los atunes tienen una gran demanda de oxígeno debido a su alta tasa metabólica. La demanda de oxígeno es superior al aportado por las branquias en una situación de ventilación pasiva, por lo que necesita estar en continuo movimiento, incluso cuando descansa o duerme, con lo que aumentan el flujo de agua y consecuentemente de oxígeno que pasa a través de sus branquias. En situaciones de descanso el atún modera su velocidad hasta 8 km · h⁻¹, pero es capaz de alcanzar velocidades de hasta 80 km · h⁻¹. Debido a su gran demanda de oxígeno necesita aguas transparentes muy oxigenadas y poca turbidez, las aguas claras son necesarias también para aumentar su campo visual durante la búsqueda de presas para alimentarse (Cort, 2007).

En cuanto a la salinidad, su óptimo es el que encontramos en aguas oceánicas con salinidad entre 36 – 37 por mil, aunque puede soportar valores de 5 – 37 por mil.

Vive en aguas muy limpias, pero debido a su posición en la cadena trófica con una condición de “superpredador” y su longevidad puede sufrir bioacumulación de algunos contaminantes (Pb, Hg).

ALIMENTACION NATURAL: La alimentación natural del atún es amplia y depende de pequeños pelágicos. El atún es un pez muy voraz. Hay que tener en cuenta que las migraciones que llevan a cabo los adultos, después de reproducirse, son fundamentalmente para alimentarse. Se sabe también que el atún apenas come cuando viaja, hecho observado en la captura de atunes en las almadrabas. Existe una relación entre las presas más importantes y las zonas que frecuenta; Noruega y Mar del Norte: arenque (*Clupea harengus*); Canada: caballa (*Scomber scombrus*); Golfo de Vizcaya: anchoa (*Engraulis engrasicholus*); y marruecos: krill, (crustáceo pelágico de 3 cm, parecido al camarón; contenido estomacal de atunes de 3 a 4 kg). También comen pota (*Ommatos trephes*, sp.), cangrejos pelágicos (*Pobius henslowi*) e incluso peces de fondo y pequeños pulpos (*Eledone sp.*) (Cort y Rey, 1978). Según estos autore, se han descrito que los atunes de 6 a 12 kg tienen un máximo de actividad alimentaria entre las 7 y 8 de la mañana y las 11 y 12 horas. Por la tarde entre las 5 y las 7 horas.

REPRODUCCIÓN: Es una especie dióica aunque no posee un claro dimorfismo sexual. Alcanza la madurez sexual entre final de segundo año y el cuarto, se ha observado que la madurez sexual está en 97,5 cm para las hembras y 105 cm para los machos con un peso medio de 16 – 17 kg. El período reproductor tiene lugar a principio de verano. Los huevos son pelágicos, miden entre 1 y 1,2 mm, el periodo de incubación es de unos 2 días. Tras la eclosión la larva mide alrededor de 3 mm. Las larvas presentan espinas desarrolladas sobre el preopérculo, que desaparecen al alcanzar los 10 mm. Los juveniles presentan estrías verticales o series de manchas plateadas sobre los flancos. Al año de vida mide entre 60 y 70 cm y el tamaño medio a los seis años es de 150 cm. Es un pez muy longevo, llegando a vivir hasta 15 – 20 años y excepcionalmente hasta 30. Se han encontrado ejemplares de hasta 820 kg (aprox.) su longitud media es de 200 cm, aunque pueden llegar a medir 300 cm los individuos que viven aislados. La producción es externa, por lo que cuando llega el momento machos y hembras se congregan en lugares determinados; en el momento de la maduración los machos y las hembras expulsarán sus productos sexuales por azar se juntarán formando un huevo microscópico que dará a los pocos días una

larva nadadora de pocos milímetros y crecimiento rápido (Belmonte & de la Gandara 2007). Las zonas de reproducción son:

- Mar Mediterráneo: con dos zonas muy importantes, islas Baleares y otra en el Sur del Tirreno, entre Sicilia y Cerdeña. La puesta comienza en junio y se prolonga hasta julio.
- Océano Atlántico Oeste: en el Golfo de México y Sur de Florida. Y comienza a finales de abril hasta mayo.

Maneras de realizar la fecundación:

- Fecundación por acoplamiento singular entre dos atunes: se acercan, y por su parte ventral, tumbándose unos por un lado y uno por el otro haciendo como un volteo; dura 1 a 2 segundos.
- Fecundación por acoplamiento simultáneo y colectivo, realizado por un gran número de atunes que se tumban cada uno por un lado, a la vez que aumentan la velocidad de natación, acercándose por la parte ventral: dura de 15 a 30 segundos.

Según estudios realizados por Rodríguez Roda (1967) durante los años 1956 a 1963 se sabe que atunes de 3 años de edad (96 cm y 17 kg) pueden comenzar a realizar la puesta, y que cuando tienen 4 años (114 cm y 28 kg) la totalidad de ellos están en condiciones de reproducirse.

El número de óvulos que pone una hembra varía entre 5 y 30 millones, para atunes de 5 a 12 años, que fueron los estudiados por el autor. Por tanto es una especie que utiliza lo que Mac Arthur ha denominado estrategia de la “r”, es decir, aumentar mucho el número óvulos para aumentar así la probabilidad de que queden fecundados, puesto que es más difícil que esto ocurra al tratarse de fecundación externa, además de que la mortalidad en los primeros estadios de vida es muy alta.

Según Dicenta (1979), la supervivencia de la fase larvaria varía entre el 100 y el 1 por mil, es decir, de cada 1.000 larvas sobreviven de 1 a 100. Aunque otros autores la sitúan entre el 1 y el 10 por mil. Lo que demuestra, en cualquier caso, una mortalidad elevadísima para las larvas.

PATOLOGIA: Al tratarse de una especie migradora y de gran longevidad se encuentra altamente parasitada. Por el hecho de recorrer tantas zonas distintas del

mar, el número de especies parásito encontradas ha sido 28 (Walters, 1978). Los parásitos más corrientes existentes en este pez son los gusanos (tremátodos) y pequeños crustáceos (copépodos). Por tanto, la cantidad y número de especies encontradas depende de la edad, por lo que los peces más viejos son los más parasitados. El gusano *Hexacotyle thynni* y el crustáceo *Elytrophora brachyptera*, pueden encontrarse por docenas dentro de la cavidad branquial y las branquias del individuo. Los parásitos se pueden encontrar en: cavidad branquial, arcos branquiales, aleta caudal, aleta pectoral (también en la axila), cápsulas nasales (interior), piel, ceca de aletas pectorales y caudal, estómago, intestino y músculos.

ETOLOGIA: Como se ha explicado, el atún rojo es un gran migrador, comenzando a efectuar desplazamientos migratorios desde que tienen pocos meses de vida. La explicación de las razones y causas por las cuales los atúnes tienen migraciones son muy diversas; Bounhiol (1911) era partidario de la teoría hidrodinámica, pensando que los atúnes están influenciados por las corrientes marinas debidas a la persistencia de vientos dominantes. En Roule 1916 se sostiene la teoría holotérmica, buscando las causas en los cambios de salinidad y temperatura. Pero, más tarde, este mismo autor comienza a dar importancia a las causas reproductoras como motivo de los desplazamientos anuales del atún: efectivamente, parece que al comenzar la maduración de las glándulas sexuales durante la primavera, comienzan a agregarse masivamente e inician un viaje nupcial a las zonas de producción (Mar Mediterráneo y Atlántico Oeste).

5.3.2 Entrevistas con expertos para resolución de aspectos locales

Durante el año 2014, AZTI-Tecnalia se ha entrevistado con expertos en materia de engrase de atún (Txema Galaz: Grupo ETXEBASTAR) y pesca de atún rojo (Eugenio Elduayen: Presidente de FECOPEGUI; Norberto Emazabel y Andrés Olaskoaga: Presidente y Secretario Cofradía de Hondarribia) a fin de entender (i.) las diferentes claves metodológicas y (ii.) la visión del sector pesquero local con respecto a esta actividad y sus implicaciones (posibilidades, problema operacionales o normativos, posibilidad de inversión, etc). La cofradía colaboradora en esta parte del estudio ha sido la de Hondarribia por designación de AZTI.

5.3.2.1 Visión del sector acuicultura sobre el engorde de atún en el Euskadi

La información recabada, se transcribe a continuación en formato pregunta-respuesta.

- PREGUNTA AZTI: Los cerqueros del P.Vasco usan las redes típicas de anchoa y/o verdel (*max. 600m x 130m, orden APA/676/2004 05marzo, Cerco en Cantábrico y NW*), con grosor de malla muy fino. Los grandes barcos atúneros utilizan redes de 1400 a 1800 metros. Con bastante mayor grosor de malla. ¿Que tamaño de red se debería de utilizar, de manera conveniente, en los barcos vascos para proveer de atúnes a las jaulas?

RESPUESTA EXPERTO: 1.800-2.000 (con calado de 200 m), mayores dimensiones de malla e hilo de mayor grosor/robustez.

- PREGUNTA AZTI: ¿Habría que cambiar la red de anchoa/verdel de nuestros cerqueros?

RESPUESTA EXPERTO: Para producción habría que invertir en una red de atún de cerco para poder capturar mayor volumen de pescado por lance y prevenir los enmalles del atún, lo cuales son muy frecuentes, así como las posibles roturas de la red.

- PREGUNTA AZTI: ¿Es necesario macizar para parar el banco de cimarrones y cercarlo?

RESPUESTA EXPERTO: En Tunez e Italia se maciza al atún.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué modificaciones se necesitan en barco para hacer una maniobra del trasvase del atún del cerco a la jaula de transporte ¿en qué zonas del barco ó herramientas operativas: paño, copo, corcheras?

RESPUESTA EXPERTO: Primero, hay que cambiar la red. A continuación, se debe de poner en la corchera un cabo cadeneta (cremallera hecha con cabo), no hay que tocar el paño. Dichas modificaciones tendrían un coste mínimo (se pueden hacer mediante el personal del barco).

PREGUNTA AZTI: ¿Cómo es la operación de trasvase de atún a la jaula de transporte que lleva un remolcador ó un arrastrero?

RESPUESTA EXPERTO: Una vez cercado el atún, el barco de pesca avisa al remolcador y al barco de apoyo donde van los buzos. Los buzos se echan al agua y mediante cabos juntan la jaula y el cerco; además, cosen *in situ* las 2 puertas y empiezan con la transferencia, moviendo la pared exterior (recogiendo paño) de la red.

- PREGUNTA AZTI: ¿Una vez trasvasado el atún a la jaula, si en vez de un remolcador se utiliza un arrastrero para el transporte de la jaula hasta costa, ¿que características debería que tener el arrastrero?

RESPUESTA EXPERTO: Para mover la jaula de transporte de 50metros hay que disponer de más de 1000 C.V de potencia y paso variable. Además, el barco arrastrero debería de disponer de *Permiso de pontona* (a consultar con Capitanía local).

- PREGUNTA AZTI: ¿Al inicio de las actividades de engorde por cada kg de cimarrón y para obtener una producción comercializable al de 2- 3 meses que consumo de carnada habría que prever?

RESPUESTA EXPERTO: Una cosa es la asimilación y otra la tasa de alimentación. Puede depender de factores como la temperatura, la velocidad

de corriente y el tipo de carnada. La ración de proceso suele utilizar alrededor de 2,6 kg de carnada por cada kg de atún que haya en la jaula. Sin embargo, en el mediterráneo se utilizan máximos de 7-8 kg de carnada al día por cada 1 kg de atún en la jaula. En el cantábrico debido sus características térmicas podrían no consumir más de 4-5kg de carnada al día por cada 1 kg de atún en la jaula. Para afinar con los gastos, es importante tener una buena estima de la biomasa y el estado de salud del atún que haya en la jaula, aunque la temperatura del medio afecta en mayor medida.

- PREGUNTA AZTI: ¿Cómo se encuentra la situación de la cantidad/proporción de pescado que compra Japón del total del mercado en el año 2013 respecto a otros años?

RESPUESTA EXPERTO: Japón sigue comprando la misma cantidad de pescado congelado (a las mismas empresas). El congelado es mercado exclusivo de Japón. En el Mediterráneo el 95% del congelado va a Japón o en su defecto a Korea lugar donde se procesa para luego reenviarlo a Japón. Puntualmente, algunas empresas todavía venden en fresco a Japón y a otros mercados. Sin embargo, las empresas cada vez hacen menos fresco porque requiere más logística en tierra.

- PREGUNTA AZTI: En la operativa de captura y trasvase de pescado en el mar a la jaula del remolcador ó arrastreso, se desplaza el remolcador hasta la zona de capturas en formato espera ó acude tras las largadas?

RESPUESTA EXPERTO: Lo normal es que el remolcador se encuentre situado estratégicamente en la zona de pesca, no en tierra para no perder tiempo.

- PREGUNTA AZTI: ¿El remolcador se desplaza tirando de la jaula con pescado hasta una segunda largada para cargar más pescado y maximizar desplazamientos ó se dirige directamente a costa con la jaula tras la primera largada?

RESPUESTA EXPERTO: Lo normal es que espere a completar. A no ser que tenga mucho pescado en la jaula de una largada y se considere que tiene que

ir a tierra. Por ejemplo; un remolcador con jaula de 50 m y con 60-80 toneladas de atún rojo pequeño es recomendable que se dirija a costa inmediatamente.

- PREGUNTA AZTI: ¿A partir de cuanto volumen se estimaría necesario disponer de más de un remolcador?

RESPUESTA EXPERTO: Para 400 t se necesitaría mínimo 2 remolcadores ó arrastreros.

- PREGUNTA AZTI: Se estima que para pescar toda la cuota de atún (+/-400 t) en un mes, se necesitan del orden de cuatro cerqueros experimentados. ¿Cuál sería la mejor logística en relación a remolcador/es teniendo en cuenta que se realizan rutas de aprox. 2 días desde el sitio de pesca hasta la instalación costera.

RESPUESTA EXPERTO: Pre-posicionando remolcadores en zona de pesca. Lo normal es tener al menos 2 remolcadores situados estratégicamente en 2 puntos diferentes. Siempre hay que calcular que un remolcador (con suficiente fuerza) con una jaula vacía se puede desplazar a una velocidad de 4millas/hora.

- PREGUNTA AZTI: Respecto a operativas de mantenimiento diario de jaula en costa. ¿Se considera necesario, visitar diariamente las jaulas costeras con barco y equipos de apoyo para alimentación y revisión de estado de instalación y pescado?

RESPUESTA EXPERTO: Sí. Para producción comercial, hay que ir todos los días, pues hay que dar de comer diariamente al pescado.

- PREGUNTA AZTI: ¿Cuántas personas/tiempo se necesitan para la operativa de mantenimiento diario? patrón del barco, tripulante, buzos polivalente?

RESPUESTA EXPERTO: .- En una granja de en torno a 400 Tm de producción requiere alrededor de 4 personas en tripulación y 2 buzos en horario de trabajo diario de 6:00 de la mañana a 14:00 aprox.

5.3.2.2 *Visión del sector pesquero local sobre el engorde de atún en el Euskadi*

La información recabada, se transcribe a continuación en formato pregunta-respuesta.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué interés puede suscitar el engorde de atún rojo en el País Vasco?

RESPUESTA EXPERTO: El interés circula alrededor de los asunto de la venta de la cuota y para buscar una alternativa a esta. La venta de la cuota no está socialmente bien visto y sería bueno pensar en alternativas que puedan producir un negocio que se quede en el País Vasco. Esta idea no es nueva.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué nivel de interés o escepticismo tiene el sector del cebo vivo hacia este asunto?

RESPUESTA EXPERTO: Existen dudas y escepticismo, pero no existe opiniones en contra. A día de hoy por ley no se puede pescar túnidos a cerco y esto es un gran limitante.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué pros y contras existen de abrir la pesca de atún al cerco?

RESPUESTA EXPERTO: Permitir la pesca de atunes al cerco es un tema peligroso; se podría probar la idea y ver si sale bien ó mal. Pero dejando los asuntos legislativos y sectoriales bien atados. La prohibición es motivo de discrepancias entre varias cofradías vascas.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué aspectos técnicos/operativos clave se identifican -a priori- para esta actividad?

RESPUESTA EXPERTO: Primero los asuntos del tipo de red, maniobra y el comportamiento del atún para cercarlo. Habría que usar una red más grande (que la instalada actualmente en los barcos vascos) y además traer al principio un barco del Mediterráneo que esté entrenado para la maniobra. El

coste de redes específicas para la pesca de atún (estimado en 200-300 k€) es también un asunto importante; así que en vez de equipar a todos los barcos para ello, sería mejor equipar a un único barco específicamente trabajando a ello, y después repartir el negocio -a riesgo- entre varios armadores.

- PREGUNTA AZTI: ¿De salir esta iniciativa, cual es la principal preocupación del sector?

RESPUESTA EXPERTO: Preocupa mucho la repercusión verdadera y final. Que coste tendría el negocio y que beneficios se obtendrían. El sector está representado por 44 barcos y los beneficios habría que dividirlos entre todos y considerar la retribución de la parte correspondiente a la tripulación. Además, muchos armadores se encuentran en situación de pre-jubilación, así que invertir en negocios nuevos refiere planteamientos difíciles. Es un asunto complejo, con una fuerte componente empresarial en una nueva actividad que el sector no domina. Sin duda, esto no es pescar y se trata de gestionar una empresa; lo tendrían que llevar gente desde tierra con una estructura de empresa.

- PREGUNTA AZTI: ¿Se identifican problemas técnicos u oportunidades claras para encontrar atunes engordables?

RESPUESTA EXPERTO: Los cardúmenes de atún grande se concentran en aguas de Francia. En cuanto al tamaño del cardumen no habría problemas, el atún rojo (no así el bonito) se concentra en grandes cardúmenes y hemos visto “pelotas” (agregaciones) de más de 100 toneladas, son comunes agregaciones por encima de 20 toneladas. Sabemos que aquí viene a alimentarse, porque el atún grande se ha metido hasta las playas a comer lirios (?); en el Mediterráneo va a desovar. Con una red grande se podría pescar bien el atún grande. Con cebo vivo es difícil pescar los atunes grandes ya que no sube a comer el cebo. El atún grande se queda a 8-10 brazas y se mueve junto con el barco quedándose debajo de él pero no sube a comer. Pero haber, hay bastante atún grande de más de 50 kilos y hasta de más de 100kg que con cerco si se podrían pescar. El de más de 50 kilos aparece a partir de agosto y septiembre en cantidades significativas. Con los sónares instalados en los barcos, se puede calcular más o menos que tamaño tiene y distinguirlo.

Entre junio y julio se podría encontrar atún pequeño y mezclado. Entre agosto y septiembre se podría encontrar atún grande y limpio. El problema no es tanto pescarlo con red como localizarlo. A veces, cuesta aún con toda la flota buscándolo porque se levanta 2-3 días y luego cala y se mueve sin aparecer durante otros 3 días. Se recuerda que cuando estaban trabajando el atún al cerco los pescadores franceses de la Isla de Yeux, al principio de campaña en junio-julio tenían pérdidas y luego ya en agosto y septiembre es cuando conseguían muy buenas capturas (barco *Le Gabriel*). Propuestas del sector: Para capturar 80 toneladas (una jaula) harían falta 4 barcos durante 4-5 días. Para las 400 toneladas tal vez se podría trabajar sólo con 2 barcos y dirigiendo a pescado entre 35 y 75 kilos que son los que se concentran en cardúmenes más grandes. La zona sería desde el 45-00N y 003-20W hasta el corte con el cantil; otra complementaria podría ser en el 004-00W a la altura de Santander y Comillas en agosto donde también se encuentran grandes cardúmenes de atún grande. Además, en la costa vasca con la pesca del atún en agosto no debería haber mucho problema con el tiempo, suele hacer bueno. Y con red grande se podría pescar bien aunque el atún grande nada mucho y la maniobra parece complicada. La zona total de captura sería sin duda, mucho más amplia (con 60 millas de zona a zona) que la del Mediterráneo (área de Baleares), lo que hace requerir de mayor esfuerzo y riesgo. Los problemas técnicos para pescar son en cierta medida solucionables, pero lo principal sería saber qué beneficio se puede obtener repartiendo todo entre 44 barcos. Si es que tuviera que ser así.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué se percibe o se conoce del asunto de costes?

RESPUESTA EXPERTO: Sin duda, se entiende que existirá unos costes empresariales y logísticos muy importantes. También tenemos compromisos de reparto. Además, también se conoce que hay costes asociados (nada despreciables) con respecto a observadores del ICCAT que tienen que fiscalizar la actividad de la captura, engorde y el sacrificio y que son caros. También se percibe que en el Mediterráneo no hay muchas jaulas, si fuera muy rentable habría más.

- PREGUNTA AZTI: ¿Qué se percibe o se conoce en términos de producto?

RESPUESTA EXPERTO: Con el engorde se ganaría en calidad, porque se evitaría romper el vientre con el gancho (lo que ocurre en pesca), pero en tan poco tiempo de engorde (retirando las jaulas en septiembre-octubre), no ganaríamos nada en tamaño de pescado. El mercado japonés es muy exigente con los atunes, en pruebas realizadas con algunas piezas se ganaba mucho dinero pero con otras se perdía, pues había que pagar el transporte a Japón. La opción del mercante es mejor. Existió un coreano en Euskadi que compraba todo el atún de más de 70 kilos y lo enviaba mediante containers congelados; hizo mucho dinero.

- PREGUNTA AZTI: Cómo conclusión final, ¿qué se podría opinar desde el sector?

RESPUESTA EXPERTO: Se está de acuerdo que aunque *a priori* parece un negocio difícil e incierto, son interesantes los estudios de viabilidad teóricos, así como tener datos apreciables de los posibles costes que habría que asumir para obtener una rentabilidad teórica.

5.3.3 *Prospectiva de viabilidad técnica del engorde en Euskadi*

5.3.3.1 *Experiencias previas*

No existe información previa de experiencias realizadas sobre engorde de atún rojo en la costa cantábrica.

En Japón, las investigaciones comenzaron en 1.970, cuando la Agencia de Pesca, Ministerio de Agricultura y Silvicultura, programó un proyecto de investigación sobre la propagación del atún a gran escala. Actualmente, más de 11 granjas de *bluefin tuna* (privadas, monitorizadas y gubernamentales), engordan atún con fines comerciales en Okinawa. Las iniciativas privadas y gubernamentales japonesas para el desarrollo de la acuicultura del atún se promovieron fuera de Japón (Canadá, Australia, Marruecos, Mediterraneo, Panamá).

Desde 1976 hasta 1979, una empresa privada japonesa comenzó un estudio a corto plazo (estacional) del *Atlantic bluefin tuna* capturado con redes durante varios

meses en la bahía de Santa Margarita, Nouvelle Ecosse (en la costa atlántica de Canadá). Esta práctica tuvo que interrumpirse en 1980 debido a la casi total desaparición del stock de migración costera del *bluefin tuna* en esta área.

Desde 1990 se han realizado múltiples experimentos con fines comerciales con distintos tipos de atún: *northern bluefin tuna* o atún rojo (*Thunnus thynnus*), *southern bluefin tuna* (*Thunnus maccoyii*) y *yellowfin tuna* o rabil (*Thunnus albacares*) en Asia del este (Japón, Taiwan), América central y América del norte (Méjico, Canadá), Australia, África del norte (Marruecos) y Europa (España y Croacia). En este sentido, el engorde de atún rojo (*Thunnus thynnus*) es ya una realidad comercial en todo el mundo y sobre todo en el Mediterraneo (Belmonte & De la Gandara, 2009).

En 1.992 se firmó un proyecto de colaboración entre la Fundación de Cooperación Marina Pesquera (OFCF) de Japón y el gobierno de Marruecos para la acuicultura del *bluefin tuna*. Las actividades de la investigación se localizaron en M'Diq, en el norte de Marruecos y dirigieron y desarrollaron técnicas para el control de la cría, freza, desarrollo larvario y producción de juveniles. Este proyecto sufrió muchos problemas, principalmente relacionados con las condiciones medioambientales inadecuadas en el área de cría.

Desde 1993 hasta 1999, la Comisión (IATTC) estableció un proyecto común en los laboratorios Achotines en Panamá. El objetivo de este proyecto fue el de estudiar la viabilidad de cultivar *yellowfin tuna* adulto, para proporcionar las larvas para la investigación y la producción de organismos que sirvieran de alimento para alimentar a los atunes en su fase larvaria y juvenil. En dicho laboratorio se consiguieron mejoras, que consistieron principalmente en resolver la alimentación larvaria del atún.

El crecimiento y engorde de juveniles salvajes capturados de *southern bluefin tuna* en jaulas marinas comenzó en Australia en 1990, a partir de un proyecto experimental creado por la OFCF japonesa en colaboración con la Asociación australiana de propietarios de atuneros (TBOAA) y el gobierno estatal del sur de Australia. El éxito de dicho proyecto condujo a la creación de varias granjas de atún, localizadas en Port Lincoln (Sur de Australia). En 1996 doce granjas de 20 ha.

Estaban ya operativas y en producción alcanzándose las 4000Tm en 1997, de 5000 Tm en 1.999 y 9.000 en 2012.

En Europa, las primeras pruebas acerca de granjas de atún comenzaron en el sur de España hacia 1995. Atún rojo salvaje, capturado con un conjunto de redes conocido como “almadraba” durante el periodo estacional de la migración reproductiva, era y sigue siendo (en 2014) transferido a instalaciones para su crecimiento o engorde, habiéndose alcanzado una producción variable de 900 Tm anuales.

El boom de la producción de 1999 ya se ha explicado en la primera sección del presente estudio. En España, se obtuvo una producción cercana a las 6000 Tm, basándose exclusivamente en el engorde de atún rojo (*Thunnus thynnus*) capturado del medio natural. En Croacia, en el Mar Adriático, las actividades comerciales llevan en marcha desde 1.996 y en la actualidad hay al menos 20 granjas (de inversores japoneses, españoles y neozelandeses) con autorizaciones de ICATT.

5.3.3.2 *Escala e intensidad de producción*

Este tipo de cultivo se encuentra en una fase avanzada en España, pues desde 1995, en la costa de la Región de Murcia se llevaron a cabo seis proyectos de este tipo, uno en Ptas. De Calnegre (F.M de Lorca), en Pta. de La Azohía, en El Bolete, inmediaciones de Cabo Tiñoso y un tercero frente a la Cala del Gorguel (F.M de Cartagena), un quinto frente al Cabo Negrete y Pta. de La Chapa (F.M de La Unión) y por último otro frente al puerto de San Pedro del Pinatar. A su vez, actualmente en 2014 dos empresas Grup Balfegó y Hermanos Fuentes S.L producen 2.865 Tm anuales de esta especie en España.

En todos estos proyectos, así como en la propuesta del presente estudio para el Golfo de Bizkaia, los individuos a cultivar deben de ser capturados con artes de cerco, y transportados en una jaula, por mar hasta la instalación ubicada en el dominio público marítimo.

Por otra parte, y en cuanto a si se trata de un cultivo extensivo, semiintensivo o intensivo, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- densidad de cultivo ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
- control a aplicar para la gestión correcta del cultivo.

En cuanto a la densidad de cultivo y por tratarse de una especie gran nadadora que necesita un alto aporte de oxígeno, las cargas en el cultivo se pretende que estén en torno a $2 - 3,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ al inicio y que no superen los $5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ en su fase final (si bien es cierto, hay expertos que trabajan con densidades inferiores). Por tanto, y si comparamos estas densidades con las de un cultivo de dorada en jaulas, por ejemplo, en donde se alcanzan valores de $15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, podemos considerar este cultivo de atún rojo en cuanto a la densidad se refiere como extensivo, aunque no en el sentido estricto ya que la alimentación aún siendo natural (carnada de la pesca; anchoa, verdel, etc.) es aportada por personal especializado. Por tanto, cabría la denominación de semiextensivo.

Como control del cultivo, éste se resume básicamente en una correcta administración del alimento, vigilancia de las estructuras de jaula (bolsillos de red, estructuras flotantes, anclas, cabos, etc.), extracción de las bajas que se produzcan durante el proceso y una observación de los animales estabulados para que el aumento de tamaño no suponga unas cargas por encima de los límites prefijados.

5.3.3.3 Localización, estacionalidad y distribución del atún rojo

La pesca del atún rojo que se realiza en el Golfo de Bizkaia y en zonas adyacentes comienza a finales de la primavera, justo después de la campaña de anchoa que se realiza con la modalidad de cerco.

Las salidas de localización de atún para pesca y engorde deberían de interpretar que entre junio y julio se saldría a buscar atún pequeño y mezclado (para pesca y engorde). Mientras que entre agosto y septiembre se saldría a buscar atún grande (para engorde, ppalmente).

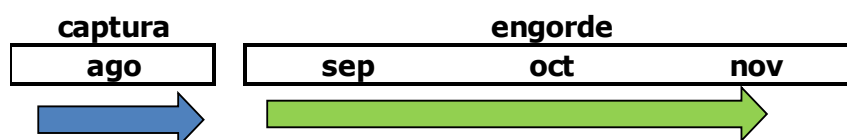


Figura 25. Estacionalidad propuesta para la captura y engorde de individuos grandes de atún rojo en aguas del Golfo de Bizkaia.

Tradicionalmente ha tenido lugar en la zona sudeste del Golfo de Bizkaia, de junio a octubre, pudiendo incluso llegar a noviembre. La mayoría de las capturas están compuestas por juveniles (1-4 años) y se concentran en un área muy delimitada, al sur del 45°30'N y al este del 004°00'W (Figura 1). Donde la flota ocasionalmente puede combinar la pesca de atún rojo con la de bonito del norte.

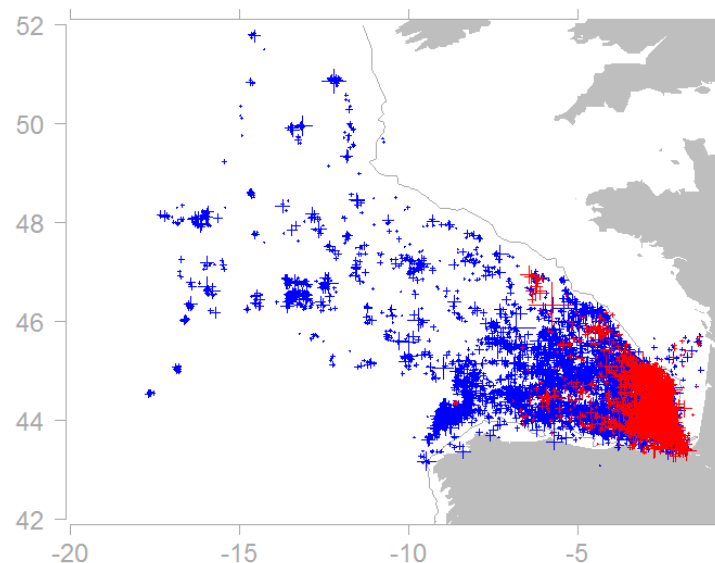


Figura 26. Distribución espacial del Atún rojo (en rojo) y del Bonito del norte (en azul) capturados con cebo vivo por la flota vasca en el Golfo de Bizkaia en el período 2000-2011 (ref: Standardized bluefin tuna CPUE indices of the bay of Biscay baitboat fisheries (1952-2011); Santiago et al; SCRS/2012/100)

A continuación, la tabla 10 muestra información “somera” con las características de las zonas de pesca de atún rojo mas frecuentes.

El area potencial de pesca de atún rojo estaría delimitado al norte por el paralelo 45-20N, al oeste por el meridiano 003-30W y al este y el sur por el límite con el cantil. Si bien, las zonas específicas de localización de atunes para engorde, tendrían que ser desde el 45-00N y 003-20W hasta el corte con el cantil, además de la zona 004-00W a la altura de Santander y Comillas donde se pueden encontrar lo grandes cardúmenes (Figura 25).

	Area Costera (15E8)	Area Exterior/Cantil (17E6 y 17E7)
Tiempo navegación	¼ hora - 12 horas de ruta.	12-20 horas de ruta.
Organización pesca	Trabajan en individual.	Trabajan en flotilla.
Captura habitual barco/marea	0,8 toneladas por marea	5 toneladas por marea
% de captura indiv >10 kg.	44%	53%
% Distribución peso 10-25kg	20%	25%

Tabla 10. Distribución orientativa de puntos de captura de atún rojo para la flota de Hondarribia y Getaria en el Golfo de Bizkaia. Fuente: AZTI

El hecho de detectar un cardumen de atún no significa que se vaya a capturar, especialmente cuando el atún es grande. Los atunes de mayor tamaño no suelen ser presas fáciles para la modalidad de cebo vivo y por diferentes causas, falta de hambre, falta de interés por el cebo, cala mucho, se mantienen debajo del barco.



En este sentido, el uso de la red de cerco puede ser un aspecto determinante. Conviene considerar que aunque el barco se sitúe sobre el banco de pescado y se efectúen lances (bien de caña o de red) el pescado puede no ser capturado.

Figura 27. Potencial zona de captura de atún para jaulas. Límites establecidos entre paralelo 45-20N, meridiano 003-30W y el cantil de la costa francesa y vasca. El punto central del área dibujada se encuentra a 100 millas del puerto de Hondarribia.

5.3.3.4 Capturabilidad del atún rojo para engorde

Primeramente, hay que solucionar si la captura de atún para engorde se puede realizar mediante red de cerco ó si habría que realizarla mediante caña. La captura

realizada con caña conllevaría obligatoriamente el acompañamiento de un barco remolcador con jaula de transporte donde poder transferir inmediatamente cada uno de los individuos pescados desde el barco pesquero (lo que sería muy laborioso y costoso en lo económico). Por este motivo, la información que se detalla a continuación explica como debería de considerarse la captura de individuos utilizando una red de cerco, como herramienta mínima recomendada para la práctica de la actividad de engorde en aguas del Golfo de Bizkaia. La información también explica las reglas del juego a las cuales la flota vasca se vería condicionada por el hecho de comenzar a realizar esta actividad de captura y engorde.

El tamaño mínimo de captura de atún para engorde mediante cerco en aguas del Cantábrico quedaría sujeto a valoración e interpretación por las normativas que fueran aplicadas (actualmente no existe definición para el Cantábrico y las existentes sobre actividad pesquera difieren de la norma de aplicación en las actividades del Mediterráneo). Lo que se recoge actualmente para el Cantábrico es que los individuos deben de ser superiores al tamaño mínimo de captura de la especie que en la actualidad es de 10Kg (*REAL DECRETO 1615/2005, de 30 de diciembre .BOE núm. 16 19 /3/2006*). A efectos técnicos, el ideal sería capturar individuos por encima de 40-60 kg.

Una vez detectado el cardumen, la aproximación tendrá que ser a velocidad moderada tratando de interceptar su cabeza o avanzada al tiempo que el barco deja el viento por la banda la de babor. A continuación, se comienza a proyectar agua de mar mediante una manguera automática situada en lo alto, junto al puente y una serie de bocas aplastadas a lo largo de la banda de estribor de modo que la pantalla que forma el agua limita la percepción de los movimientos de la tripulación con las cañas y provoca, supuestamente la excitación de los atunes, que lo perciben como un banco de pequeños pelágicos en superficie.

Al mismo tiempo desde la amura de estribor podría comenzar el macizado (como se realiza en Tunez e Italia), maniobra que consiste en arrojar regularmente anchoa o berdel para que los atunes acaben arrimándose al barco. Toda la tripulación debe de permanecer preparada y en silencio en la banda de estribor atenta a la aproximación del cardumen.

Los atunes son capturados mediante el arte tradicional del cerco, usando una red de 1.800-2.000 metros, luz de malla 40mm y calado de 200 m. La red debe de disponer de una corchera con cabo cadeneta (cremallera hecha con cabo) para permitir apertura de puertas de trasvase (Figura 27). Una vez cercado el atún, el barco de pesca avisa al remolcador y al barco de apoyo donde van los buzos. Los buzos se echan al agua y mediante cabos juntan la jaula y el cerco. Los buzos tambien cosen *insitu* las 2 puertas y empiezan con la transferencia, moviendo la pared exterior (recogiendo paño) de la red (Figura 27). Esta maniobra es delicada por dos razones. Primero porque es frecuente que algún ejemplar quede enmallado y en pocos segundos el daño es irreparable, y si no muere en el acto, lo hará en poco tiempo. Segundo porque es el momento en que tanto comprador (productor-engordador) como vendedor (barco de pesca) llevan a cabo una estimación de la biomasa (nº de ejemplares y peso medio) transferida. La maniobra es aparentemente sencilla, y consiste en juntar los dos copos, abrir una jareta y dirigir los atunes hacia el lugar deseado (Figura 27).

Lo normal es que el remolcador se encuentre situado estratégicamente en la zona de pesca, para no perder tiempo. El pre-posicionamiento de remolcadores en la zona de pesca es importante. Lo normal es tener al menos 2 remolcadores situados estratégicamente en 2 puntos diferentes y considerar que el remolcador dispondrá de potencia suficiente para navegar a las zonas de pesca con una jaula vacía a velocidades de 4millas/hora (Figura 27). Lo normal es que el remolcador no vuelva a costa hasta que la jaula quede completa (se considera una jaula completa de 50m Ø. Cuando tiene 60-80 toneladas de atún rojo pequeño). El arrastre de la jaula de transporte de 50metros hacia costa se tiene que realizar mediante un barco que disponga de más de 1.000 C.V de potencia y paso variable. Además, el barco remolcador ó arrastrero debería de disponer de *Permiso de pontona* (a consultar con Capitanía local).

La velocidad del transporte de la jaula con atún a la costa debe de ser de alrededor de 1 nudo. Esta velocidad puede variar dependiendo de varios factores como pueden ser la intensidad de las corrientes marinas o la densidad de pescado en la jaula (decisiones del patrón). Del aro de la jaula de transporte, parte una estacha de remolque de 80mm Ø y 200m de longitud que va desde ese punto hasta el remolcador. La longitud total del tiro de remolque es de 314m. Las estachas

interiores son de 32 y 48mm Ø poliestil (Figura 27). El tiempo usado en un transporte dependera de la distancia y velocidad: 4, 5 ó 13 días podría ser algo normal para el caso del País Vasco. Durante el tiempo que dura el transporte, la jaula se tiene que revisar todos los días para retirar ejemplares muertos; si la densidad de la jaula de transporte es la adecuada, generalmente la mortalidad debe de ser inferior al 5%.

Precisamente, la expansión del negocio del engorde del atún rojo mediante jaulas en otros países del Mediterráneo vino justificada (entre otros motivos) por el hecho de poder estar más próximos a las zonas de captura y poder así disminuir los enormes costes que el productor tenía y tiene que pagar a los remolcadores utilizados para el transporte de jaulas con atún a costa. El transporte llega a durar días y/o semanas, con el consiguiente perjuicio para (i.) los peces por el enorme gasto energético que supone y (ii.) para el negocio por el enorme coste económico que supone el recuperar a los peces en términos de biomasa tras dicha merma. Por este motivo, se comenzaron a instalar jaulas de engorde de atún rojo en Croacia, Túnez, Italia, Malta, Grecia, Turquía, etc. países donde se encuentran las principales y más favorables áreas de captura de individuos grandes. (Belmonte & De la Gandara, 2007). El efecto colateral en las normativas vigentes y que por extensión podría también afectar a la flota vasca (si se lanza a la actividad del engorde de atún) es la adopción de las medidas de control ICCAT de la pesquería del atún rojo del Mediterráneo donde: (i.) el aumento de tamaño mínimo de captura pasa de 10 a 30 kg y (ii.) la reducción del número de días de pesca, pasa de 11 a 6 meses, con presencia de observadores en todo momento y la prohibición de transbordos en alta mar, etc.

Otra de las medidas que habría que considerar si son de aplicación para la flota vasca es la referente al número de días de esfuerzo pesquero; ya que en el Mediterraneo no se puede faenar los 15 primeros días de julio. Dicha medida, junto a que la temperatura del agua aumenta de Este a Oeste conforme avanza el período estival, implica que los barcos se desplacen al Mediterráneo Oriental, costa de Libia y Egipto, para iniciar la campaña (donde hay más días para faenar), lo que a su vez conlleva que el atún capturado se quede en las instalaciones de jaulas más cercanas (Chipre, Turquía, Malta, etc.) con el consiguiente perjuicio para las instalaciones de España, que se encuentran desabastecidas en los últimos años. Recientemente, se

publican documentos científicos que avalan la existencia que *stock* de reproductores que “viven” en las zonas de Libia y Egipto y que se está viendo muy perjudicado por dicha actividad, lo que lógicamente redunda negativamente en la capacidad de crecimiento productivo de la actividad española. Con relativa excepción, al caso de Baleares (clave del éxito del Grup Balfegó) donde existe una zona de reproducción de atún rojo, con prioridad y estricto control por parte de la Administración española.

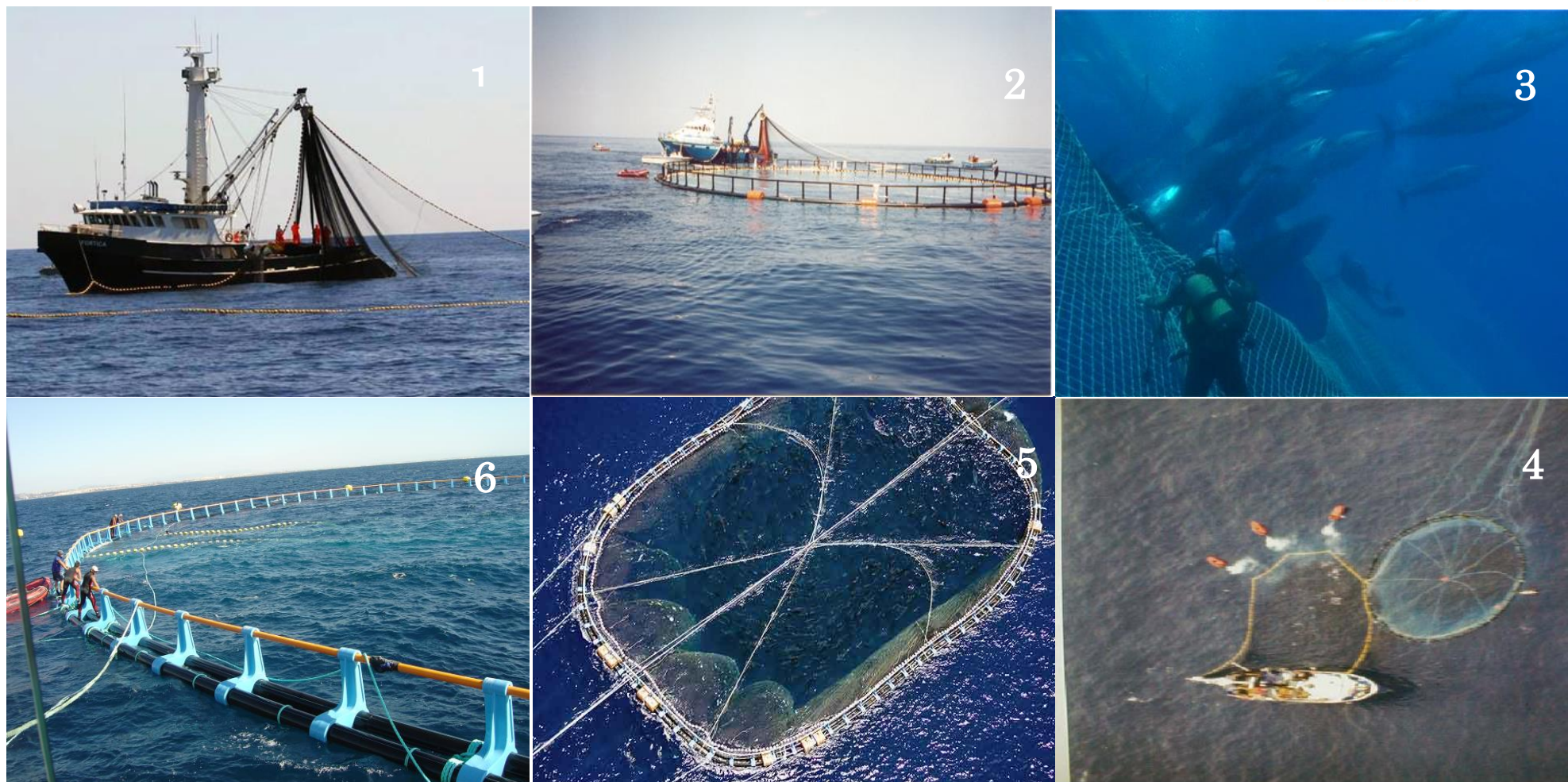


Figura 28. Captura y transporte de atún rojo para engorde. Dificultad alta. Las imágenes enumeran en orden el proceso de captura, trasvase y remolque.

5.3.3.1 Cargas de explotación, manejo y alimentación para engorde

El llamado **cultivo de atún rojo** (Figura 28) no es otra cosa que intentar aumentar el contenido graso de la carne de los individuos estabulados a base de suministrar alimento natural durante un tiempo determinado (Belmonte & de la Gandara, 2007) El éxito radica, en acortar dicho proceso y vender el kg de atún a un precio muy superior al del coste productivo.

Este proceso, comprende la llegada del atún a la granja, su alimentación y su despesque final. Dependiendo de la temperatura del agua, de las condiciones climatológicas y de la situación del mercado, este periodo en el caso del País Vasco abarcaría los 4 meses de Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre (otras formulas productivas, deberían de considerar la estabulación de individuos durante 1 año completo). El esperado aumento de peso (no testado en el País Vasco) que experimentan los atunes durante su época de alimentación a base de pescado natural, depende varios factores (es decir, no es universal); depende del tamaño inicial, de la temperatura del agua a lo largo del período de estabulación, del número de días de alimentación, del tipo de alimento que tenga mayor o menor contenido graso, etc. Por regla general, un atún rojo del Atlántico, de un tamaño de 40-50 kilos puede aumentar su peso alrededor de un 30 o 40 % en los seis o siete meses que permanece en las jaulas del Mediterraneo, donde la temperatura puede alcanzar valores de 27°C (Belmonte & de la Gandara, 2007). Mientras que un atún de más de 150 o 200 kilos, alcanza en torno a un 12 o un 15 % más de peso en el mismo período. Al igual que el incremento en peso, las tasas de conversión del alimento son enormemente variables. En ejemplares de gran tamaño (> 150 kg) pueden superar los 40:1 (kg de carnada por kilo de atún producido). Esto se debe fundamentalmente al hecho de que estos atunes de gran tamaño no crecen realmente, sólo incrementan el contenido graso de su carne. Sin embargo, en ejemplares de pequeño tamaño (< 30 kg) se han citado tasas de conversión sensiblemente menores, entre 15-20:1 (Katavic *et al.*, 2003).



Figura 29. Alimentación y manejo de atún rojo. Dificultad medio-baja. Las imágenes ilustran la ubicación de jaula, los individuos de cultivo y los despesques.

A continuación, se describen las densidades así como la **carga de producción** prevista de cultivo aunque sin olvidar, que debido a los métodos no validados sobre (i.) obtención de individuos de la pesca y (ii.) crecimiento de atún en el País Vasco, todos los valores expuestos estarían sujetos a incertidumbre teórica.

Se pretendería capturar y estabular dos escenarios de 100 y 400 toneladas de atún rojo aproximadamente. Si tenemos en cuenta que partimos de un peso medio de entre 25 y 60 kg/individuo (atunes del cantábrico) y un volumen total de cultivo de 42.000 m³, esto supone una carga inicial de 1 kg m⁻³ para llegar a 3,2 Kgm³ finales. Las cargas de atunes podrían ser (i.) 4.000 ó 1.600 individuos de 25 ó 60 Kg respectivamente en el escenario de 100 Tm dentro de 2 jaulas de 50m Ø ó (ii.) 16.000 ó 6.600 individuos de 25 ó 60 Kg respectivamente en el escenario de 400 Tm dentro 1 jaula de 90m Ø y 2 de 50m Ø (aproximadamente).

Como actuaciones a realizar durante el cultivo solamente están previstas en el caso de que las cargas sobrepasen los límites preestablecidos, los desdobles de jaulas, es decir, el pasar pescado de una jaula o otra para disminuir la densidad de cultivo y que no se produzcan niveles de oxígeno demasiado bajos dentro de las jaulas.

El **manejo de los atunes** durante el período que dure el cultivo estará estrechamente ligado al crecimiento de aquellos y por tanto, a la densidad de cultivo, es decir, que si la carga por metro cúbico sobrepasa los valores preestablecidos (3.2 kg m⁻³ aproximadamente; o inferior en el caso de la opinión de otros expertos) se desdoblarán las jaulas. Acción que se realizará cosiendo un bolsillo de red vacío al que contiene los atunes, y ayudados por buceadores, parte de los atunes pasará al otro bolsillo. De manera que la única maniobra que se realizará sobre los atunes del cultivo sería la del desdoble de jaulas en el caso de ser necesario.

El **tipo de alimentación** para el engorde/engrase del atún se realiza a partir de pescados de bajo valor comercial sobre los que la especie se alimenta en el medio natural.

El único tratamiento que recibe el alimento antes de ser suministrado es el de congelación, consiguiéndose con ello, además de su conservación, el de eliminar gran parte de parásitos, tanto externos como internos, de las especies que van a ser consumidas.

Las especies que se utilizan como alimento son caballa (*Scomber scombrus*), jurel (*Trachurus trachurus*), estornino (*Scomber japonicus*), sardina (*Clupea*

pilchardus), alacha (*Clupea aurita*) y cefalópodos. Dicha carnada se puede conseguir congelada o fresca procedente de las capturas realizadas por la flota vasca ú otras flotas exteriores (Peru, Chile, etc) con precios inferiores. Así, en los primeros días del proceso, y cuando las jaulas con los atúnes acaban de ser ancladas o fijadas, se les alimenta con cefalópodos, para iniciar la aproximación al alimento y una vez que esto ha comenzado se empieza a suministrarles las demás especies, todas ellas de alto contenido graso. La tasa de alimentación diaria (la ración) suele estar en torno al 2,6 ó 3%. La FCR dependerá de la temperatura del agua en la zona de cultivo, la epoca y el tamaño de los individuos (pueden ser 7:1, 15:1, 40:1); en el caso del País Vasco podrían no consumir más de 4-5kg carnada por kg de atún de media (5:1). Aunque es de esperar que la carnada pudiera ser de excelente cantidad para favorecer un excelente producto mas alto en proteína y menos graso (interesante para los mercados Europeo y USA).

La **distribución y administración del alimento** es manual, teniendo en cuenta el hábito alimentario de la especie: que come en superficie, y abandona la comida cuando se siente saciado. La comida podrá ser suministrada hasta que los atúnes dejen de comer, evitando así excesos de alimento que además de ocasionar mayores gastos, provocan un acumulo de materia orgánica innecesario y perjudicial para los fondos marinos.

Si las condiciones de oleaje y corrientes del lugar donde se instalen las jaulas lo permiten, se estudiará la posibilidad de eliminar las estructuras flotantes de las jaulas (anillos de polietileno), y sustituirlas por elementos que le proporcionen a los bolsillos de red la flotabilidad necesaria para que no se sumerjan. De esta forma las embarcaciones destinadas a la alimentación podrán situarse en el centro de las jaulas y administrar la carnada. Esta operación siempre estará supervisada por un buceador que vigilará que los atúnes coman todo el alimento que se les suministra, evitando así pérdidas innecesarias y aumento de los efectos perjudiciales al fondo. En el caso de no poder eliminar las estructuras del centro se suministrará el alimento, bien con pequeñas embarcaciones auxiliares al efecto o mediante tubos rígidos de 400 mm, a través de los cuales se bombeará la carnada desde los barcos.

La **obtención del alimento** se hará por medio de la compra del pescado a las cofradías vascas, en el caso de no existir abastecimiento suficiente se adquirirá en

otros mercados donde el precio pudiera ser inferior (Mexico, Chile, Peru, Ecuador, etc). En el presente estudio se han considerado precios de carnada de 1 a 1,5€/kg.

La cantidad de carnada que se estima necesaria para los escenarios marcados del País Vasco es de 264 y 1.064 Tm aproximadamente, para un nivel de producción de 100 a 400 Tm de biomasa inicial y un periodo de 4 meses (pudiendo ser relativamente baja; pues en escenarios de máxima producción hay expertos que mencionan que usan 6 Tm de carnada/día para 100T de atún en engrase final)

5.3.3.1 Datos de crecimiento natural del atún rojo en el Golfo de Bizkaia

Al no tener disponer de experiencias previas sobre cultivo de atún rojo en el Cantábrico, no se puede validar ni capturabilidad, ni crecimiento ni supervivencia ligados a condiciones de post-captura, estabulación ó alimentación en costa vasca. Los únicos datos biológicos referenciabiles serían los disponibles de la propia pesquería de la especie, reportados por Cort 1994, AZTI e ICCAT 2013.

En términos de capturabilidad, el modelo de Cort (1994) propone que los individuos capturables en el Golfo de Bizkaia siguen la relación talla-peso de la Figura 29.

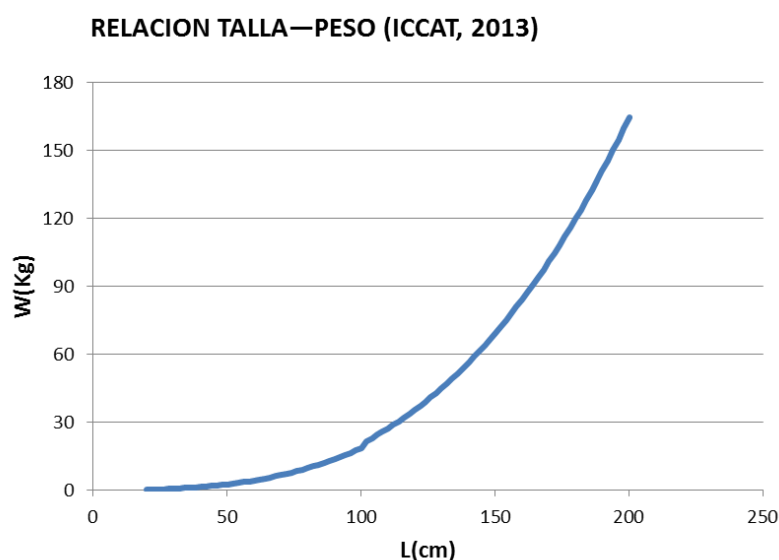


Figura 30.Relación talla-peso para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: Cort 1994.

Sin embargo, las campañas de AZTI- ICCAT 2013 validan que la capturabilidad más frecuente de individuos de atún rojo se corresponde con máximos de talla 140cm y edad 60 meses en el Golfo de Bizkaia (Figura 30).

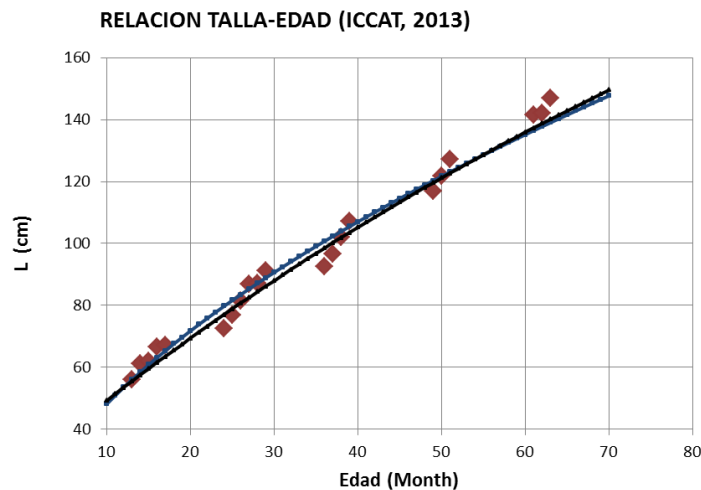


Figura 31. Relación talla-eda para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: ICCAT, 2013

De los datos de dichas campañas de AZTI-ICCAT 2013 (Figura, 30), se confirma que en 2013 se observan individuos de talla 140 cm y edad 60 meses (= 5 años) en el Golfo de Bizkaia, los cuales encajan en el rango de peso individual 40-50kg, que con aparición entre los meses de junio y septiembre se distribuyen en el mar Cantábrico, según Cort 1994 (Figura 29 y Tabla 11)

Edad	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.
1	— 2.8	3.5 4.1	3.6 4.7	4.0 4.8	4.8 5.9	6.2 6.8	6.4 7.6
2	— 7.9	7.7 9.3	8.8 10.6	9.0 12.5	10.5 12.8	13.4 16.0	15.2 16.3
3	— 15.2	15.2 17.6	14.7 19.8	17.0 22.9	19.8 26.2	27.6 32.0	— —
4	— —	27.9 30.4	28.8 37.0	32.4 41.5	36.3 42.4	— —	— —
5	— —	42.0 48.0	49.1 55.8	49.5 61.4	55.4 64.3	— —	— —
6				66.9 -	79.6		
7				86.4 -	101.3		
8				109.3 -	117.7		

Tabla 11. Límites de peso existente por edad (años) y mes en el atún rojo del mar Cantábrico. Fuente: Cort 1994.

De las campañas 2012 de marcado sónico de AZTI (Figura, 31) se valida que la existencia de individuos de clase 5 (peso superiores a 50kg) es mas frecuente durante los meses de agosto-septiembre y menos frecuente durante el resto de meses del año.

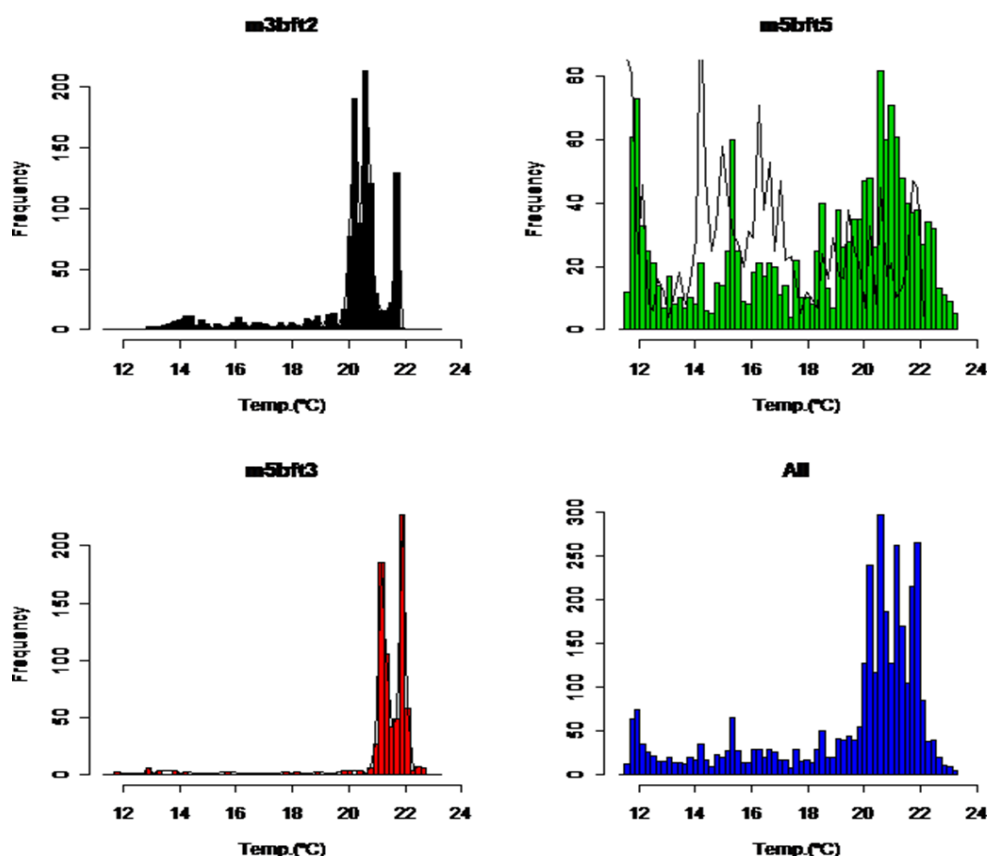


Figura 32. Frecuencia de capturas de individuos de clase talla 2, clase talla 3 y clase talla 5, según la temperatura muestreada en aguas del Golfo de Bizkaia. Fuente: AZTI 2012.

El crecimiento esperado para el engorde del atún rojo, se podría decir que es muy rápido. Un atún de 4 kg y un año de edad puede pesar 50 kg cuatro años más tarde y alcanzar los 113 kg en 8 años (Figura 32).

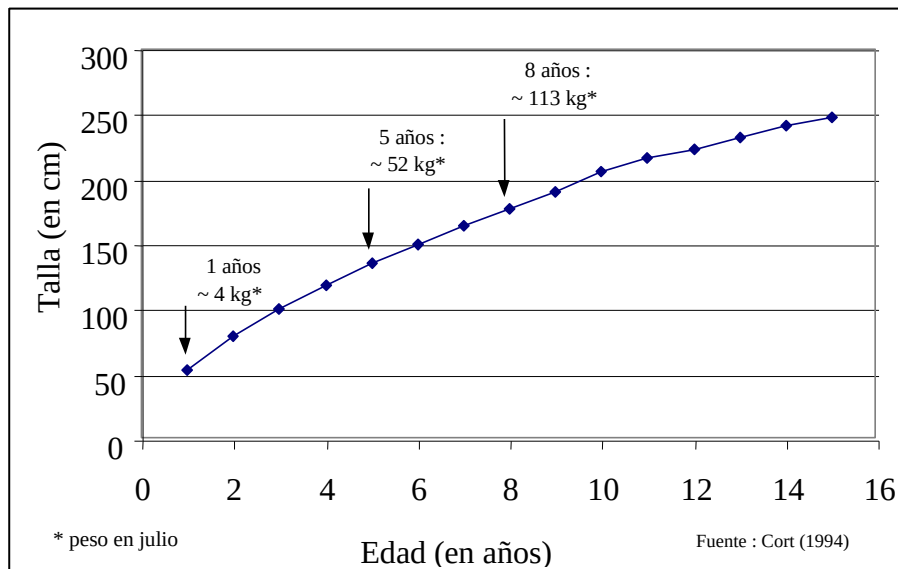


Figura 33. Relación talla/edad para el atún rojo del Golfo de Bizkaia. Fuente: Cort 1994.

Según los trabajos de Cort (1994), el crecimiento estival de un atún rojo de 1 a 3 años es de 4 a 6 veces superior al crecimiento obtenido en invierno.

El periodo de crecimiento máximo tiene lugar de mayo a noviembre. La figura 33 muestra este crecimiento en función de la edad del pez. Los datos de temperatura media mensual se refieren a los 25 primeros metros de la columna de agua. Se observa que los crecimientos más importantes se alcanzan a temperaturas comprendidas entre los 15 y 20°C.

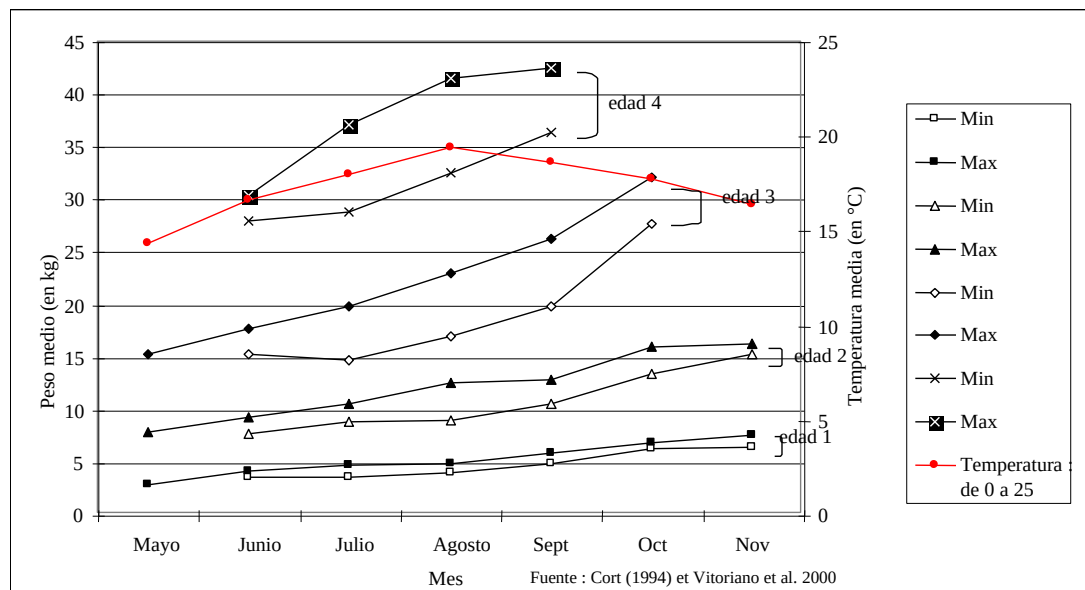


Figura 34. Pesos límites mensuales de los atunes rojos en función de la edad en el Golfo de Bizkaia.

Entre octubre y marzo, la tasa de crecimiento del atún rojo se reduce tal y como se observa en los datos de la tabla 12 para atunes de 1 a 4 años.

Edad	Crecimiento salvaje en peso (kg)
1 año	0,4
2 años	0,9
3 años	1,7
4 años	4,1

Tabla 12. Crecimiento salvaje en peso entre octubre y marzo para atunes de 1 a 4 años (Cort 1994).

Según las informaciones recogidas sobre la demanda del mercado japonés, el atún engordado en granja debe pesar al menos 30 kg y estar disponible para la venta en fresco en los meses de fin de año (noviembre a diciembre). Sin embargo el mercado se muestra variable durante los últimos años. En las condiciones ambientales de las aguas del Golfo de Bizkaia, el peso mínimo inicial de los ejemplares que van a ser engordados no debería de ser inferior a 25 kg y para aprovechar el periodo de máximo crecimiento la captura debería realizarse lo antes posible, en los meses de junio o julio.

Los datos de crecimiento mostrados se refieren a los observados en el medio natural en el Golfo de Bizkaia. Estas tasas de crecimiento son ampliamente susceptibles de variación si se trata de ejemplares en cautividad destinados a engorde (Ej: en engorde las tasas de crecimiento, podrían ser dobles o triples). Los apartados siguientes tratarán de establecer si las características del producto definidas anteriormente pueden ser obtenidas en Euskadi.

5.3.3.2 Despesques, sacrificio y manipulación para engorde

Las prácticas de despesque, sacrificio y manipulación requeridas en la actividad de engorde de atún rojo poco tiene que ver con la que se realizan actualmente en la pesca del atún en el Golfo de Bizkaia.

Despesque, sacrificio y manipulación del atún rojo en la operativa de pesca

El atún se pesca mediante caña (con carrete o sin él) y siempre es embarcado vivo. Los ejemplares pescados con carrete llegan cansados al costado del buque, mientras que los que son izados sin carrete se mantienen en un estado fisiológico parecido al que tenía en el agua en el momento de morder el anzuelo. Sin embargo, durante este proceso, los individuos suelen ocasionarse daños corporales considerables. Estos daños pueden ser clasificados en tres tipos:

- Las heridas debidas al gancho utilizado en el izado a bordo del pescado (que pueden ser en las agallas, en la cabeza o en el propio cuerpo del

animal). Esto significa una o dos heridas de 5 cm de profundidad en diversos lugares del cuerpo.

- Los hematomas y otras consecuencias del choque del pescado sobre la cubierta del barco. El atún puede llegar a caer desde una altura de 0.5 a 2 mts. Según la posición en que caiga, incontrolable para los pescadores, el choque puede situarse en los flancos o en la cabeza.
- Heridas causadas por el anzuelo. Según el caso, el anzuelo puede ser desenganchado o no durante el izado a bordo. El desenganche se produce sobre todo en los anzuelos sin muesca. Para éste tercer tipo de “daño”, no es tanto la herida lo que importa, sino los perjuicios del estrés que se generan en el animal (con efecto en la calida de la carne).

Tras esto, el pescado que permanece vivo en la cubierta del barco sufre un nivel de estrés muy alto que produce una rápida pérdida de calidad de la carne por deterioros bioquímicos; y de aspecto por los golpes, heridas y pérdida de escamas producidas por el coleteo. Para evitar estos efectos negativos, una vez embarcado y desenganchado el anzuelo se suele matar el atún, golpeando con un garrote en una zona sensible de la cabeza; y durante los últimos años se ha implantado un proceso de pre-enfriado inmediato a la captura (trasladándolo con cintas transportadoras) a los viveros, donde se introduce en una combinación de CSW (chilled seawater, agua de mar y hielo) y RSW (refrigerated seawater, agua de mar refrigerada). Esto produce una bajada muy rápida de la temperatura interior hasta los 0°C, resultando un pescado de calidad mayor. El tiempo de almacenamiento dentro de la nevera del barco hasta la descarga en tierra, suele ser de uno a cuatro días.

Despesque, sacrificado y manipulación del atún rojo en la operativa de engorde

El despesque de los atunes se realizará siempre según de la demanda del mercado o cliente, y por tanto conlleva una separación de atunes a sacrificar mediante partición del bolsillo de red o bien mediante la instalación de un copo en las jaulas, en donde se introducirían los atunes destinados a la matanza.

Para el sacrificio de los atunes, se pueden emplear varias técnicas, que dependiendo del tamaño de éstos y de las condiciones de la ubicación se elegirán las más oportunas.

- Existe la técnica de la caña, empleada en instalaciones de las Islas Canarias, pero este sistema se hace por el tamaño de los atunes (50 – 60 kg).
- Una de las prácticas más comunes es el sacrificio mediante arpón eléctrico o escopeta de balas. El problema del arpón eléctrico es que la descarga eléctrica les rompe la espina y esto dificulta la eliminación de toda la sangre para disminuir rápidamente su temperatura interna. Para la utilización de la escopeta se utiliza un copo con el fondo móvil para hacer subir el pescado a la superficie donde se procede con el sacrificio.

En definitiva, lo que se persigue es la inmovilización lo más rápida posible del animal, pues con la envergadura que tienen si no mueren rápido los movimientos provocan golpes de los atunes y el valor de la carne se deprecia. Por tanto se debe utilizar un método lo más rápido posible en producirles la muerte, además y debido a su temperatura corporal, una vez sacados del agua, esta temperatura puede elevarse de tal manera que hace que la carne del pescado sufre un proceso de ligera “cocción”. Los técnicos japoneses describen esto como:

- *Mure*: cuando el pescado alcanza tales temperaturas que cambia su color y su aspecto.
- *Yake*: cuando la musculatura se quema a lo largo de la espina dorsal.

Para evitar esto, una vez el atún ha recibido el disparo en la cabeza, un buceador le cortará los arcos branquiales y los vasos sanguíneos que corren paralelos a la línea lateral, provocando que se desangre lo más rápidamente posible, y ya una vez en cubierta e inmovilizado por el disparo o arpón, se debe introducir una varilla ó alambre metálica (iki-jime) por la espina dorsal. Si este nervio no se destruye los músculos del cuerpo continuarán contrayéndose y produciendo calor y liberando ácido láctico, lo que provocará el deterioro de la carne. Una vez que se ha hecho esta operación de “desmedulación”, los atunes son descabezados y eviscerados, en una operación que se lleva a cabo a la mayor velocidad posible por

el problema de la temperatura, y seguidamente se introducen en tanques de agua y hielo para atemperar y disminuir su temperatura interna lo más rápidamente posible. Así permanecerán un tiempo que está relacionado con el tamaño de los atúnes, a mayor tamaño más tiempo, pero como media entre 8 y 10 horas de inmersión es lo normal (Begonya Melich, Grup Balfegó- per. comm).

Una vez transcurrido el tiempo necesario para su atemperación se introducirán en cajas diseñadas al efecto para su transporte a los mercados, garantizando de esta forma un producto fresco en perfectas condiciones de consumo.



Figura 35. Sacrificado y maipulación del atún rojo. Dificultad alta. Las imágenes ilustran las actividades de preparación del producto.

5.3.3.1 Exigencias físico-químicas para zootécnica de engorde

TEMPERATURA: En el medio natural los atunes rojos huyen de las aguas donde la temperatura superficial del agua es inferior a 10 - 12°C, y superior a los 27 °C (Quéro et Vayne, 1997). Las principales concentraciones de atún rojo se encuentran en aguas con temperaturas comprendidas entre 14 y 21°C (Dizon et Brill, 1979). Se han observado también atunes en temperaturas de 6°C en el Mar de Noruega. Estos son animales de gran talla, que probablemente utilizan grandes cantidades de energía para regular su temperatura. Esta posibilidad está totalmente fuera de las capacidades de los individuos más pequeños (Fromentin comm.pers). En granjas de engorde en Japón se ha observado que los ejemplares de atunes rojos que han soportado temperaturas invernales inferiores a 14°C muestran deformaciones corporales y una manifiesta incapacidad de recuperar la tasa de crecimiento normal aún cuando el agua alcance de nuevo temperaturas más elevadas (Le Gall, 1974). En aguas de la costa española, se considera que las temperaturas de 10°C son letales especialmente para los individuos más jóvenes (Caill-Milly, Suquet et Arrizabalaga, 2000). Harada (1977, citado por Vincent, 1981) señala que los atunes rojos poseen una buena tolerancia a los cambios de temperatura dentro de un rango de entre 15 y 30°C. Las granjas de engorde de atún se encuentran en zonas donde la temperatura del agua es elevada (Tabla 13).

País	T° mínima.	T° máxima	referencia
Japón	15	28	Lioka <i>et al.</i> , 1999
España	18	26	Fores <i>et al.</i> , 1999; Doumenge, 1999
España	14	27	Caill-Milly <i>et al.</i> 2000
Marruecos	14	22	Nhhala et Kani, sans date

Tabla 13. Rango de temperaturas de tolerancia (° C) para el atún rojo registradas en granjas de engorde

En España, las mejores tasas de crecimiento se registran a partir de aguas con temperatura superior a 18°C (Caill-Milly, Suquet et Arrizabalaga, 2000). Doumenge (1999) cita que la temperatura de crecimiento debe estar comprendida entre los 18 y 26°C, observándose los mejores crecimientos cuando el agua alcanza entre 22 y 24°C. Según O'Sullivan (1993) los crecimientos registrados en cautividad son más rápidos cuando la temperatura es superior a 20 °C. En cambio, en Australia se han registrado buenas tasas de crecimiento en atunes de un peso inicial de 25 kg en temperaturas comprendidas entre 12 y 17°C (Carter, 1998).

SALINIDAD: En el Mar del Norte se observan atunes rojos en aguas con salinidades comprendidas entre 18 y 20 por mil (Quéro et Vayne, 1997). Sin embargo, la brusca disminución de la salinidad puede ocasionar la muerte de los ejemplares afectados (Doumenge 1999). Por lo general, los atunes permanecen alejados de zonas litorales con bajas salinidades. Este comportamiento está asociado a la gran superficie branquial de los animales que en condiciones de concentración salina muy débil les induce al desequilibrio osmótico con el medio (Boeuf y de la Pomélie, en prensa). Sin embargo, según Doumenge, (1999) los atunes tienen una capacidad de tolerancia mejor ante los aumentos de la salinidad del agua.

LUZ: Los atunes rojos desarrollan su ciclo vital entre la superficie y profundidades máximas de 500 m, pero se ha observado que los individuos juveniles tienen preferencia por las zonas mejor iluminadas de la columna de agua (Boeuf y de la Pomélie, en prensa).

OXIGENO: El consumo medio de oxígeno de los atunes rojos está comprendido entre 2200 y 2700 mg O₂/kg/hora (Brill et Bushnell, 1991; Korsmeyer *et al.*, 1996). Boeuf y de la Pomélie (en prensa) muestran que este consumo es de 2 a 5 veces más elevado que el de los salmónidos y 50 veces superior al de las carpas o el rodaballo. Esta característica está ligada a grandes superficies de intercambio branquial, en las que el volumen de agua ventilada por las branquias y el coeficiente de transferencia de oxígeno es de 10 a 50 veces más elevado que en otros teleosteos. Por último, se ha observado en estudios comparativos que la deuda cardíaca de los atunes es 10 veces superior a la de la trucha (Farrell et al., 1992). Se asume por lo tanto, que los niveles de oxígeno del agua en las granjas de engorde deben ser

elevados, y que deben de evitarse disminuciones bruscas de su concentración ya que son mal soportadas por los túnidos (Doumenge, 1999; Vincent, 1981).

TURBIDEZ: El 12 y 13 de abril de 1996, una violenta tempestad causó la muerte de 1700 toneladas de atún mantenidos en cautividad en jaulas de engorde de Port Lincoln, en Australia. Esta cantidad de atún muerto representaba la mayor parte de la producción del año. La muerte de estos animales estuvo probablemente causada por la colmatación de las branquias a causa de la puesta en suspensión de los sedimentos del fondo de la bahía (Boeuf et de la Pomélie, en prensa). En Marruecos en 1996, 20 atúnes reproductores se perdieron después de que una tempestad aumentara la turbidez del agua. En esta misma explotación en el periodo comprendido entre diciembre de 1996 y enero de 1997, 25 atúnes adultos murieron a causa de una gran turbidez causada por los aportes de aguas fluviales cargadas de tierra. Por último, 2000 a 2500 juveniles de 0.5 a 1 kg se perdieron por las mismas razones. (Nhhala et Kani, sin fecha). Estos accidentes subrayan la sensibilidad de los atúnes a los riesgos de asfixia, sin embargo, es difícil que en estos accidentes sean causados únicamente por el efecto de la turbidez, sino que la mortalidad se deba probablemente al efecto conjunto del aumento la turbidez y el descenso de la salinidad causada por el aporte de agua dulce (Doumenge 1999).

DENSIDAD: Las densidades (kg de atún por m³ de capacidad de la jaula) utilizadas son generalmente bajas. Puede depender de la especie de atún rojo, del tamaño de los individuos, del producto objetivo de engorde, de la temperatura del agua, etc. Para jaulas de transporte se cita 1 kg/m³. Para jaulas de engorde puede variar de 2 a 5kg/m³ (Parfouru 1995; Doumenge 1999; Caill-Milly et al. 2000 ; Belmonte & De la gandara 2007 ; Galaz per.comm).

5.3.4 Descripción y cálculos de las instalaciones

5.3.4.1 Instalaciones en el mar

Las instalaciones en mar se compondrían básicamente de una concesión de mar de 20 hectareas 200.000 m² de superficie, en donde se ubicaría una flotilla de 4 jaulas flotantes a razón de 3 jaulas de 50 (2 jaulas para engorde y 1 para transporte) y 1 jaula de 90, sobre la profundidad que oscilará entre 35 y 40 metros.

5.3.4.1.1 Jaulas flotantes

Están constituidas por unos anillos flotantes de los que penden unos bolsos de red formando las jaulas, estas diez jaulas se confinan mediante un sistema de retícula de cable de acero sustentado mediante boyas y fijado mediante un sistema de fondeo.

El perímetro de la concesión está balizado mediante cuatro boyas perimetrales, convenientemente fondeadas.

5.3.4.1.2 Bolso de red de jaulas de Ø 50 M

Las redes han de estar formadas por cabos de material sintético 100% poliamida de color negro sin nudos. La malla será cuadrada de 80 mm, de lado con hilo de ref. 210/280.

Como la red a utilizar tiene una dimensión de 80 mm de lado de malla y un coeficiente de armado de 0,5 la malla tendrá las dimensiones especificadas en la siguiente Figura 3.

Esta malla de red se une mediante ligadas a una serie de nervios, tanto verticales como horizontales dando la forma cilíndrica al bolso de red.

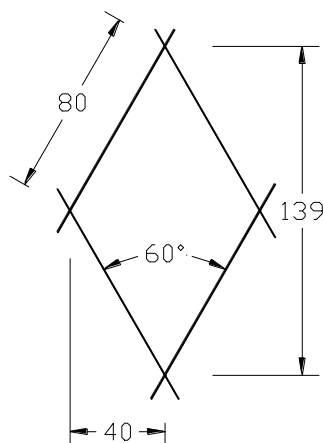


Figura 36. Dimensiones de la malla a utilizar

Los nervios verticales y horizontales serán de fibra de poliamida (PA) Øe 6 mm (nylon) con una carga de rotura 6.100 N y un módulo de elasticidad de 5.500 N·mm⁻².

El bolso tendrá unas dimensiones de 20 m de pared vertical teniendo en el fondo un anillo también de poliamida de Ø20,88 m y estando a 1,98 m por debajo del borde del costado (Figura 37). Lo que supone un volumen de 41.340 m³.

El borde inferior estará lastrado con cadena de acero con contrate de diámetro de 12,5 mm grado U1 con un peso en el aire de 110 kg por largo (27,5 m).

Estas jaulas pueden servir también para el transporte de los atunes desde su lugar de captura hasta la concesión por lo que llevarán además 11 refuerzos extras en forma de “H” de polietileno para el amarre de la estacha de remolque, y en la parte frontal del remolque incorporan 3 flotadores de poliestireno expandido adaptados a los tubos de flotación con lonas para cuando sea remolcado por una embarcación a una velocidad de 1,5 nudos.

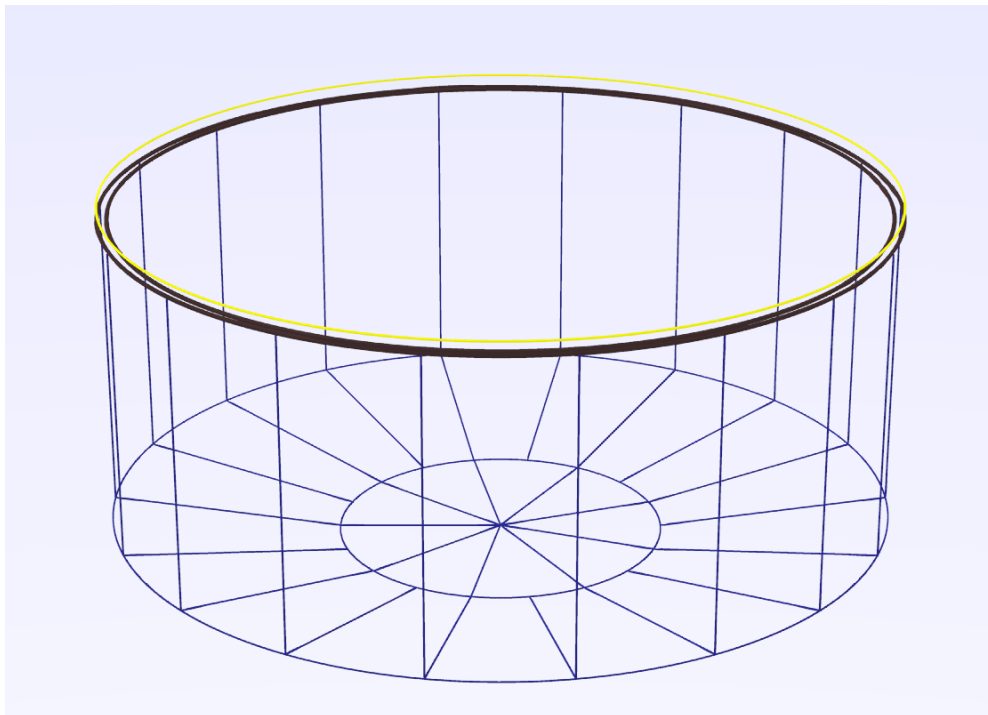
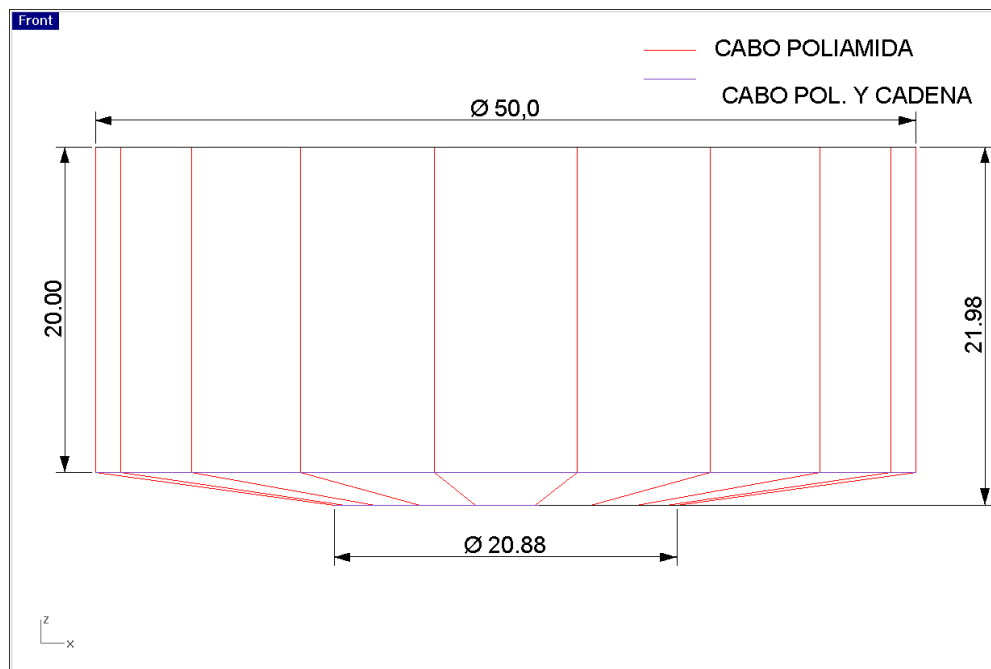


Figura 37. Dimensiones de la malla a utilizar

5.3.4.1.1 Anillos de flotación

Esta malla de red se suspende de los anillos de flotación formados por dos coronas concéntricas de tubos de polietileno de alta densidad (HPDP-100 también denominados PE 50 A) de 315 Ø mm y 28,7 mm de espesor, siendo el diámetro interior de la jaula de 50 m, además incorpora una tercera corona superior del mismo material que las anteriores de un aproximadamente 110 Ø mm, de color amarillo, que sirve de baranda de operaciones, esta se encuentra a 0,8 metros por encima de la flotación. En este documento, no hemos incluido la versión jaula 90 metros dim.

Las dos coronas concéntricas actúan como flotador y, éstas junto con la superior, estarán unidas por 72 refuerzos de polietileno dispuestos de forma equidistante. Las dos coronas inferiores estarán embutidas en su totalidad con cilindros de poliestireno de una densidad de 90 Kg·m⁻³ expandido para garantizar la insumergibilidad del conjunto.

5.3.4.1.2 Sistema de amarre de las jaulas

Se establecen dos líneas principales longitudinales de fondeo a las que se unen las jaulas enmarcando la configuración de las mismas. Cada línea en sus dos extremos se conforma con trenes de fondeos con sus correspondientes flotadores, cabos, cadenas y anclas. A su vez transversalmente se dispone de once líneas de fondeo secundarias que fijan localmente los entronques y uniones de las jaulas.

La disposición de las líneas de fondeo en la concesión viene determinada por la dirección predominante del oleaje en la zona, y por la disposición de las isóbatas, de forma que no se sobrepase la profundidad de 45 m y obtener la máxima distancia posible entre el fondo de la jaula y el fondo del mar.

Estas líneas de fondeo longitudinal y transversal forman unos cuadrados de 70 m de lado, estando unidos en sus extremos mediante anillas constituidas por cables de acero Ø 26 mm forrado, 6x37+1.

Para evitar que se vayan al fondo estas retículas cuadradas, se suspenden de boyas de 1.300 l situadas encima de las anillas, de forma que la retícula se encuentre a 5 m de profundidad, para permitir el paso de las embarcaciones de trabajo.

Los anillos flotantes se unen a la retícula anteriormente descrita, mediante 12 estachas de polipropileno de $\varnothing$ 56 mm de carga de rotura de 35.300 kg, repartidas de forma uniforme a las cuatro anillas de las esquinas (Figura 38).

También se dispone de otra retícula igual a la anterior pero suspendida a 25 m por debajo de ella y por tanto a 10 m por debajo del borde inferior de los paños de red, esta retícula impedirá el desplazamiento del fondo de la jaula cuando exista una fuerte corriente.

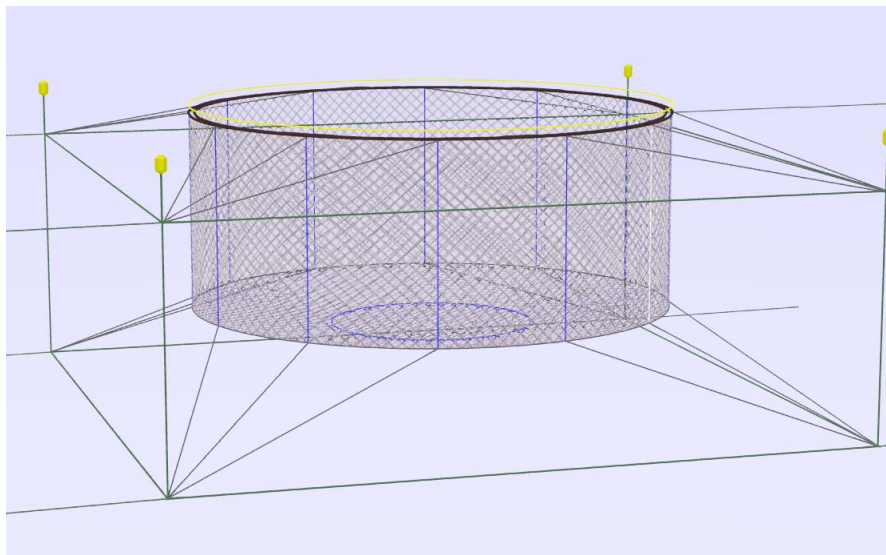


Figura 38. Amarre de una jaula

La conexión se realizará mediante 12 cabos de poliamida (PA) de $\varnothing$ 6 mm de diámetro uniendo el borde inferior de la red con las cuatro anillas (Figura 39).

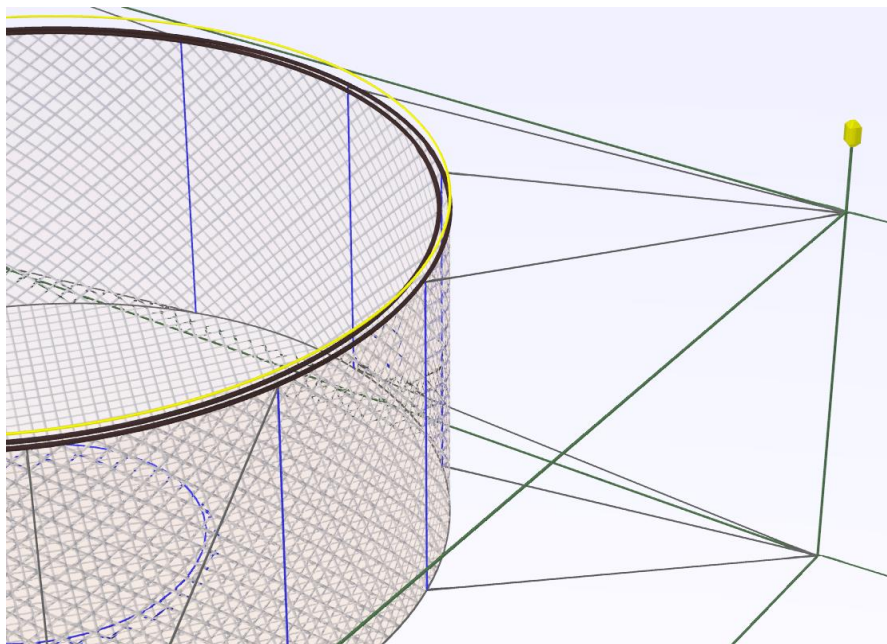


Figura 39. Amarre de esquina

5.3.4.1.1 Sistema de fondeo de la retícula

Cada anilla, superior e inferior, se une a un tren de fondeo consistente cada uno en tres estachas de longitudes que terminan en cadenas fijándose mediante anclas y muertos al fondo del mar. Las anclas serán del tipo “Flipper-Delta” o similar.

En las Figuras 40 y 41 se puede observar una imagen del conjunto del sistema de fondeo con un par de detalles del mismo.

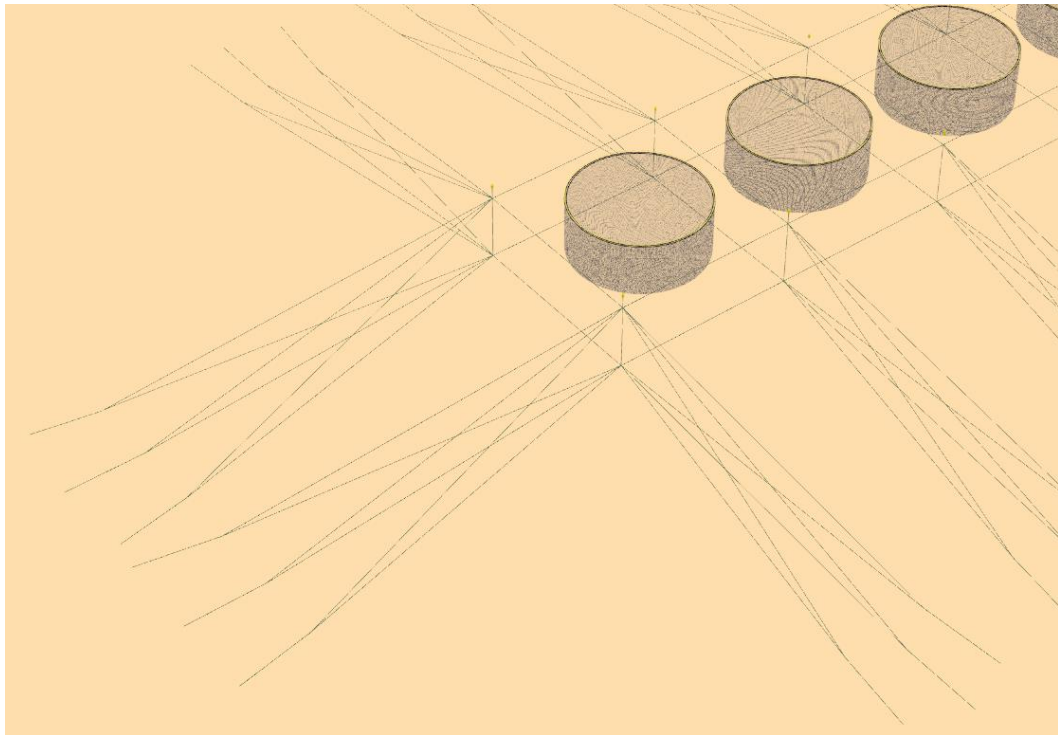


Figura 40. Detalle del conjunto y fondeo.

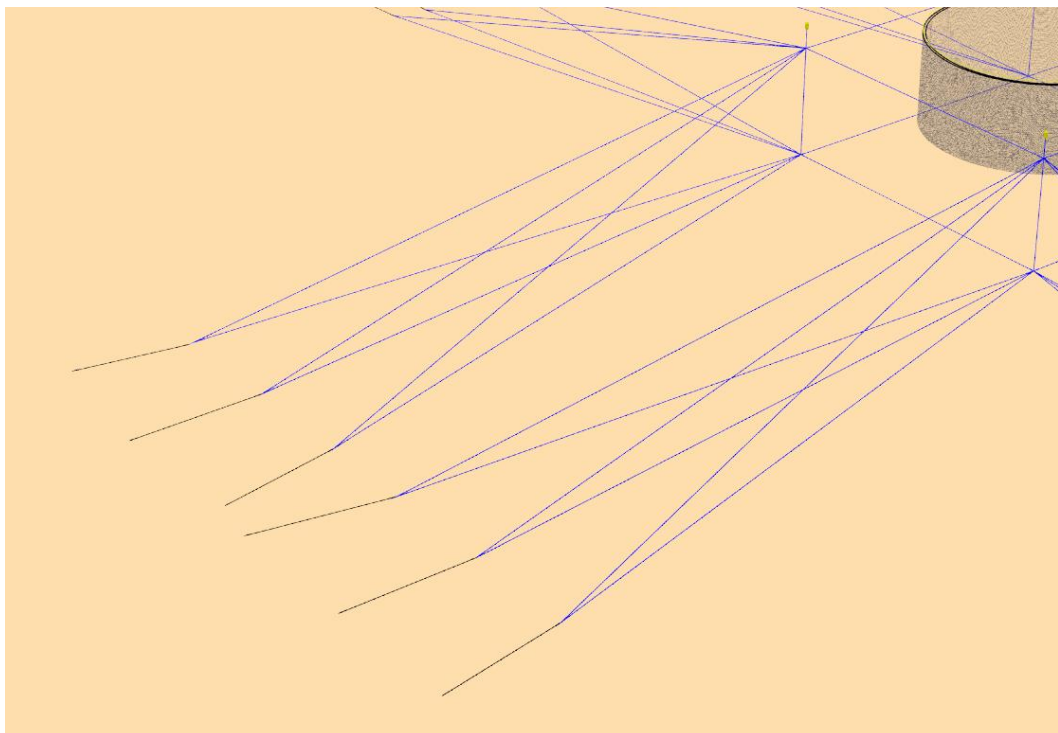


Figura 41.Detalle del fondeo en la esquina

5.3.4.1.1 Descripción del sistema de remolque de jaula

El sistema de remolque empleado para transporte de pescado desde la zona de pesca hasta las instalaciones en la ría de Vigo se detalla a continuación (convendría disponer de planos específicos). Dicho sistema consta de 5 tiros interiores equidistantes en orientación proa-popa. Los tiros exteriores son también 5 al igual que los interiores y se amarran en el mismo punto que estos. Los tiros exteriores se unen en su extremo a un aro de remolque de 80mm Ø. De dicho aro parte la estacha de remolque de 80mm Ø y 200m de longitud que va desde ese punto hasta el remolcador. La longitud total del tiro de remolque es de 314m.

La estacha empleada en los tiros interiores es de poliestil 32mm Ø, mientras que los tiros exteriores están compuestos por estachas de 48mm Ø.

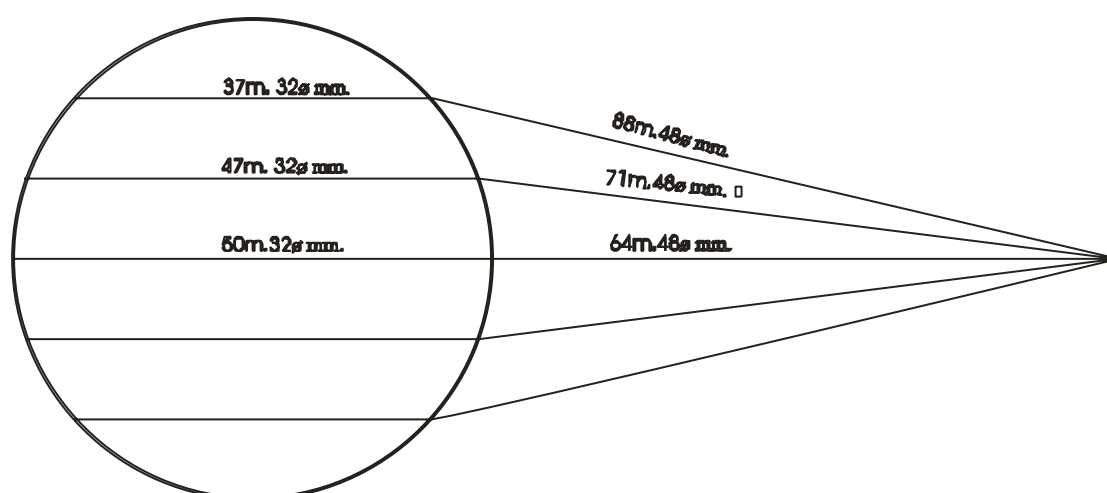


Figura 42. Esquema de sistema de remolque off-shore para jaula de atún rojo

5.3.4.1.1 Descripción somera del sistema de balizamiento

El polígono irá señalizado en sus cuatro vértices para garantizar la seguridad de la navegación en cualquier situación climatológica mediante cuatro boyas perimetrales con el sistema de destello que exija la autoridad competente.

La boya de flotación de 1.300 litros esta fabricada en polietileno y rellena de espuma de poliuretano color amarillo.

Los soportes para la luz, batería, lastre y anclaje en acero al carbono galvanizado en caliente color amarillo

Cruces de San Andres construidas en aluminio marino pintado en amarillo.

Medidas:

- longitud total 7.3m
- Diametro máximo 1.1m
- Altura focal 3.2m
- Desmontable para transporte

El sistema de alumbrado consta de:

- Dos paneles solares de 20W}
- Una bateria sin plomo de 85 Amperios
- Programador de 256 posiciones para regular la intermitencia
- Regulador de carga solar
- Capuchon color ambar
- Portalamparas y bombilla de doble filamento para que cambie el filamento automáticamente en caso de avería

Fondeo de boyas: (i.) Cadenas de 22 y 32 mm de diámetro y (ii.) Muerto de 3.5 toneladas.

5.3.4.2 Otros medios de producción

5.3.4.2.1 Instalaciones en tierra

Para el desarrollo de la actividad de comercialización de los atunes se deberá contar con unas instalaciones consistentes en una nave industrial convenientemente comunicada y patio de operaciones. Esta nave deberá de contar con las siguientes instalaciones mínimas.

- Zona de almacenamiento de utillaje, redes, cabos, boyas etc.
- Sistema de pesaje para el empaquetado.
- Zona almacenamiento de útiles de embalaje.
- Estación de carga de aire comprimido para los equipos de buceo.
- Oficinas, vestuarios, duchas.
- Máquina de producción de hielo en escamas.
- Deposito de agua de 50 m³ de capacidad para equipo de limpieza de agua a presión.
- Zona amplia y despejada de al menos 2.000 m² para limpieza y reparación de redes.

También dispondrá de muelles de carga y descarga para la recepción y expedición del pescado en transporte frigorífico.

Estas instalaciones deberán cumplir con todas las normas técnico sanitarias aplicables a la producción y comercialización de productos pesqueros y de la acuicultura, y estando autorizadas por todos los Organismos Competentes en esta actividad.

5.3.4.2.2 Embarcaciones

También se deberá contar con el auxilio mínimo de las siguientes embarcaciones para el desarrollo de la actividad:

- Embarcación rápida de 7 m de eslora aproximadamente, para vigilancia de la instalación y transporte de buceadores a las mismas.

- Dos (2) embarcaciones de 21 m de eslora aproximadamente, para transporte del alimento desde el puerto a las jaulas, con una capacidad de transporte cada una de 20 Tm.
- Embarcación con bodega / cuba frigorífica con una capacidad mínima de 100 m³ de agua salada a 1 grados centígrados, para el enfriamiento de los atunes recién sacrificados.

Las embarcaciones anteriores también se utilizarán en las labores de puesta en marcha de las instalaciones así como en la retirada de las mismas una vez terminada la campaña.

5.3.4.2.3 Personal

El personal necesario para el funcionamiento de la actividad propuestas se estima someramente en el siguiente, teniendo en cuenta que las personas empleadas en las embarcaciones, instalaciones frigoríficas y jaulas pueden realizar tareas simultaneas y ser temporales ó permanentes.

Trabajo en el Mar:

- 1 jefe de Producción (Fijo).
- 5 buceadores (Fijos).
- 3 marineros (Fijos).
- 10 personas (2 tripulaciones de barco) (Subcontrata durante todo el proceso productivo 5-6 meses).

Trabajo en Tierra:

- 1 jefe Logística (Fijo).
- 4 operarios de nave (Fijos).
- 1 encargado administración (Fijo).

5.3.4.2.4 Ejecución de las instalaciones

La instalación de los fondeos, consistentes en las anclas y muertos de las balizas de la esquinas de la concesión, debería de ser realizada por una empresa especializada, quedando convenientemente balizados en su posición. El personal de la empresa contratada se encargaría de la fijación de los medios flotantes a las boyas con el auxilio del personal buceador. La empresa debe de contar con personal responsable de proyectos de ejecución y operaciones de obra.

Una vez finalizada cada campaña de engorde se retirarán las redes de las jaulas y se pondrán en seco para su limpieza y mantenimiento, quedando unicamente fondeados los anillos soporte de las mismas dentro de los límites de la concesión.

5.3.4.2.5 Declaración Medio Ambiental

Como ya se ha comentado en la sección anterior, se deberá realizar un estudio de impacto medio ambiental validado para tener en cuenta la incidencia de la instalación definitiva propuesta en la calidad de las aguas litorales y la afectación al medio de la costa vasca.

5.3.4.3 *Calculos justificativos orientativos*

5.3.4.3.1 *Justificación del sistema de flotabilidad de las jaulas*

El peso que deben soportar los flotadores, considerando solamente la estructura que pende de ésta, cuando esta sumergida en el mar, es el siguiente:

CONCEPTO	PESO (kg)
Peso de los flotadores, (20 Kg metro lineal ⁻¹ .)	6.240
Densidad relleno flotadores, (90 Kg m ⁻³).	1.400
Peso de la red sumergida	100
Peso de contrapesos sumergidos	1.070
Peso de los cables plomados sumergidos	930
Peso total	9.740

El peso que deben soportar los anillos es de 9.740 kg Por otra parte, estos anillos dan una flotabilidad de 24.700 kg por lo que la reserva de flotabilidad de 14.960 kg.

5.3.4.3.2 *Esfuerzos en los flotadores debidos al oleaje*

Para la determinación de las tensiones máximas que sufrirán los anillos soporte de las redes que conforman las jaulas durante un temporal, supondremos una altura de ola de 9,5 m; superior a la Hs máxima con periodo retorno 50 años de ola medida en el transepto Lekeitio- Ondarroa.

La longitud de la ola supondremos que es igual a la dimensión mayor de las jaulas (tomada como 50 m) pues será la aquélla que producirá un momento flector mayor, y se estudian dos posiciones de la jaula sobre la ola, arrufo y quebranto, que son las que también producen mayores esfuerzos.

En la posición de arrufo, se considera que el centro de la jaula se encuentra en el seno de la ola y por tanto sus extremos se encuentran en las crestas de las mismas, el equilibrio estático de la jaula sobre la ola antes de deformarse por los pesos propios y de la red, será el que se observa en la Figura 44.

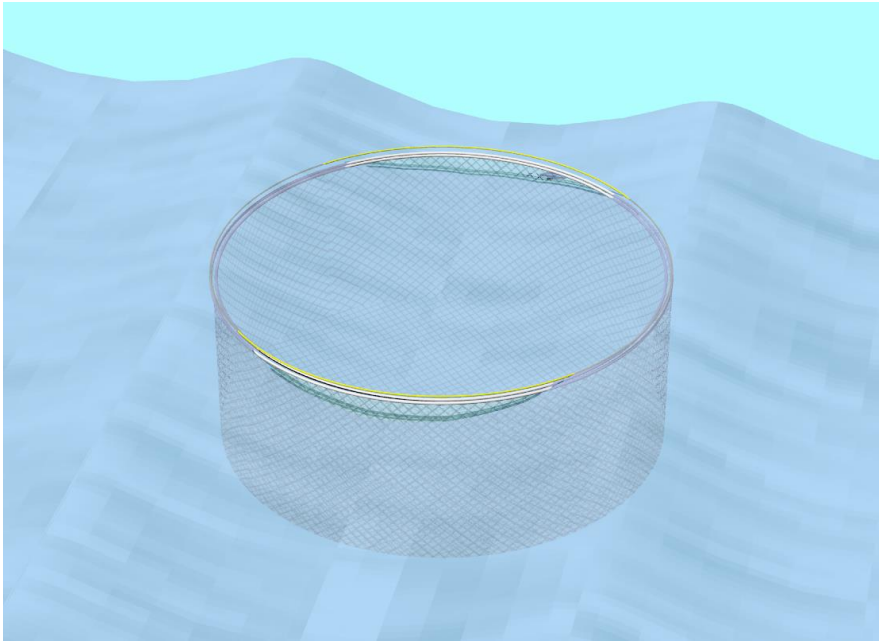


Figura 44. Anillos en arrufo.

Y el momento flector máximo producido en la sección media, según la ley de fuerzas siguiente, será de 28.440 kg m^{-1} (Figura 45).

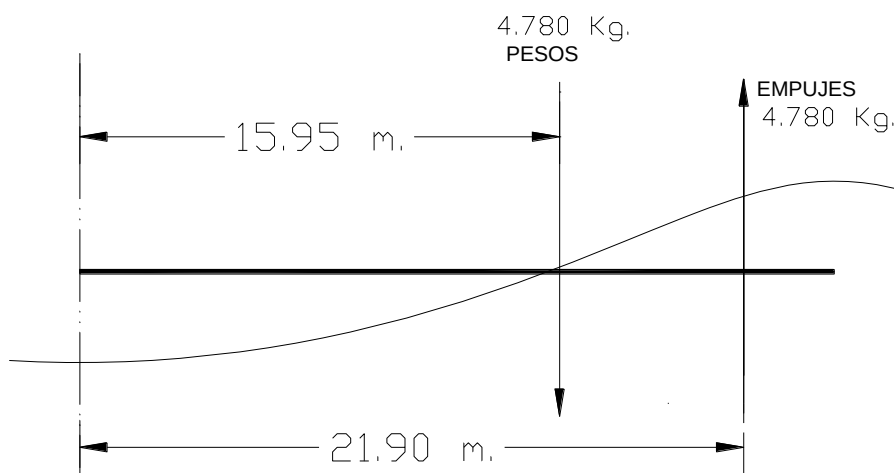


Figura 45. Momentos flectores en arrufo.

En la posición de quebranto, se considera que el centro de la jaula se encuentra en la cresta de la ola y por tanto sus extremos se encuentran en los

senos de las mismas, el equilibrio estático de la jaula sobre la ola antes de deformarse será el que se observa en la Figura 46.

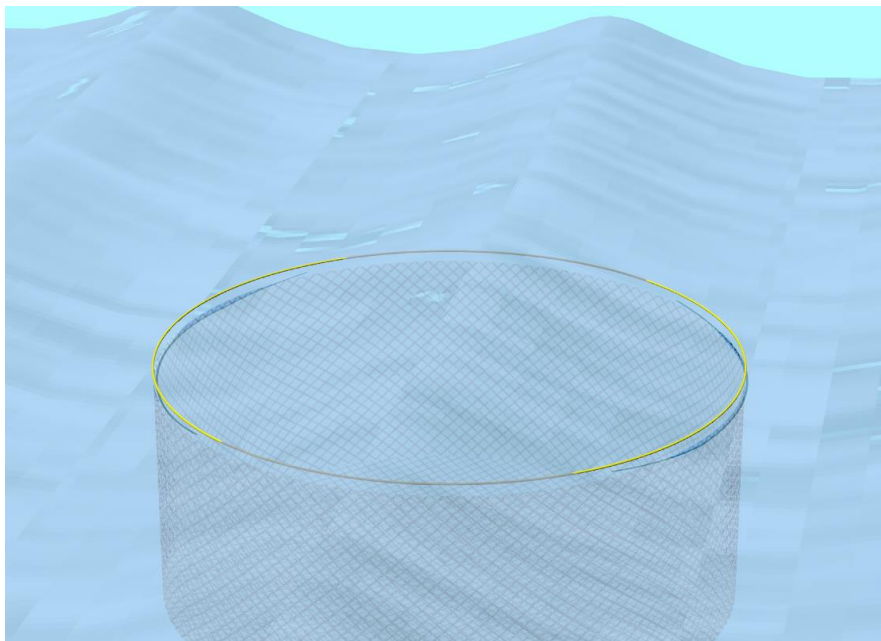


Figura 46.Anillos en quebranto

Y el momento flector máximo en la sección media, según la ley de fuerzas siguiente, será de 28.919 kg m^{-1} (Figura 13).

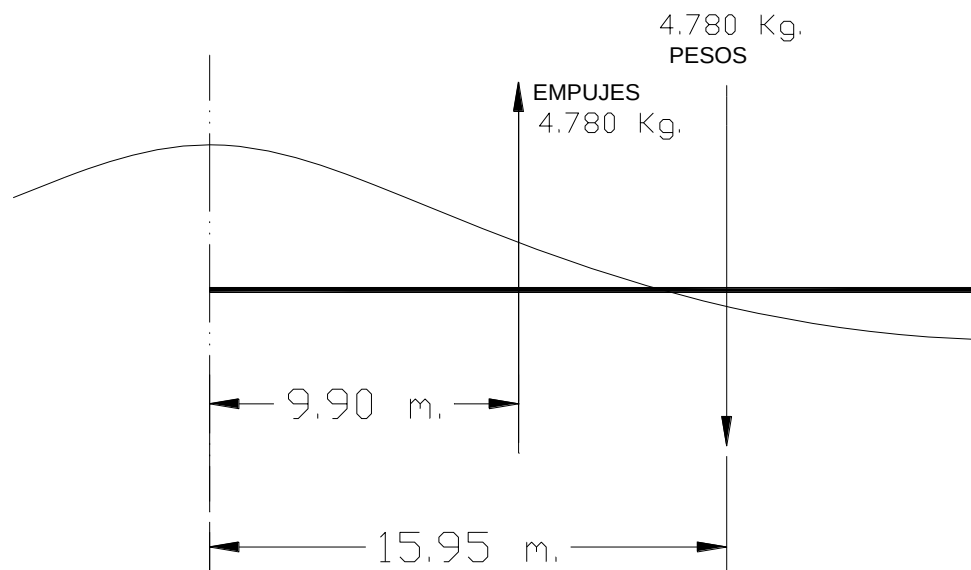


Figura 47. Momentos flectores en quebranto

Para el momento flector máximo de $28.919 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$, obtenido en la condición de quebranto, la tensión máxima en los flotadores, para un módulo resistente de 12.274 cm^3 considerando cuatro secciones cilíndricas de 315 mm de diámetro y un espesor de 28,7 mm es de $236 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ inferior a la tensión máxima de rotura de $247 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ por lo que se podría esperar que la estructura de anillo no sufra ningún daño.

5.3.4.3.3 Justificación de los escantillones del sistema de fondeo de las jaulas

Resistencia hidrodinámica de la jaula

Para la obtención de las fuerzas que actúan sobre las jaulas supondremos que en algún instante la corriente marina puede llegar a tomar un valor de $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (según datos hidrodinámicos de la zona Ondarroa-Lekeitio) y que proviene de cualquier dirección.

La componente de mayor peso es la resistencia de la malla de red, y despreciamos la resistencia de los tubos frente a ésta.

Las redes están formadas por cabos de material sintético, 100% poliamida de color negro sin nudos. La malla será cuadrada de 80 mm, de lado con hilo de ref. 210/280.

Como la red a utilizar tiene una dimensión de 80 mm de lado de malla y un coeficiente de armado de 0,5, la malla tendrá las dimensiones que se observan en la siguiente figura 48.

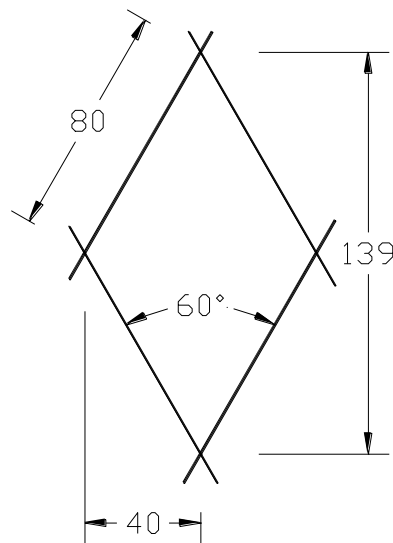


Figura 48. Dimensiones de malla para cálculo hidrodinámico.

Para la integración de toda la superficie de la red descomponemos ésta en paños: 18 paños verticales de red de 20,0 x 8,7 m

$$R_r = 8 \cdot a \cdot b \cdot V^2 \cdot \frac{d}{l} \cdot \sin \alpha = 206,3 \cdot \sin \alpha$$

Siendo R_r la resistencia de cada uno de los paños de red.

$a = 20,0$ m longitud vertical del paño.

$b = 8,70$ m longitud horizontal del paño

$d = 5$ mm Diámetro de los hilos de la red.

$l = 80$ mm Lado de la malla de la red.

$V = 1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Velocidad de la red en el agua (o del agua en la red).

Y sumamos la contribución de cada uno de los paños en la resistencia total de la jaula según la tabla 14.

Número de paño	Ángulo de ataque	Resistencia del paño	Fuerza por unidad de longitud, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$
1	90°	206,3	9,13
2	70°	193,9	3,38
3	50°	158,0	2,75
4	30°	103,2	1,80
5	10°	35,8	0,62
Resistencia de $\frac{1}{4}$ de jaula		697,2	
Resistencia de todos los paños de red		2.788,7	

Tabla 14. Tabla de resistencias de paño de red de jaula.

Para estimar de la resistencia de los paños del fondo, se admite un ángulo de ataque de 7,5 grados y un área de 1963,5 m^2 , por lo que la resistencia es de 304 kg.

La resistencia hidrodinámica total de una jaula con su paño de red y accesorios para una velocidad de corriente de $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ se estima en total (31.000 N).

Sistema de fijación de la jaula a los puntos de boya

Para evitar el desplazamiento de los anillos de sustentación, éstos se unen mediante estachas de polipropileno $\varnothing 56 \text{ mm}$ en número de 12, repartidos uniformemente sobre el perímetro de las anillas, de forma que a cada anilla de punto de boya acuden 3 estachas por jaula. Unión anilla cadena ancla, estacha polipropileno 56 mm peso 142 Kg/100 m carga de rotura 35.300 kg, módulo de elasticidad $85.000 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ y sección equivalente 107 mm^2 .

Para evitar el desplazamiento del fondo de la jaula, ésta se une mediante cabos de poliamida (PA) (diámetro de $\varnothing$ 6 mm) con una carga de rotura de 61.00 N, y módulo de elasticidad $E= 5.500 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$. La distribución de los cabos de fijación a los puntos de boya se observa en la Figura 49

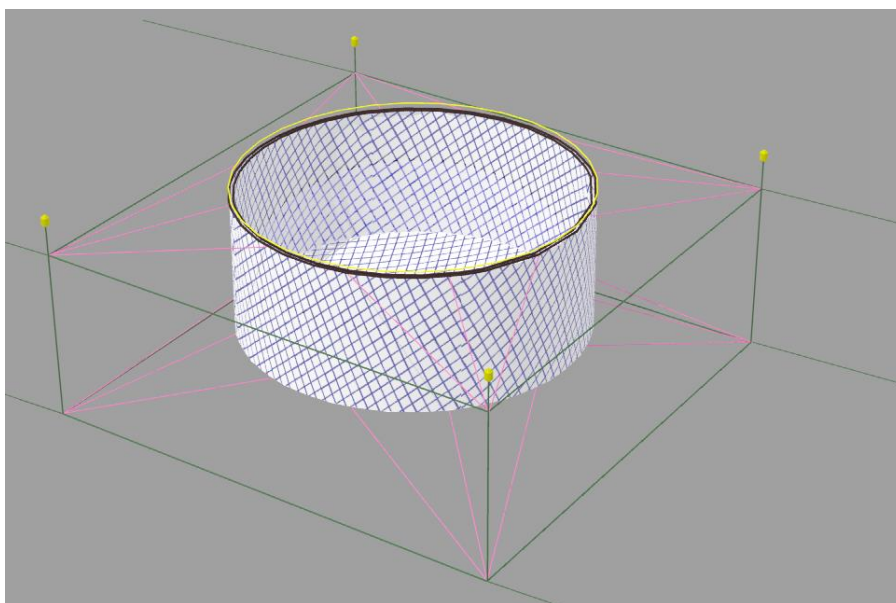


Figura 49. Sistema de fijación de jaula

Efectuado el estudio de las fuerzas actuantes, cuando existe una corriente de $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, el desplazamiento máximo es de 2.561 m en la dirección de la corriente.

Por otra parte las fuerzas soportadas por los cables se observan en la Figura 50.

Las tensiones máximas se producen en las estachas que unen la jaula con los puntos de boya llegando a tomar un valor máximo de $183 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$, es decir, una fuerza total 19.600 N por lo que el coeficiente de seguridad es de 4,4.

Las tensiones máximas en el cabo de poliamida que forma el anillo del fondo de la jaula es de $142 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$, al que le corresponde una fuerza máxima de 4.000 N, por lo que su coeficiente de seguridad es de 1,5; recomendándose duplicar los cabos en esta zona para aumentar el coeficiente de seguridad.

Unión anilla cadena ancla, estacha polipropileno 56 mm peso 142 Kg·100 m⁻¹
carga de rotura 35.300 kg módulo de elasticidad 85000 N·mm⁻² sección
equivalente 107 mm².

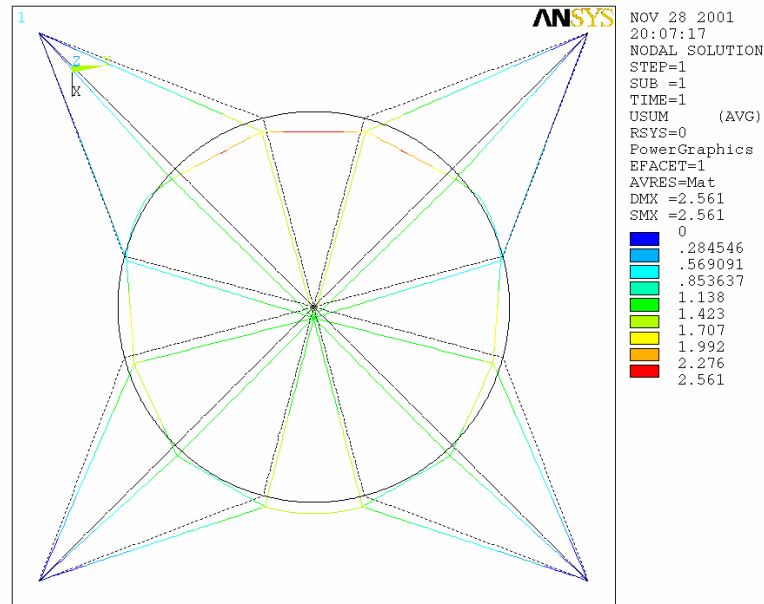


Figura 50.Desplazamientos en los cables de jaula

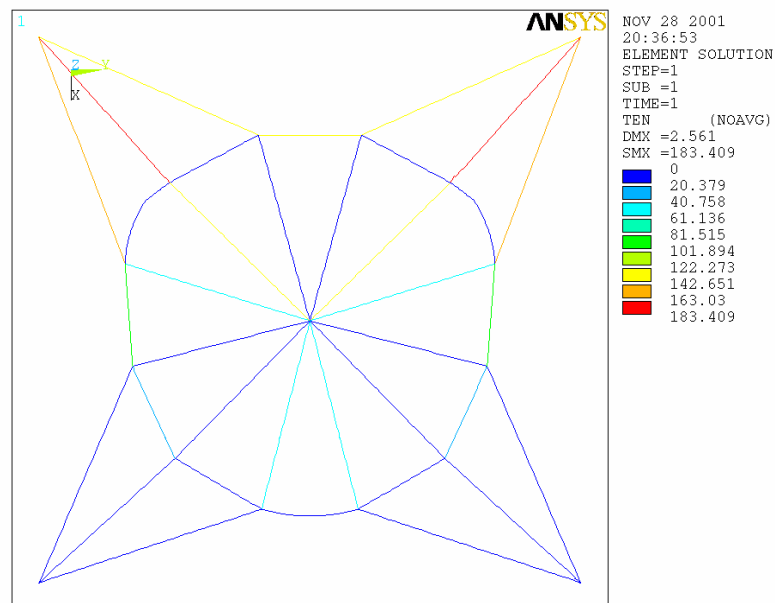


Figura 51. Tensiones en los cables de jaulas

Las fuerzas totales ejercidas sobre las anillas, para cada una de las jaulas, están reflejadas en la figura 52.

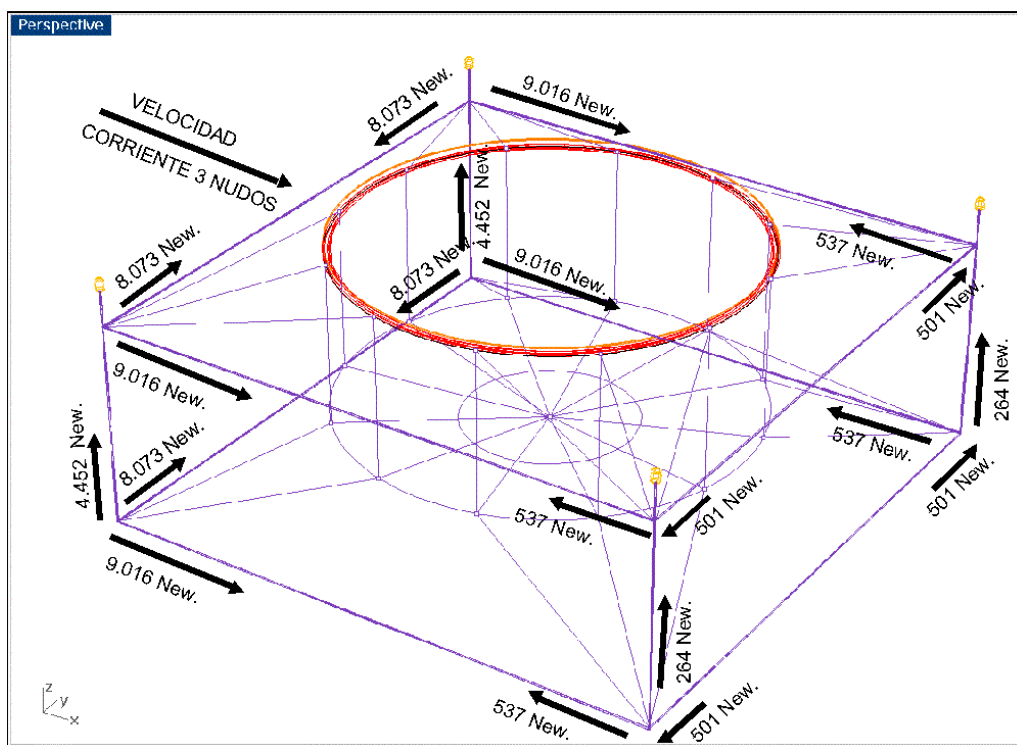


Figura 52. Descomposicion de fuerzas para corriente de 3 nudos ($1,2 \text{ m/s}^{-1}$ con margen)

Fuerzas hidrodinámicas del sistema

Las fuerzas máximas ejercidas por las jaulas sobre el sistema de retícula donde se amarran aparecen cuando actúa una corriente de $1,2 \text{ m/s}^{-1}$ en el sentido longitudinal.

Se admite un coeficiente de estela, relación entre las velocidades antes y después de pasar por la estructura de la jaulas, de 0,9 por lo que la velocidad en la posición de la segunda jaula es $1,07 \text{ m/s}^{-1}$. Y, como las fuerzas hidrodinámicas son función del cuadrado de la velocidad, las fuerzas totales ejercidas sobre cada una de las jaulas son:

Número de jaula ABATÚN	FUERZA N
1	33.920
2	31.261
3	28.810
4	26.551
FUERZA TOTAL	120.542

Sistema de unión entre anillas.

El esfuerzo máximo que se espera que soporte el cable que une las anillas tanto en su línea superior, como línea inferior es de 60.360 N. Se utiliza un cable acero Ø 26 mm forrado, 6x37+1, con un peso en el aire $2.300 \text{ g} \cdot \text{m}^{-1}$. carga de rotura 391.000 N módulo de elasticidad $2.05 \cdot 10^{11} \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$ Por lo que el coeficiente de seguridad utilizado es de 6,4.

Diseño del fondeo

(i.) Fuerzas en el fondeo

El fondeo del extremo deberá ser capaz de soportar una fuerza máxima de $241.419 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ repartido entre las cuatro anillas del extremo.

Al modelizar el fondeo simplificando por simetría, y al estudiar las fuerzas ejercidas sobre las cadenas se observa un valor máximo de 44.4684 N en la unión de la cadena con las estachas (Figura 53).

El desplazamiento vertical de la cadena no alcanza su extremo final, de forma que el sistema de sujeción al fondo no sufrirá esfuerzos verticales, por lo que no se espera que disminuya su capacidad de agarre (Figura 54).

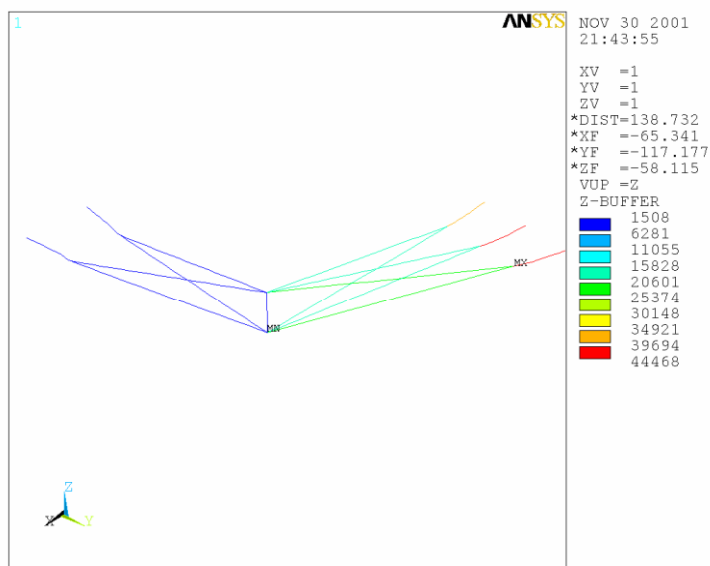


Figura 53. Fuerzas en los elementos

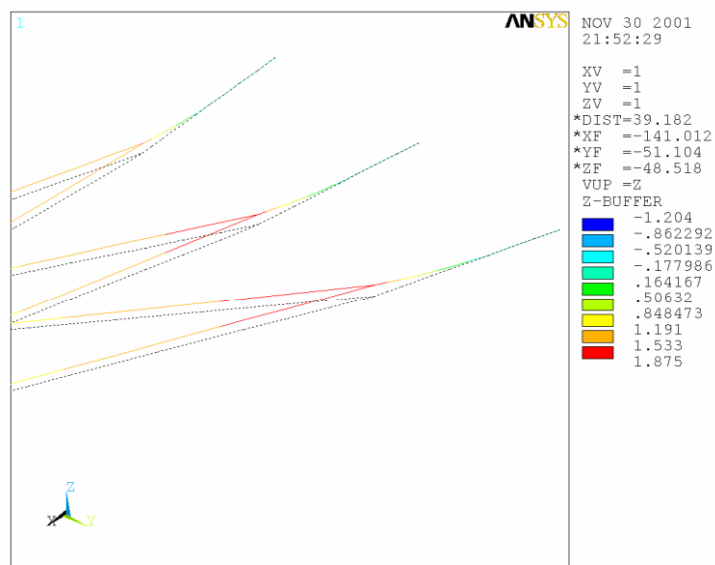


Figura 54. Desplazamiento cadenas

Las fuerzas resultantes, son las mostradas en el siguiente diagrama.

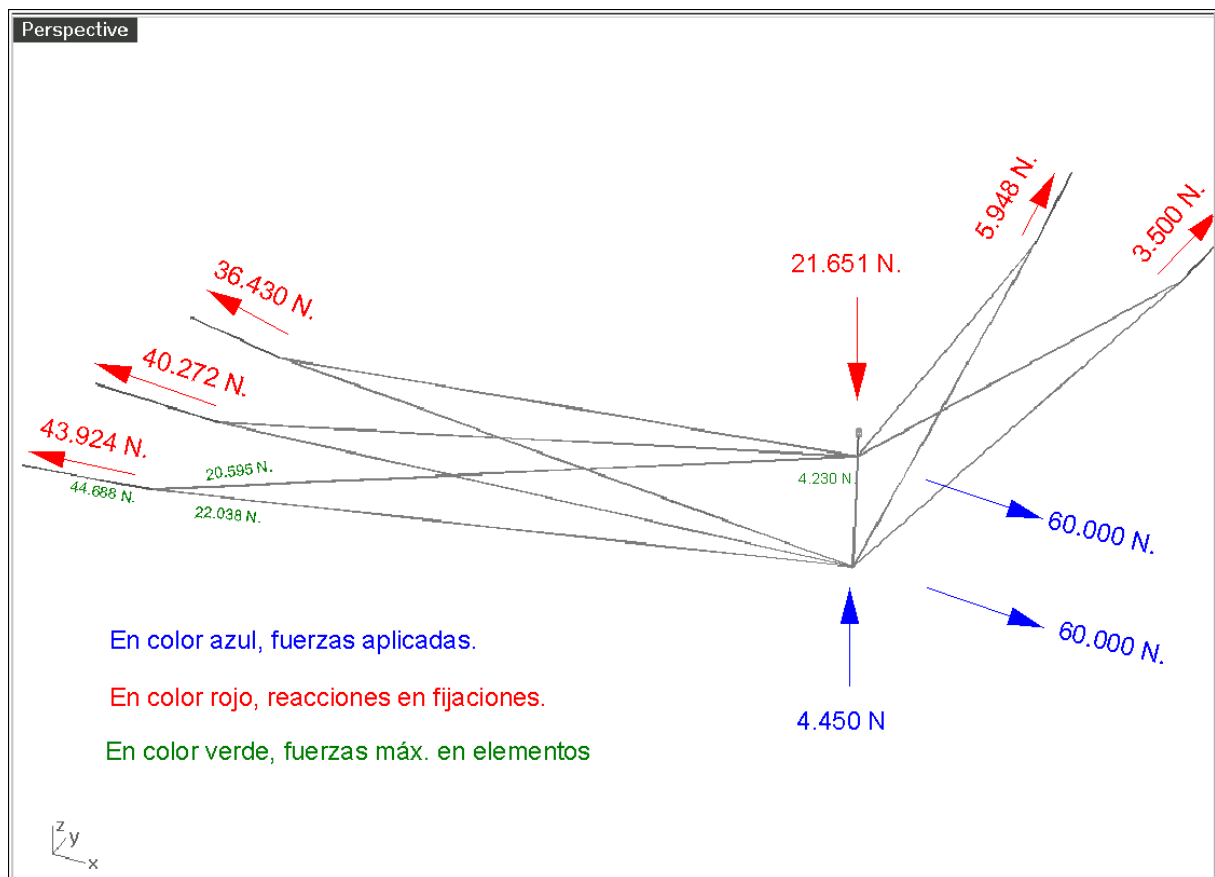


Figura 55. Fuerzas resultantes en el sistema de fondeo.

Con estos datos los coeficientes de seguridad en los elementos de amarre se muestran en la siguiente tabla:

ELEMENTO	FUERZA MÁXIMA (N)	CARGA DE ROTURA (N)	COEFICIENTE SEGURIDAD
Cadena Ø44 mm U2	44.500	1.080.000	24
Estacha Ø56 mm	23.000	353.000	15
Cable acero Ø26 mm	60.000	391.000	6

Tabla 15. Coeficientes de seguridad en cadenas, cables y estachas de fondeo.

La boya está, sometida a una fuerza vertical de 22.000 N, que tiende a sumergirla, por lo que es necesario, en caso de temporal, que se dispongan dos boyas de 1.300 litros y flotabilidad 1.100 litros.

Para el estudio de las fuerzas en el fondeo transversal, sirven los mismos cálculos anteriores, sustituyendo las fuerzas aplicadas por los valores de 20.000 N. en cada anilla de boya, es decir la tercera parte de las aplicadas en el caso estudiado anteriormente, por tanto las fuerzas ejercidas en los punto de fondeo tendrán por tanto un valor de la tercera parte de los resultados anteriores 15.000 N.

(ii.) Definición del fondeo

Para la definición del fondeo longitudinal suponemos una fuerza de máxima de 45.000 N, sin existir, fuerzas verticales que disminuyan la efectividad del mismo y el tipo de fondo, siendo este de arenas fangosas.

$$H_M = H_R \cdot \left(\frac{W_A}{W_B} \right)^b$$

Donde,

W_A = 500 kg peso del ancla en el aire.

W_R = 4536 kg, valor de referencia.

b = 0,92 según MIL-HDBK-1026/4^a

H_R = 618 kN. para anclas tipo Flipper-Delta.

H_M = 81,2 kN

Se utilizan anclas del tipo “Flipper-Delta” (o similar) con un peso en el aire de 500 kg siendo el coeficiente de seguridad de 2.

Para el fondeo transversal, suponemos una fuerza máxima de 15.000 N sin existir fuerzas verticales que disminuyan la efectividad del mismo y el tipo de fondo, siendo éste de arenas fangosas.

$$H_M = H_R \cdot \left(\frac{W_A}{W_B} \right)^b$$

Donde,

W_A = 550 kg peso del ancla en el aire.

W_R = 4536 kg, valor de referencia.

b = 0,92 según MIL-HDBK-1026/4^a

H_R = 205 kN. para anclas tipo Almirantazgo.

H_M = 29,5 kN

Se utilizan anclas del tipo “Almirantazgo” o similar con un peso en el aire de 550 kg siendo el coeficiente de seguridad de 2,0. También se usarán, alternando con las anclas, muertos de hormigón armado de 5 Tm de peso en el aire.

5.3.4.3.4 Justificación del sistema de balizamiento necesario

El sistema de balizamiento aplicable es el de la Asociación Internacional de Señalización Marítima (A.I.S.M.) en su apartado 1.1.3 “Otras configuraciones importantes para el navegante”; los tipos de marcas son los definidos en apartado 1.2.5, “marcas especiales” cuyo objetivo principal no es ayudar a la navegación, sino indicar zonas o configuraciones a las que se hace referencia en las publicaciones náuticas.

Las marcas especiales que balizan la zona serán:

COLOR	Amarillo
FORMA	Cilíndrica
MARCA DE TOPE	Un aspa amarilla
LUZ	Amarilla
RITMO	Grupo de destellos
ALCANCE	Tres millas

La situación de las boyas que señalizan los límites de la concesión son las coordenadas que se correspondan con los vértices del emplazamiento definitivo escogido (a priori entre Ondarroa y Lekeitio).

Descripción de las boyas de balizamiento

Cuerpo de flotación de polietileno rotomoldeado de color amarillo relleno de espuma de poliuretano. Dimensiones de la boya: forma cilíndrica de 1.650 mm de alto y 1.100 mm, de diámetro terminada en sus extremos con dos troncos de conos de 300 mm de altura y 400 mm de diámetro en su extremo. En la parte inferior se le añade un tubo de acero de 3.000 mm de longitud 165 mm de diámetro, lastrado en su parte inferior con 130 kg y en la parte superior se le añaden la caja de las baterías y conexiones eléctricas, tubo de acero soporte de las placas solares, luz y cruz de San Andrés, con una longitud total de 7.950 mm estando la luz situadas a 7.000 mm del punto inferior.

Cuerpo de flotación con diámetro máximo de 1100 mm, peso (sin lastre) 473 kg altura sobre el nivel del mar de la luz, 3,80 m linterna eléctrica provista de lente de policarbonato de color ámbar con equipo regulador de intermitencias y con interruptor crepuscular de encendido, batería marina sin mercurio ni plomo de 12V 85 A. , Cruz de San Andrés en aluminio marino pintado de amarillo, lámpara de doble filamento, que cambiará automáticamente al fundirse el principal.

Flotabilidad y fondeo de las boyas de balizamiento

El peso total de la boya con sus accesorios pero sin la cadena de fondeo, es de 587 kg con su centro de gravedad situado a 3.125 mm sobre la parte inferior y el centro de carena a 3.376 mm estando la flotación situadas a 3.838 mm sobre la parte inferior, por lo que el GM tiene un valor de 0,3776 m; dando una estabilidad positiva a la boya sin la cadena de fondeo.

Para el fondeo a 45 metros, se adopta un muerto de hormigón con un peso en el aire de 3,5 Tm A este peso se une un largo (27,5 m) de cadena de Ø 32 mm y 46 m de cadena de Ø 22 mm.

En la posición de equilibrio se, supone un peso añadido (cadena sumergida) de 400 kg con su centro de gravedad situado a 23 m por debajo del punto inferior de la boya.

Para el nuevo desplazamiento de 987 kg la nueva flotación de equilibrio se encuentra a 380 mm por encima de la anterior, es decir 4.218 mm sobre la parte inferior, con su centro de carena a 3.640 mm sobre la parte inferior de la boya y su nuevo centro de gravedad a 1.859 mm por lo que el nuevo GM es de 1.856 m estando la luz situada a 2.782 mm sobre la flotación de equilibrio.

Determinación de baterías y placas solares

Para su cálculo supondremos un ritmo de luz, por indicación del Instituto Hidrográfico de la Marina, Gp.D.(5) A. 15S, al que le corresponden las fases de luz / oscuridad:

$$4 \cdot (0,5+1,5)+0,5+6,5=15 \text{ seg}$$

El tiempo total de cada ciclo son 15 seg de los cuales está consumiendo energía durante 2,5 seg.

Para un funcionamiento de 13 horas durante un día el consumo de la bombilla y su regulador es de:

$$C_{\text{total}} = 1/6 \cdot 13 \cdot 10 + 0,01 \cdot 13 \cdot 12 = 23,2 \text{ Watios} \cdot \text{dia}^{-1}$$

Con una placa solar de 12V. y 20 W. con un rendimiento medio del 70%, se obtienen 14 W · h⁻¹ que suponiendo una iluminación diaria de 8 horas se obtienen 112 W al día, como se instalan dos placas solares la producción diaria de energía es de 224 W muy superior al consumo en el mismo periodo de tiempo.

Para el supuesto que las placas solares dejaran de funcionar se dispone de una batería de 12V 85 Ah. Como el regulador desconecta cuando la tensión cae a 9 V. La energía disponible es de 255 W por lo que se dispone de energía para 11 días.

Alcance luminoso de las luces

Para la determinación del alcance luminoso de las luces se utiliza la tabla convencional de alcance luminoso donde, entrando con la intensidad efectiva de la luz en candelas, nos su alcance en función del factor de oscuridad.

Para una linterna tipo ES 155 CRP color ámbar, intensidad estacionaria de la linterna según el fabricante con una lámpara de 10 W. es de 156 cand.

Intensidad efectiva de la luz,

$$I_e = \frac{I_0 \cdot t}{a + t} = \frac{156 \cdot 0,5}{0,2 + 0,5} = 111$$

siendo,

$I_0 = 156$ cand. Intensidad de pico de la luz

$t = 0,5$ duración del destello en seg.

$a = 0,2$ para destellos producidos por conmutación por la noche.

Por lo que su alcance es de 5,6 a 7,1 millas marinas superior al mínimo especificado.

Efecto del viento sobre la boya

Para la determinación del efecto del viento sobre la estabilidad de la boya se calcula el área proyectada expuesta al viento y la posición de su centro de gravedad, siendo estos respectivamente de 1,66 m² y su c.d.g. a 2,683 m sobre la flotación.

Para vientos de fuerza 7 en la escala de Beaufort con rachas de 62 km hora⁻¹ velocidad media de 15,6 m·seg⁻¹ en régimen medio 25-40 nudos (*), la presión máxima del viento es de 19,0 kg·m⁻², el momento escorante viene dado por,

$$M_e = S \cdot d \cdot P \cdot \cos^2 \theta \text{ [kg·m]}$$

siendo,

$S = 1,66 \text{ m}^2$ el área expuesta a la acción del viento

$P = 19,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ presión del viento sobre la boya.

$d = 3,261 \text{ m}$ distancia entre el centro de deriva y el centro de presiones.

$M = 102,85 \cdot \cos^2 \theta$

Y en el equilibrio, el ángulo de escora viene dado por:

$$\tan \theta = \frac{M_e}{\Delta \cdot GM_t},$$

siendo la posición de equilibrio de 3,2 grados.

Y, para esta inclinación la posición la altura de la luz sobre el horizonte es de $H = 2782 \cos 3,2 = 2777 \text{ mm}$ sobre el horizonte.

(*) Sin embargo este calculo queda sujeto a consideración de si habría que considera $47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($170 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) como velocidad referencia para periodo de retorno 25 años en la zona de Ondarroa-Lekeitio.

Alcance de la luz boya escorada

El alcance se determina según la expresión,

$$D = 2,08 \cdot (\sqrt{h} + \sqrt{H})$$

siendo,

$h = 0,6 \text{ m}$ altura del ojo del observador sobre el horizonte supuesto en un bote.

$H = 2,77 \text{ m}$ altura de la luz de la boya

$D = 5,07 \text{ m}$

Por lo que el alcance supera la luminosidad de la luz de la boya y es superior a 3 millas.

5.3.5 Análisis preliminar de viabilidad económica

5.3.5.1 Introducción al planteamiento de partida

La flota de cerco – cebo vivo del País Vasco dispone de una **cuota de atún rojo** de aproximadamente 400 toneladas anuales. Son aproximadamente 40 buques los que se dedican a la captura de atún rojo con cebo vivo. Esta especie tiene un importante valor comercial alcanzando un precio medio en su primera venta de aproximadamente 6 euros/kilogramo. Sin embargo, en los años 2012 y 2013 éstos buques han vendido parte o la totalidad de su cuota a las granjas de engorde del mediterráneo. El precio que los arrantzales vascos han obtenido por la venta de su cuota de atún rojo ha superado los 10 euros por kilogramo.

El cultivo de atún rojo se trata de **aumentar el contenido graso** de su carne a base de suministrar alimento natural durante un tiempo determinado a los atúnes estabulados. Las principales ventajas del cultivo de atún rojo son su rápido crecimiento, su gran valor en el mercado y una excelente relación entre lo que se aprovecha y lo que no del pez completo (casi un 80%) (Belmonte A., F. de la Gándara, 2008). Sin embargo la actividad actual de engorde de atún está basada en los altos precios que este producto alcanza en el mercado japonés u otros (Taiwan, Korea, oportunidades USA ó Europa)

Dada la cuota perteneciente a la flota del País Vasco y el precio que alcanza el atún rojo de engorde a nivel mundial, el planteamiento inicial es que sea la propia flota de cebo vivo la que explote el negocio del engorde de atún. En concreto, se realiza un análisis preliminar de la **viabilidad económica** de lo que sería una empresa paralela y conformada por miembros del propio sector pesquero (aunque diferenciada de la propia actividad pesquera). El presente estudio se analizan todos los costes e ingresos que se obtendrían de la actividad, así como los riesgos a afrontar para la ejecución de esta actividad de acuicultura marina.

5.3.5.1 Escenarios

El objetivo principal es analizar la rentabilidad de la producción de atún rojo en jaulas de engorde en el País Vasco, bajo varios “escenarios teóricos”. Los escenarios contemplados son:

Escenario 1: 100 Tm de atún vendidas a precio 10€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 2: 100 Tm de atún vendidas a precio 10€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Escenario 3: 100 Tm de atún vendidas a precio 14€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 4: 100 Tm de atún vendidas a precio 14€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Escenario 5: 100 Tm de atún vendidas a precio 18€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 6: 100 Tm de atún vendidas a precio 18€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Escenario 7: 400 Tm de atún vendidas a precio 10€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 8: 400 Tm de atún vendidas a precio 10€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Escenario 9: 400 Tm de atún vendidas a precio 14€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 10: 400 Tm de atún vendidas a precio 14€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Escenario 11: 400 Tm de atún vendidas a precio 18€/kg con gasto de 1 €/kg carnada

Escenario 12: 400 Tm de atún vendidas a precio 18€/kg con gasto de 1,5 €/kg carnada

Los escenarios se analizan a su vez con dos niveles de percentil 25 y 75% que responden a la incertidumbre asociada.

5.3.5.1 Fuente de asunciones, modelo, indicadores y riesgos

Las asunciones que se utilizan para la realización del presente análisis económico provienen de diversas **fuentes**:

- Datos biológicos y zootécnicos desarrollados en las secciones anteriores del presente documento.

- Información consultada a expertos de acuicultura y pesca: Txema Galaz (Etxebarstar) y Eugenio Elduayen/Norberto Emezabel (Cofradía de Hondarribia)
- Empresas proveedoras de servicios, materiales e instalaciones de acuicultura.
- Vigilancia de mercado y precios de BD AZTI.
- Datos económicos de la literatura pesquera y de las BD de AZTI.

El **modelo** se desarrolla en el programa estadístico R (<http://www.r-project.org/>), y se condiciona a través de ficheros .csv. Con este modelo se realiza un análisis preliminar la viabilidad económica del engorde de atún rojo en el País Vasco. En el modelo existen datos que no son exactamente conocidos, y estos datos se introducen como variables aleatorias, con distribución normal (con media igual al promedio estimado, y con una varianza que en puede aumentar o no a lo largo del horizonte temporal considerado, dependiendo de la variable en sí). El horizonte temporal considerado es de 10 años. El modelo se divide en tres componentes: Producción - ingresos, inversión inicial - costes, e indicadores. Se describen a continuación cada uno de estos componentes.

Producción-Ingreso: La producción se refiere a las toneladas de atún rojo que se producirán y se venderán. De la producción obtenida en las jaulas, se comercializa 80% ya que estos mercados trabajan con pescado procesado en DRW (Dress Weight, es decir, sin cabeza, sin tripa y sin aletas); por lo que se considera un 20% de pérdida en DRW. Esta producción final multiplicada por el precio, serán los ingresos. En este estudio se tienen en cuenta dos niveles de producción final: 100 y 400 tn de manera anual. El precio a considerar, dado que existe incertidumbre sobre la calidad que alcanzarían los atunes así como el mercado y su tamaño, es de 10, 14 y 18 euros el kilogramo.

Inversión inicial: Desembolso de recursos financieros para adquirir bienes concretos duraderos o instrumentos de producción como los bienes de equipo, y que la empresa utilizará durante varios años para cumplir su objeto. La inversión inicial dependerá del nivel de producción que se pretenda llevar a cabo, dado que la inversión inicial para 100 toneladas de atún rojo no es la misma que para 400. La inversión inicial se refiere a aquella referida a las jaulas y engorde de atún y a

aquellas inversiones que deben realizar los buques para acondicionar su operativa a la captura de atún.

Costes: Los costes se pueden clasificar en costes fijos y costes variables. Los costes fijos son aquellos costes que no varían en función de la producción, y sin embargo son necesarios para el desarrollo de la actividad. Los costes variables son aquellos que varían en función de la producción. Dentro de los costes también se consideran los costes de personal que se refieren tanto a los sueldos y salarios como a la seguridad social.

Los **indicadores** que se calculan han tratado de ser lo más simple posibles. EBITDA: beneficio antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones; EBIT ó BAI: beneficio antes de intereses e impuestos; y COSTE UNITARIO: Coste por kilogramo de atún rojo.

El engorde de atún rojo en el País Vasco es una actividad nueva, por lo que tanto las capturas de atún rojo, su engorde, sus costes y su inversión son valores estimados con riesgo. A tal fin, el modelo ha considerado incertidumbre y riesgo.

Uno de los mayores **riesgos** es que el precio que alcance el atún rojo no sea el suficiente para que la actividad sea rentable, o que se infra-estimen los costes. Por ello, se han introducido incertidumbre en los costes, y se han realizado simulaciones con varios precios.

Adicionalmente, la probabilidad de que las jaulas de engorde se rompan, se estima en aproximadamente un 5% (Txema Galaz, per.comm). A su vez, este riesgo se ha incluido en el modelo en términos de una disminución de la producción del 20% en el 5% de las simulaciones.

5.3.5.2 Asunciones técnicas

Se han considerado las siguientes asunciones preliminares:

Captura

- Distancia de captura de túnidos: A 100millas de la costa vasca
- Epoca de captura: Agosto (aunque, entre Julio y Septiembre)
- Tamaño promedio de las captura: 25-40Kg/individuo de atún
- Precio cuota BFT: 11 euros/kg ó Precio semilla BFT: 5.66 euros/kg(*)
- Logística de captura. Contratación de 4 buques franceses y 2 remolcadores durante 30 días para la captura del atún rojo (máximo)
- Servicios de Observadores de ICCAT: Según precios del presente estudio

(*) El precio de la semilla estará sujeto al volumen de captura y al TAC. La previsión es que el TAC del atún rojo aumente, lo que seguramente puede conlleva a un descenso del precio de semilla de atún del País Vasco.

Engorde

- Escenario producción: 100 y 400 Tm
- Densidad de cultivo: 2,6 kg/m³
- Alimentación diaria: 3% de la biomasa total.
- Tipo de alimentación: verdel (mayormente) a 1-1,5€/kg
- Instalación: 4 jaulas (en combinaciones de 50 y/o 90 dim. y repuestos)
- Duración del engorde/engrase: 2,5 meses
- Pérdida productiva en la matanza de: 5% de costes fijos

- Pérdida por procesado en DRW: 20% de costes fijos
- Tasa de descuento: 5%
- Servicios de observadores de ICCAT: Según precios del presente estudio
- Riesgo asociado (ruptura de jaula o perdidas): 5% de costes fijos.
- Personal fijo: 1 Director de Produccion y logística, 4-6 buceadores, 3 marineros.
- Embarcación auxiliar: 1

Comercialización

- Precio venta final BFT: 10, 14 y 18 euros/kg
- Tamaño de venta: de 30 a 50 kg.
- Tipo de producto: Fresco ó Congelado (eviscerado en ambos casos). Se asumen las comisiones del 33% sobre precio origen para nichos de mercado fresco.
- Calidad de producto: Se asume que cumpliría los standares sobre nivel de grasa, forma, aspecto y color.
- Servicios de observadores de ICCAT: Según precios del presente estudio.
- Personal Temporal: 1 Coordinador de Ventas, 3 operarios de nave (cosechas) y 1 administrativo

5.3.5.3 Resultados de inversión, distribución de costes y punto de equilibrio

5.3.5.3.1 Inversión

En las tablas 16 y 17 se muestran las necesidades de inversión (equipamientos).

No se incluye el coste de una red de pesca (200.000€, aproximadamente) hasta aclarar los asuntos normativos y legales de su uso en el Cantábrico (en cualquier caso, debería de ser incluida).

Concepto 100T	Número	Precio (€)	Total (€)
Jaula	1 transp + 1 engorde 50	237.945	1.077.645
Embarcación	1	16.000	16.000
Motor	1	6.500	6.500
Cabullería - varios	-	8.000	8.000
Total inversión inicial			324.818

Tabla 16. Inversión para producción de 100Tm

Concepto 400T	Número	Precio (€)	Total (€)
Red	1 de engorde de 50 dim	217.605	1.077.645
	1 transp + 1 engorde 50 dim	237.945	
		384.150	
	1 de 90 dim		
Embarcación	2	16 000	32000
Motor	2	6500	13000
Cabullería - varios	-	8000	8000
Total inversión inicial			1.368.080

Tabla 17. Inversión para producción de 400Tm

5.3.5.3.2 Gasto operativo fijo y variable

En las tablas 18 y 19 se muestran los costes fijos y variables interpretados. Las partidas y costes son estimaciones promedio.

Concepto 100T	Número	Precio (€)	Total (€)
Mantenimiento	Anual	90.000	90.000
Arte matanza	1	4.800	4.800
Nave	1	1.600	1.600
Otros (seguros, canon...)	1	5% s/inversión inicial + canon de ocupación	18.976
Costes Fijos			115.376
Buques captura	2 buques/15 días	5.000 buque/día	150.000
Remolcador	1 remolcador/15 días	8.000 remolcador/día	120.000
Observadores (buque y jaula)	15 días en la mar, 20 días en jaula + formación observador		16.900
Comercialización – Valor medio	33% de las ventas	Según ventas	344.949
Carnada	320.000 kg	1 ó 1.4	~396.074
Semilla BFT	100 tn	7.79 (5.66 y 11 euros/kg s/año)	779.600
Costes Variables			1.807.523
Sueldos y salarios			85.520

Tabla 18. Costes fijos, variables y salario para 100Tm

Concepto 400T	Número	Precio (€)	Total (€)
Mantenimiento	Anual		108.000
Arte matanza	1	4.800	4.800
Nave	1	3.000	3.000
Otros (seguros, canon...)	1	5% s/inversión inicial + canon de ocupación	79.348
Costes Fijos			195.148
Buques captura	4 buques/40 días	5.000 buque/día	800.000
Remolcador	2 remolcador/40 días	8.000 remolcador/día	640.000
Observadores (buque y jaula)	40 días en la mar 20 días en jaula + formación observador		23.400
Comercialización – Valor medio	33% de las ventas	Según ventas	1.450.471
Carnada	1.274.000 kg	1 ó 1.4	1.610.251
Semilla BFT	400 tn	7.79 (5.66 y 11 euros/kg s/año)	3.118.400
Costes Fijos			195.148
Sueldos y salarios			99.560

Tabla 19. Costes fijos, variables y salarios para 400Tm

En la tabla 20 se presenta una síntesis de las principales variables de gasto. En el modelo de rentabilidad se ha considerado variabilidad para interpretar la incertidumbre ligada a aspectos que no se pueden predecir con exactitud hasta un nivel mas avanzado en cuanto a definición del negocio. Dicha variabilidad interpreta

variaciones importantes (despliegue de subcontratas para captura de atunes, precio de semilla de atún, precio de la carnada obtenido en mercado, etc) etc) entre escenarios y partidas.

Escenario	100Tm	400Tm
Inversión inicial	238.771€ : 413.403 €	961.566 € : 1.604.536 €
Costes fijos	86.758 € : 143.276 €	144.150 € : 242.887 €
Costes variables	1.069.722 € : 2.907.951 €	4.140.080 € : 12.597.049 €
Sueldos y salarios	68.842 € : 104.189 €	80.549 € : 124.107 €

Tabla 20. Síntesis de inversión, costes y salarios por escenario e producción.

5.3.5.3.3 Distribución de costes

En las figuras 56 y 57 se muestra la distribución de costes fijos y variables asociados a la cuenta de resultados previsional.

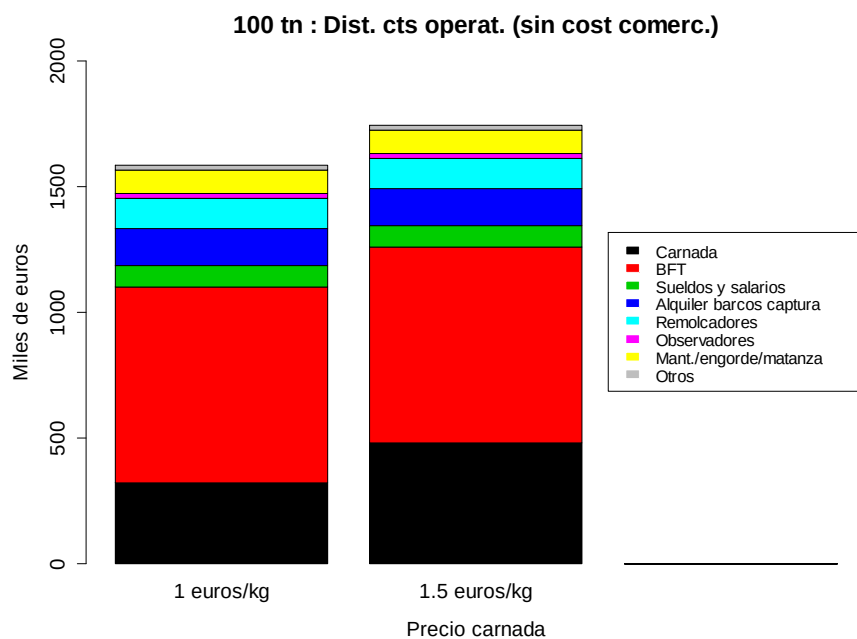


Figura 56. Distribución de costes 100Tm

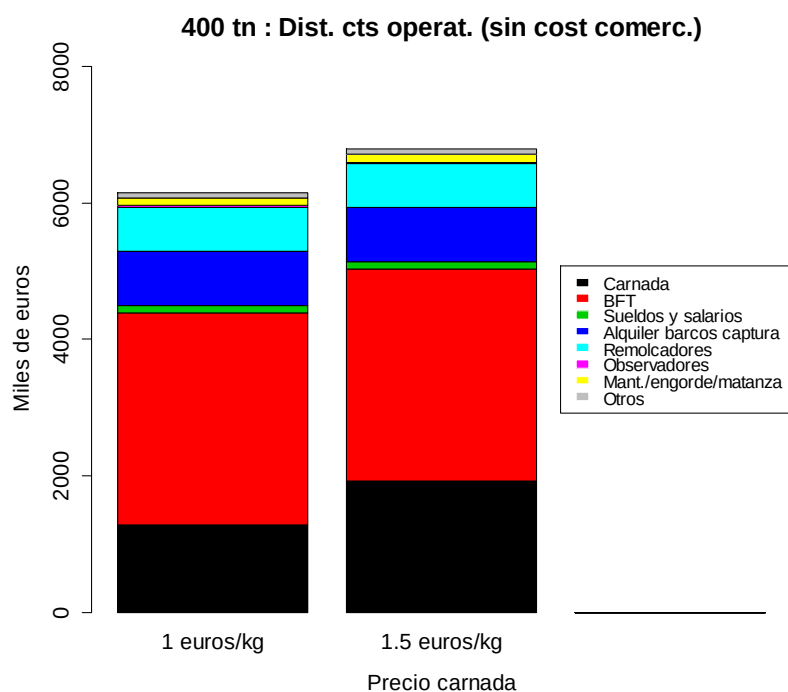


Figura 57. Distribución de costes 400Tm

Los costes más importantes son los costes de semilla de atún rojo (BFT), los costes de carnada, remolcadores y barcos. Los costes de comercialización también son importantes, aunque en estas figuras no están representados, supondrían el 33% del importe de las ventas finales (para mercado fresco).

5.3.5.3.4 Estimación cuenta de resultados

Considerando que el tamaño del atún capturado y engordado entrará en la categoría de 25 – 60 kg (ya que solo se engordaría durante 2 meses), los resultados de todos los escenarios analizados (Tabla 21) serían negativos. El %EBITDA/Ingresos estimado se sitúa en un rango entre – 34% y -126% dependiendo de cada escenario. El negocio no es económicamente viable.

Los resultados de todos los escenarios analizados son negativos, tanto para la producción de 100 tn como para 400 tn. El precio de venta se ha considerado de 10 a 18 euros, sin embargo el coste de producción unitario (en base a las asunciones consideradas) es mayor, y saldría entre 20 y 29 euros/kg.

Escenarios	Cuantiles	Precio_Venta (euros)	Producción (toneladas)	Ingresos (Euros)	Costes_variables_Directos (euros)	MBE (euros)	Costes_Fijos_directos (euros)	Amort (euros)	EBITDA (euros)	EBIT (euros)	Coste_Unitario (euros)	Ebitda / Ingresos
Escenario 1	25%	10	72849	561.550	1.453.362	-891.812	107.779	294.089	-595.242	-686.840	21	-106%
	75%	10	76893	591.875	1.491.876	-900.001	122.957	342.295	-563.217	-653.622	21	-95%
Escenario 2	25%	10	72849	561.550	1.610.319	-1.048.769	107.779	294.089	-705.314	-805.293	24	-126%
	75%	10	76893	591.875	1.652.789	-1.060.914	122.957	342.295	-675.652	-775.703	23	-114%
Escenario 3	25%	14	72849	786.171	1.453.362	-667.192	107.779	294.089	-389.819	-462.592	21	-50%
	75%	14	76893	828.625	1.491.876	-663.251	122.957	342.295	-348.940	-417.148	21	-42%
Escenario 4	25%	14	72849	786.171	1.610.319	-824.148	107.779	294.089	-497.013	-581.712	24	-63%
	75%	14	76893	828.625	1.652.789	-824.164	122.957	342.295	-462.915	-542.141	23	-56%
Escenario 5	25%	18	72849	1.010.791	1.874.366	-863.576	107.779	294.089	-507.921	-589.167	27	-50%
	75%	18	76893	1.065.375	1.963.828	-898.453	122.957	342.295	-444.596	-520.941	27	-42%
Escenario 6	25%	18	72849	1.010.791	2.032.253	-1.021.462	107.779	294.089	-618.610	-712.494	29	-61%
	75%	18	76893	1.065.375	2.129.488	-1.064.113	122.957	342.295	-557.485	-645.483	29	-52%
Escenario 7	25%	10	281610	2.181.047	5.822.913	-3.641.866	183.004	1.297.241	-2.261.144	-2.618.729	21	-104%
	75%	10	314631	2.436.108	6.065.940	-3.629.832	207.994	1.496.295	-2.077.973	-2.419.774	20	-85%
Escenario 8	25%	10	281610	2.181.047	6.435.834	-4.254.787	183.004	1.297.241	-2.678.558	-3.085.030	24	-123%
	75%	10	314631	2.436.108	6.714.134	-4.278.026	207.994	1.496.295	-2.532.052	-2.918.487	22	-104%
Escenario 9	25%	14	281610	3.053.466	5.822.913	-2.769.447	183.004	1.297.241	-1.456.591	-1.737.544	21	-48%
	75%	14	314631	3.410.551	6.065.940	-2.655.389	207.994	1.496.295	-1.220.106	-1.471.272	20	-36%
Escenario 10	25%	14	281610	3.053.466	6.435.834	-3.382.368	183.004	1.297.241	-1.883.046	-2.207.336	24	-62%
	75%	14	314631	3.410.551	6.714.134	-3.303.583	207.994	1.496.295	-1.678.215	-1.969.912	22	-49%
Escenario 11	25%	18	281610	3.925.885	7.408.246	-3.482.362	183.004	1.297.241	-1.982.632	-2.308.453	27	-51%
	75%	18	314631	4.384.994	8.008.174	-3.623.180	207.994	1.496.295	-1.501.892	-1.795.458	26	-34%
Escenario 12	25%	18	281610	3.925.885	7.979.238	-4.053.353	183.004	1.297.241	-2.386.770	-2.759.464	29	-61%
	75%	18	314631	4.384.994	8.634.188	-4.249.194	207.994	1.496.295	-1.906.387	-2.234.630	28	-43%

Tabla 21. Estimación de la cuenta de resultados previsional

5.3.5.3.5 *Análisis del Punto de Equilibrio*

En términos de producción, aún aumentando la producción con la misma inversión inicial, no se alcanzaría el punto muerto considerando precios propuestos. Esto se debe a que suma de los costes en carnada, semilla de atún rojo y comercialización superaran los 18 euros/kg, que es el precio máximo que se espera obtener por la venta de atún. Estos costes aumentan en la misma proporción que la producción, por lo que el coste marginal de estas partidas no disminuye ante aumentos en la producción (Figura 58).

En términos de precio, para alcanzar un EBITDA próximo a 0 el precio de venta del atún rojo debería alcanzar los 30 - 38 €/kg (dependiendo del escenario). Es improbable alcanzar este precio dado el tamaño/abundancia de los atúnes que la flota de la CAE puede disponer.

Aún igualando el precio del verdel a 0, los resultados aunque mejorarían, no resultarían positivos. Por lo que se precisa de una combinación de disminución del precio de la semilla de atún rojo y precio del verdel para obtener resultados positivos.

Si el precio del verdel es 0.4 euros/kg y la semilla de atún rojo a 4 euros/kg, se obtendrían EBITDA ~ 0 en el 3 de los 12 escenarios analizados.

Manteniendo el precio de verdel en 1 y 1.5 €/kg, el precio de la semilla de atún tendría que disminuir a 2 €/kg para que 2 de los 12 escenarios analizados presenten EBITDA ~ 0.

En términos generales, la aproximación al punto de equilibrio pasarían por: aumentar el tamaño de venta de los individuos (por encima de 70kg), alargar el tiempo del engorde (a dos años), disminuir el precio de la carnada utilizada como alimento (por debajo de 1€) y negociar a la baja el precio de la semilla de atún con los socios consumidores del negocio (sector pequeño), principalmente. Otros asuntos, podrían ser abaratamiento de logística de captura mediante negociación de contratos específicos y/o subvenciones (no consideradas en el presente estudio). Los datos/asunciones utilizados en el presente estudio han sido conservadores.

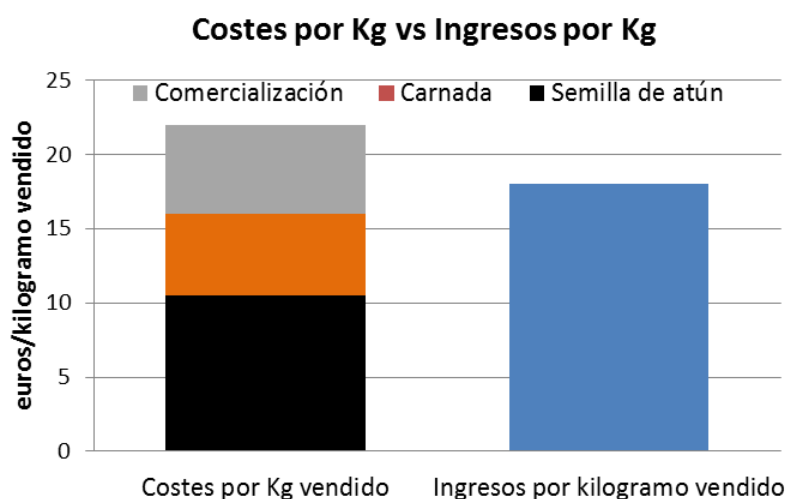


Figura 58. Costes por kg vs. ingreso por kilogramo de atún

5.3.5.3.1 Conclusiones económicas

En base a las asunciones tomadas en el presente estudio, el engorde de atún rojo (*Thunnus thynnus*) no parece económicamente viable, presentando riesgos asociados al desproporcionado coste variable (en algunos casos 2-3 veces superior) en comparación al coste fijo y a las inversiones.

Los ingresos no son capaces de cubrir los costes operativos del negocio y los costes más importantes son la compra de atún rojo, la compra de carnada y el alquiler de los barcos y remolcadores para la captura de atún.

La inversión inicial no se recuperaría ni en un plazo de 10 años, no tanto por el valor de la inversión en sí como por el diferencial entre costes operativos e ingresos. Por último, el precio que tendría que alcanzar el atún rojo sería de entre 30 y 38 euros/kilogramo dependiendo del escenario.

Los resultados quedan sujetos al nivel de precaución con el cual se han realizado las estimaciones. En términos generales, la aproximación al producto mínimo viable pasaría quizás por: aumentar el peso de venta de los individuos (por encima de los 70kg/individuo), ó alargar el tiempo del engorde (a dos años), ó disminuir el precio de la carnada utilizada como alimento (por debajo de 1€) y negociar a la baja el precio de la semilla de atún con los socios consumidores del

negocio (es decir, el sector pequeño). Cada uno de ellos habría que evaluarlo por separado. Otros asuntos de mejora de la rentabilidad, podrían estar relacionados con el abaratamiento de la logística de captura mediante negociación de contratos específicos y/o consideración de subvenciones (no consideradas en el presente estudio).

6. CONCLUSIONES GENERALES

El presente estudio ha identificado la situación del mercado, las implicaciones socioeconómicas y operativas, así como la posible rentabilidad de la actividad de engorde de atún en el País Vasco.

En clave de capturabilidad y según las condiciones actuales de la pesca en el Golfo de Bizkaia, la estimación de cantidades y pesos disponibles de atún rojo teniendo en cuenta su distribución temporal en aguas del Cantábrico propone un potencial de aprovisionamiento limitado de atún para engorde; la presencia de ejemplares de más de 50Kg/atún (lo ideal para el engorde) resulta anecdótica en las aguas vascas, así como las zonas de captura alejadas y descentralizadas.

La falta de experiencia en materia de captura, remolque y acuicultura de atún entre los profesionales del sector pesquero vasco, aunque podría referir un problema durante los primeros años de actividad, sería solucionable, mediante el asesoramiento de personal experto en engorde. No obstante, el principal aspecto a resolver con el sector es el referente a los condicionantes normativos y a la forma de organizarse en clave sectorial para poder abordar la actividad de negocio.

Las condiciones físico-químicas de las aguas costeras del País Vasco no son comparables a las encontradas en las explotaciones de engorde de atún de aguas del Mediterráneo. La temperatura que se registra en el Golfo de Bizkaia (a lo largo de los meses de verano) tampoco es la ideal para el engorde final del atún rojo (en el sentido de aumento de grasa corporal para responder a demandas de mercado) por lo que la calidad del producto y la rentabilidad final de la actividad podrían verse comprometidos. Este aspecto, sin embargo, también justifica la oportunidad de realizar estudios de crecimiento y calidad de producto en asociación a la necesidad de acceder a nuevos mercados (diferentes al japonés), donde parece que existen oportunidades (USA, Europa, Asia) para comercializar productos de atún semigraso.

La existencia de jaulas marinas robustas resuelve hoy en día el problema de la integridad estructural de instalaciones marinas en respuesta al oleaje durante los meses de verano. Sin embargo, se desconoce la capacidad de supervivencia del atún rojo en las condiciones propias de la costa vasca donde ocurren fuertes corrientes

superficiales ligadas a viento, turbidez y eventos de bajada de salinidad asociados a crecidas de ríos.

Aunque existen incertidumbres en la estimación de la inversión, los costes fijos y los costes variables, el resultado final es que “a priori” no es técnicamente rentable engordar atún rojo en el mar Cantábrico.

Tres niveles de precios se han usado en este estudio para reflejar las incertidumbres de venta, pero ninguno de los precios asumidos podría resultar en una producción rentable. Evidentemente, los costes variables de producción (semilla, operativa de captura y remolque, carnada, etc) son demasiado altos pero es que ni el peso/tamaño de la semilla de atún son los deseables (>60Kg), ni el atún se encuentra fácilmente accesible (por lejanía y desconcentración) en aguas del Cantabrico, donde la especie no viene a reproducirse sino a alimentarse.

Un sistema de engorde como el del atún, necesita asegurar precios altos de salida para cubrir los costes de producción. La minimización de los costes es el único factor bajo el control del productor, sin embargo este estudio no ha sido capaz de definir claves de minimización que resuelvan la rentabilidad de la actividad propuesta. En la figura 58, se puede ver que un coste mínimo viable > 25€/kg atún sería necesario cubrir los costes operacionales y de 30-38€/kg para además superar los costes capitales. En este sentido, sería posible que el producto alcanzase un precio mayor si fuera de excepcional calidad, sin embargo este aspecto tampoco esta validado técnicamente y además influyen las condiciones del mercado.

En términos generales, hay que mencionar que los costes han sido estimados a la alza (en clave de precaución) en este estudio. Los costes fijos de depreciación, mantenimiento y el seguro no son altos. Pero los costes variables si que son extramadamente altos, lo que (i.) anulan completamente la oportunidad del negocio ó (ii.) permiten más oportunidad para reducir dicho coste y ganar en eficiencia. Con información más definitiva, este estudio podría mejorar dichas estimaciones del coste variable.

Síntesis de conclusiones principales:

1. LEGALES: Se identifican importantes “dificultades/impedimentos” legales para la obtención de semilla de atún en el Cantábrico para engorde por la normativa de la pesca de atún al Cerco.
2. MERCADO: Se prevé alta competencia en mercado nacional fresco y restauración. Sin duda, >> oportunidades de mercado (fresco y congelado) en USA, Europa ó Países Asiáticos (Corea, Rusia, etc.)
3. TÉCNICAS: Se identifican limitaciones en el Cantábrico para acceder a pesca de atún de grandes tallas (40-80Kg/individuo). Tampoco se ha validado que se pueda engordar/engrasar atún hasta calidad requerida de producto final. La duración del ciclo de engorde planteado para el Cantábrico es corto e implica riesgos.
4. ECONÓMICAS: No es viable según las asunciones consideradas.

Claves de rentabilidad de las empresas de engorde:

1. Venta de grandes tamaños (>150Kg/individuo), acceso a mercados de alto precio (>32€/kg) y coste productivo suficiente (24€/kg)
2. Supuesto acceso a precios de carnada menor (arenque, caballa y sardina) de otros Países (Portugal).
3. Duración > prolongada de los periodos de engorde/engrase.
 - Diversificación en comercialización y precio. Dirige a mercado Japonés, a otros Países y a la alta restauración de España.
4. Diversificación de actividad. Desarrollo de actividades turísticas (2013), fabricación y preparación de salazones.
5. >> Esfuerzo en I+D+i de nuevos productos de mayor calidad y precio.

Alternativas de rentabilidad:

Las posibles alternativas para lograr la rentabilidad con el atún pasarían por:

1. Reduccion de costes del engrase: Reducción del precio de compra de carnada por debajo de 1€/kg; Disposición de un mínimo 260T/año de carnada a dicho precio y; Reducción de compra de atún a 4,0€/kg para EBITDA = 0
2. Aumento del ciclo a 1 año (incluyendo engorde): Engorde y mantenimiento de stocks de atún en zona óptima de agosto año 1 a octubre año 2.
3. Requiere pruebas experimentales (resistencia de jaula y atún a condiciones de invierno, crecimiento, calidad producto, economía., no testado.)
4. Otras: Pesca y venta de atún salvaje (i.) Catalogado por contenido en grasa a comercializadoras en origen/destino (Grupos Sushi) y (ii.) Procesado, congelado y venta directa a clientes mercado Asiático (>10€/kg)

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abascal, F. J. (2004). Biología reproductiva del atún rojo, *Thunnus thynnus* (L.), en el Atlántico oriental y Mediterráneo. Universidad de Cádiz.
- Augris, C. (1999). Le Domaine Marin Côtier Du Pays Basque. Carte Morpho-Bathymétrique et Carte des Formations Superficielles., IFREMER: 32.
- Barreiro, S.; Ruiz, T.; Rodríguez-Marín, E. y Carbonell, E. (2006). Metazoan ectoparasites of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) juveniles caught in the Bay of Biscay. Collective Volume of Scientific Papers ICCAT. 59(3): 864-867.
- Belmonte A., de la Gándara F., 2008. El cultivo del atún rojo (*Thunnus thynnus*). Cuadernos de acuicultura. Fundación Observatorio español de acuicultura. Consejo superior de investigaciones científicas. Ministerio de Medio ambiente y medio rural y marino. Madrid 2008.
- Boeuf G., 1988. Le facteur température et la physiologie des poissons. La Pisciculture Française, 91 :15-29.
- Caill-Milly N. Suquet M. et Arrizabalaga H., 2000. Rapport de mission à Murcia en Espagne (11/04/2000 - 13/04/2000): projet d'embouche thon rouge, 13 pp.
- Carey F.G. et Teal J.M., 1969. Regulation of body temperature by the bluefin tuna. Comparative Biochemistry and Physiology, 28: 205-213.
- Collette, B. B. (1986). Scombridae. In Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, A., y Tortonese, E. (eds.), UNESCO. Bungary, UK: 981-997.
- Collette, B. B. y Nauen, C. E. (1983). Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish.Synop.125(2): 137 pp.
- Cort, J. L.(2007). El enigma del atún rojo reproductor del Atlántico Nororiental. Bedia Artes Gráficas, S.C., Santander. 64 pp.
- Doumenge F., 1999. L'aquaculture des thons rouges et son développement économique. Biologia Marina Mediterranea, 6: 107-148.
- FAO. (1994). World review of highly migratory species and straddling stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 337: 1-75.
- Galaz, J.M., Martínez, D., rico, A. 2008. Proyecto Experimental de instalación de granja mariana con jaulas desmontables para el engorde de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en la Ría de Arousa.

- Galparsoro, I., Liria, P., Legorburu, I., Bald, J., Chust, G., Ruiz-Minguela, P., Pérez, G., Marqués, J., Torre-Enciso, Y., González, M. y Borja, Á., 2012. A Marine Spatial Planning approach to select suitable areas for installing wave energy converters on the Basque continental shelf (Bay of Biscay). *Coastal Management Journal*
- Igelmo A., Iribar X. y Lerga S., 1984. Inventario de artes de pesca en Euskadi. Consejería de Comercio, Pesca y Turismo. Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz, 305 pp.
- Katavic, I; Ticina, V. y Franicevic, N. (2003). Bluefi n tuna (*Thunnus thynnus* L.) farming on the Croatian coast of the Adriatic Sea: Present stage and future plans. *Cah. Options Méditerran.* 60:101-106.
- Macias, F., Fernandez de Landa, L.A. y Calvo de Anta, R. Composición química y mineralógica de biodepósitos bajo bateas de mejillón. Datos para la evaluación de su uso como fertilizante y/o enmendante de suelos de Galicia. *Thalassas* 9, 23-29. (1992).
- Ottolenghi, F. 2008. Capture-based aquaculture of bluefin tuna. In A. Lovatelli and P. F. Holthus (eds). *Capture – based aquaculture. Global overview*. FAO fisheries Technical Paper, No. 508. Rome, FAO, pp. 169 – 182).
- Ottolenghi, F. y Lovatelli, A. (2005). The capture-based aquaculture of bluefin tuna in the Mediterranean. In WAS Bali 2005, Bali (Indonesia), 469-469.
- Parfouru D., 1995. L'aquaculture des thonidés. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, 11pp.
- RODRIGUEZ RODA J. “Biología del Atún. *Thunnus thynnus* (L.) de la costa sudatlántica de España”. *Inv. Pesq.* 25 33-146 1964.
- Soto, F.; Villarejo, J. A.; Mateo, A.; Roca-Dorda, J.; de la Gándara, F.; García-Gómez, A. (2006). Preliminary experiences in the development of bluefi n tuna *Thunnus Thynnus* (L., 1758) electroslaughtering techniques in rearing cages. *Aquacultural Engineering* 34(2): 83-91.
- Valencia, V., M. González. & A. Uriarte. 2000. Evolución mensual de la temperatura de la columna de agua en el Abra exterior. Informe AZTI.

Referencias electronicas:

ICCAT 2010. Base de datos de instalaciones de atún rojo reguladas por ICCAT. Doi: <http://www.iccat.int/es/ffb.asp>

8. AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a D. Jose M^a Galaz Ugalde, D. Eugenio Elduayen, D. Norberto Emazabel y D. Andrés Olaskoaga por su inestimable colaboración durante la ejecución del presente estudio.

9. ANEXOS