

1.-INTRODUCCIÓN

Tiempo atrás los ingenieros navales centraban la mayoría de sus conocimientos en el diseño de buques, enfocando su saber, entre otros muchos aspectos en el ahorro de costes tanto de construcción como de operación, en el aumento de la seguridad tanto para la tripulación como para el medio ambiente, en el aumento de la velocidad, en una mejora de la maniobrabilidad, en conseguir el óptimo comportamiento en mala mar, etc.

Con el paso de los años, el ser poseedor de conocimientos en ingeniería naval ayudó a muchos a extenderse en diversos aspectos del mundo tanto ingenieril, o como comercial, debido a que la riqueza del mar, no es solo útil como un medio de transporte o un medio para la pesca. Aunque este proyecto hable directamente sobre acuicultura, el cual está íntimamente relacionado con el sector pesquero, es necesario nombrar en esta primera introducción las diversas aplicaciones que un ingeniero naval puede realizar con los conocimientos adquiridos durante sus estudios. Me estoy refiriendo entre otras muchas aplicaciones al aprovechamiento del mar por ejemplo como fuente de energía limpia, debido a las mareas y olas, e incluso al viento que circula justo encima, también a los yacimientos de minerales bajo el lecho marino, que si actualmente está centrado en la extracción de petróleo, en un futuro, puede que sea rentable la extracción de otros, al actual aumento de edificaciones para viviendas sobre el agua, llegándose a construirse incluso islas, creación de puertos y aeropuertos de apoyo a los existentes en tierra, y otras muchas más que en la actualidad se realizan, y seguramente otras que se realizarán en el futuro.

Por consiguiente, según las líneas anteriores, mi proyecto final de carrera no hablaré directamente de un buque, velero o lancha rápida, etc. Aunque como es obvio necesitaré hablar de las características principales de alguno de ellos, ya que serán parte del conjunto del proyecto elegido el cual comenzamos a continuación.

Anteriormente ya se nombro el tema principal de este proyecto, **ACUICULTURA**, pero me gustaría apuntar una serie de aspectos relacionados con mi proyecto, ayudándonos a entender el porque un estudiante de ingeniería naval eligió estudiar una estación de acuicultura, cuando aparentemente parece estar fuera de su campo de estudio, y valga la redundancia, aparentemente.

Hoy en día la acuicultura es un mercado en alza, y con previsiones de seguir creciendo en los años siguientes. Las granjas que actualmente están en funcionamiento son de muy diversas características, tanto en mar como en tierra, y aparte de la seguridad que estas dan a sus responsables, también dan una alta calidad del producto. Pero al igual que cualquier mercado los tiempos cambian, y con ellos las necesidades específicas, el medio y las tecnologías, siendo el objetivo de aquellos que tienen los conocimientos, aplicar estos cambios para resolver problemas y mejorar la calidad final del producto.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Existen una serie de parámetros fundamentales que determinan ciertas características intrínsecas. Dos de estos parámetros son la localización y la especie a criar.

Podríamos decir que la *localización* de nuestro polígono va a influir en la mayor parte de las propiedades de nuestra granja. La localización será en mar y nos determinará, la profundidad del lecho marino, el tipo de suelo (arcilloso, rocoso, etc), distancia entre la nuestra planta y la costa, las condiciones ambientales, como la máxima altura significativa de ola, velocidad máxima de viento y de corrientes, la temperatura y salinidad, el tipo de organismos que producen fouling en la zona, la calidad de las aguas, la legislación y administración actual de la zona, las especies de la zona, los costes salariales, de venta y transporte, etc.

La elección de la *especie* nos influirá en una serie de aspectos más específicos como es el tipo de alimento, así como la cantidad diaria necesaria y su dosificación, características de la red de la jaula, el método de recogida de los peces, enfermedades y sus tratamientos, tipo de adquisición de alevines, tiempo de engorde, facilidad de crianza, comportamiento en la jaula, etc. La mayoría de estos aspectos, aunque están íntimamente relacionados con el resto, tienen mayor influencia en el campo de la biología, por lo que no serán tratados en profundidad en este documento, solamente en lo relacionado a temas de ingeniería.

La cría y engorde en cautividad de peces es una práctica que se lleva haciendo desde hace muchísimos años. Por consiguiente, a lo largo de la historia, este tipo de instalaciones ha ido cambiando progresivamente según la tecnología fue creciendo. Estos cambios tecnológicos están ayudando continuamente a la preservación del medio ambiente marino (y otros no tanto), requisito fundamental al cual nos iremos ciñendo muy de cerca a lo largo del desarrollo de este proyecto de investigación, y otros ayudan al aumento de la producción, lo cual es también de importancia primordial. Porque además de intentar conseguir una empresa rentable debemos de ser conscientes de que después de nosotros vendrán nuestros hijos, y después, los hijos de nuestros hijos.

El negocio de la acuicultura, en una visión muy general, parece estar en guerra con el de la pesca, y aunque en cierta manera sea así, puede haber una integración de ambos en un futuro, ya que, los que mas saben de peces son los propios pescadores. Pero como en la mayoría de los negocios, existen pescadores que no respetan las leyes impuestas, en cuanto a número, tamaño y método de capturas, perjudicando todo ello a la sostenibilidad del mundo acuático, pero por supuesto, también existen empresarios de granjas de acuicultura que por aumentar beneficios no se preocupan en como sus granjas están dañando el ecosistema colindante, degradándolo lenta pero continuamente, y que tal vez, sus beneficios engorden a corto plazo, no así a largo plazo.

Me gustaría añadir en esta pequeña introducción, que este proyecto, es un proyecto de investigación de las posibles alternativas que con la tecnología actual se podría llevar a cabo, y la selección final de una de estas alternativas, con el objetivo de dar una mayor calidad de producto y el ya mencionado respeto con el medio ambiente.

2.- LA ACUICULTURA EN ESPAÑA

La Unión Europea entiende la Acuicultura como la cría o cultivo de organismos acuáticos con técnicas encaminadas a aumentar, por encima de las capacidades naturales del medio, la producción de los organismos en cuestión. Los organismos acuáticos serán a lo largo de toda la fase de cría y hasta el momento de la recogida, propiedad de una persona física o jurídica.

Debido a que la creciente demanda mundial de pescado es cubierta con dificultad por la pesca extractiva, la acuicultura se perfila como la única posibilidad de que en un futuro próximo dicha demanda sea cubierta.

2.1.-Contexto mundial

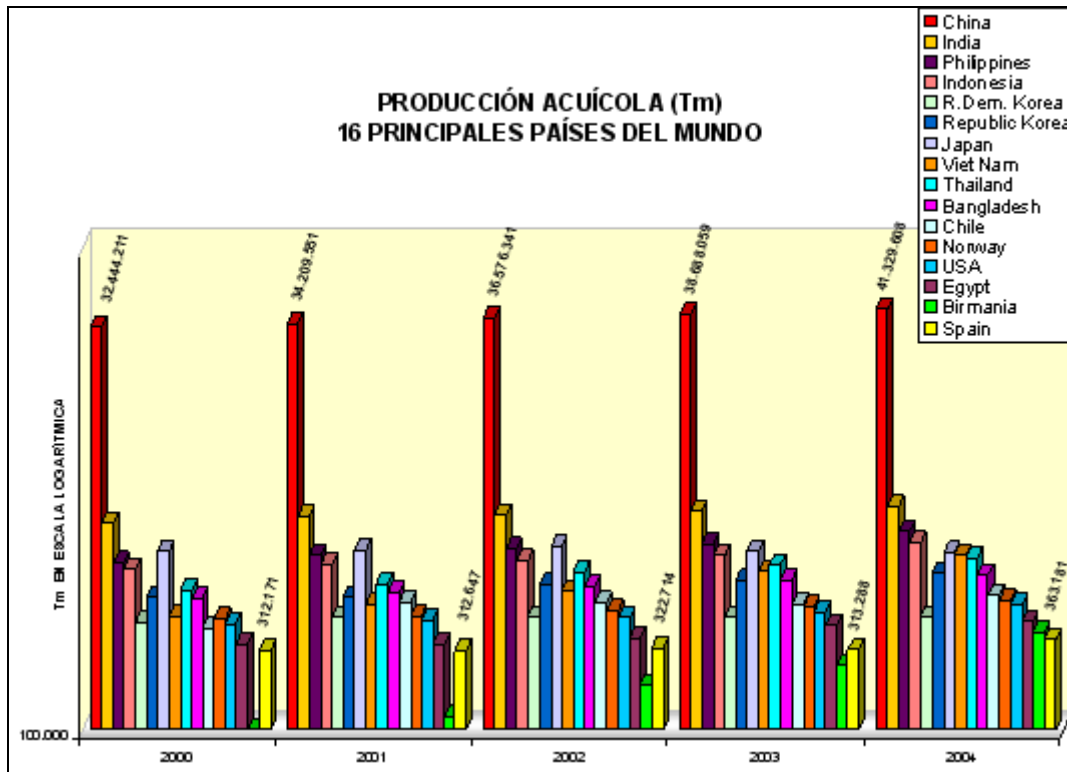
Históricamente los principales productores mundiales de acuicultura han sido países con rentas bajas, deficitarios de alimentos, que desarrollan la acuicultura como una actividad rural integrada en los sistemas de explotación agrícola existentes. Según datos de FAO-FishStat de 2004, China es el principal productor acuícola del mundo, con un producción de 41.329.608,00 Tm, de las que casi un 35% son ciprínidos y un 30% moluscos y crustáceos. Otros países asiáticos como India, Vietnam y Tailandia se encuentran también en los primeros puestos del ranking mundial.

Actualmente muchas producciones en estos países son de especies muy apreciadas en los países desarrollados, alcanzando grandes rendimientos económicos, ya que a pesar de ser modestas en tonelaje, utilizan tecnología de producción muy avanzada lo que les hace tener valores económicos muy importantes.

Ejemplos de países que en los últimos años han alcanzado altos rendimientos en materia de acuicultura son Noruega, Grecia o Chile. Noruega ha pasado de producir 8.600 Tm de salmón en 1981 a más de 565.000 Tm en el año 2004, hecho que la ha convertido en líder mundial de la industria salmonera. Por otra parte, Grecia ha experimentado un espectacular crecimiento de la producción de dorada y lubina en los últimos años, pasando de 330 Tm en el año 1988 a más de 63.000 Tm en el año 2004, aunque en los últimos años parece haberse estabilizado este crecimiento. Por último cabe mencionar a Chile, país en el que, a unas condiciones naturales favorables y una tecnología de producción adecuada, se unen unas medidas legislativas favorecedoras de esta actividad. De este modo se ha convertido en el segundo país de mundo en la producción de salmón, con 349.329 Tm en 2004.

Es importante destacar el hecho de que España, que tenía una considerable producción piscícola cuando estos países aún no habían comenzado a despuntar, se ha visto superada en pocos años por el espectacular aumento de producción en estos países. Sin embargo, España se encuentra entre los principales productores a nivel mundial, situándose en el puesto 16, y como segundo país europeo del ranking, según datos de FAO-FishStat de 2004.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Breve Historia

A partir de finales de la década de los noventa, comienza en España una fuerte evolución industrial en materia de acuicultura, lo que ha colocado a nuestro país en el puesto 15 del ranking mundial de productores acuícolas. La acuicultura española supone en volumen el 3% de la producción mundial y el 25% de la europea, lo que la hace una de las más importantes de Europa.

Hasta la década de los ochenta la producción acuícola española se concentraba en unas pocas especies repartidas en pequeñas empresas de economías familiares y muy tradicionales, siendo tres los cultivos más característicos:

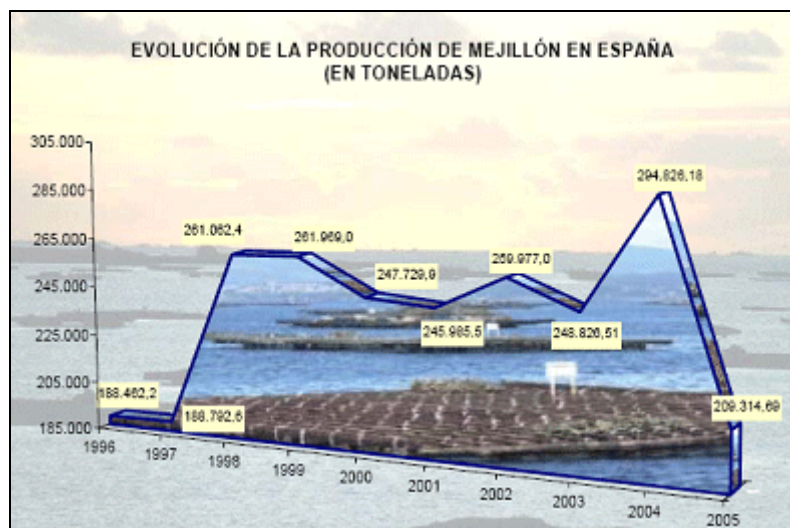
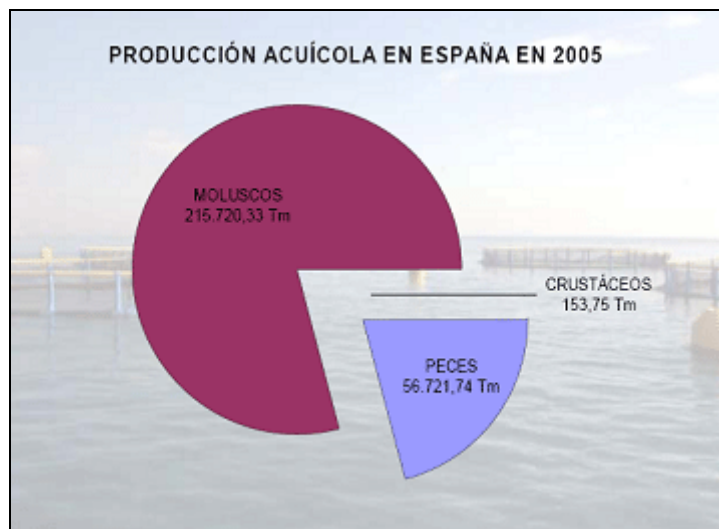
- Cultivo de mejillón en las rías gallegas, iniciado en los años cuarenta y cuyo desarrollo se produjo a mediados de los setenta.
- Cultivo de la trucha arcoiris, cuyo desarrollo tuvo lugar en los años setenta.
- Acuicultura de los esteros gaditanos, iniciada a comienzos de los cuarenta al entrar la industria salinera local en una grave crisis y cuyo desarrollo fue muy lento en un principio, logrando su despegue definitivo a finales de los años setenta.

A partir de los años noventa, con la incorporación de nuevas tecnologías y una mayor industrialización del sector, se incorporaron nuevas especies como el rodaballo en el norte de España y la dorada y lubina en el sur y levante de España y Canarias. Además, el cultivo del mejillón incrementó su grado de industrialización y se mejoraron los métodos empresariales en los cultivos de trucha y en los esteros de la región sur atlántica.

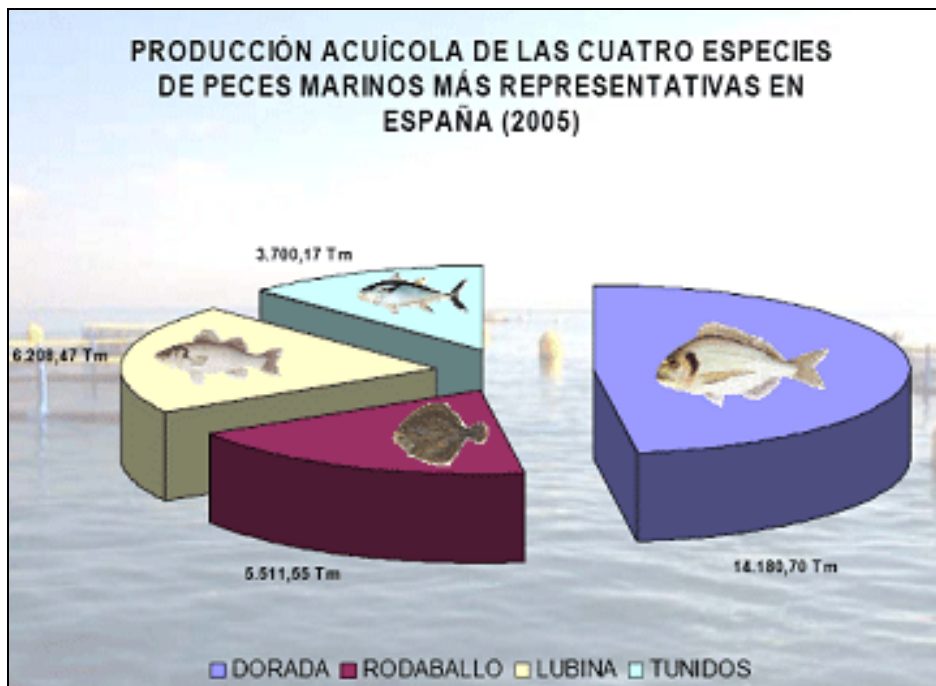
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

En general, se puede decir que la mayor producción acuícola española corresponde a moluscos, especialmente mejillón con un 76,8 % del total. La producción de peces supone un 20,8 % del total, especialmente Dorada, Lubina, Rodaballo y Túnidos y aunque este porcentaje es bajo, la producción de peces ha experimentado un espectacular crecimiento multiplicándose por dos en los 5 últimos años.

La producción española de acuicultura continental y marina en el año 2005, fue de 272.595,67 Tm (63.280,98 Tm si se excluye el mejillón), correspondiendo unas 56.721,29 Tm a peces, 215.720,33 Tm a moluscos y una ínfima parte a crustáceos. La producción acuícola española supuso en 2004 un 31,12 % de la producción pesquera española.

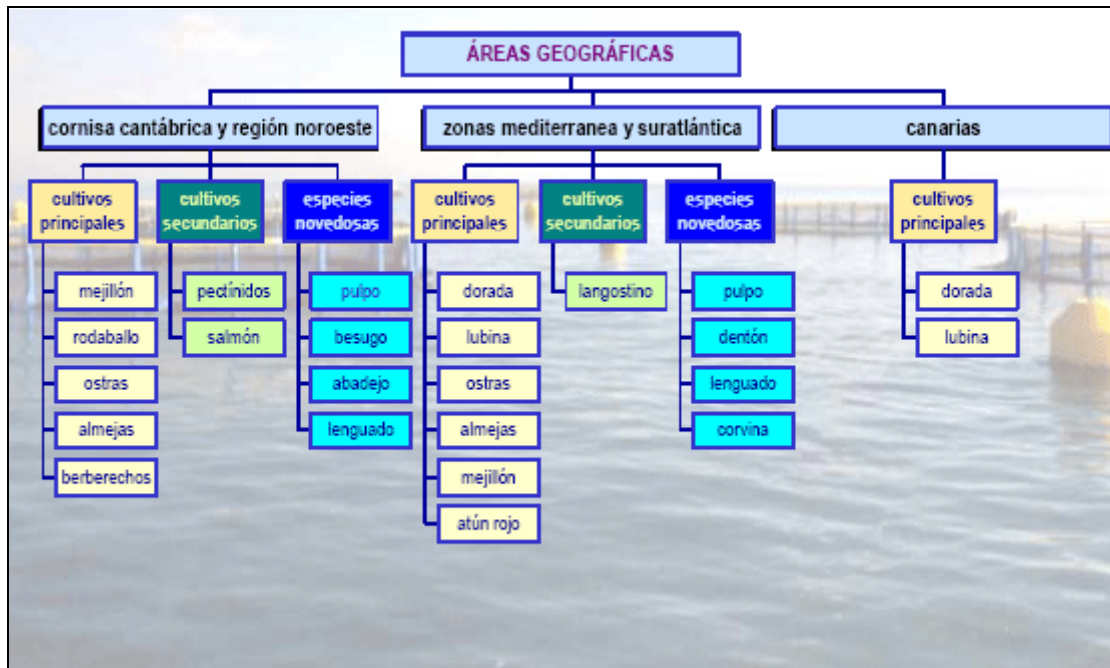


Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



2.3.-Distribución geográfica

La distribución de la acuicultura marina por áreas geográficas es la siguiente:



- **Cornisa Cantábrica y Región Noroeste:**

En esta zona se ha desarrollado el cultivo de especies de agua fría, principalmente moluscos (mejillón y ostras en bateas, y almejas y berberechos en parques de cultivo) y rodaballo. De especial importancia es el cultivo de mejillón en bateas en las Rías Gallegas, que ha situado a España como segundo productor mundial después de China. El cultivo del rodaballo se lleva a cabo en instalaciones en tierra, con aporte de agua de mar oceánica. El cultivo de salmón actualmente se encuentra en regresión debido a la fuerte competencia de las industrias maduras del norte de Europa. Como cultivos secundarios se pueden destacar los pectínidos y, de forma emergente, el pulpo, besugo, abadejo y lenguado. La Comunidad Autónoma que centra la casi totalidad de estos cultivos es Galicia.

- **Zona Mediterránea y Sur - Atlántica:**

Estas zonas cuentan con aguas más templadas y en ellas se desarrolla la producción de lubina y dorada, generalmente en sistemas de jaulas flotantes, sí bien, cada región costera ha implantado distintos tipos de sistemas de producción. Así, en la región Sur - Atlántica las producciones se han desarrollado inicialmente de forma semi-extensiva, debido a la existencia de extensas áreas de explotaciones salineras abandonadas que se han reconvertido en estanques de cultivo, pero la tendencia se dirige hacia una producción más controlada e intensiva.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

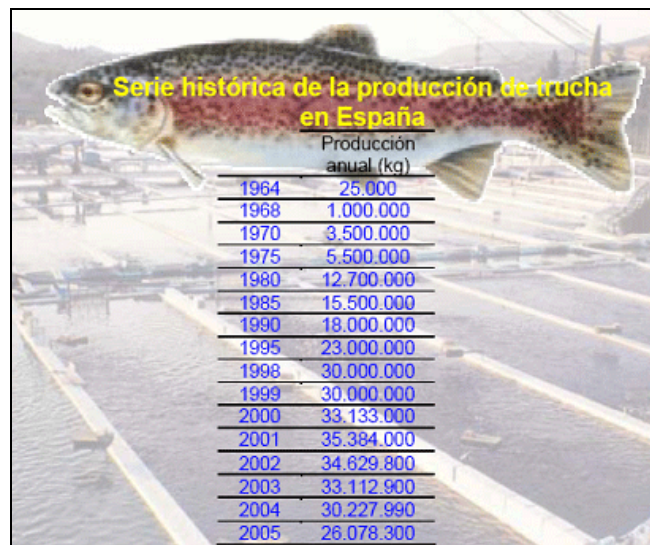
También tiene gran importancia en estas zonas el cultivo de otras especies como son ostras, almejas y mejillón. El lenguado está adquiriendo gran importancia en esta región, con una producción en el año 2005 de 30,33 Tm. Son Cataluña y Andalucía las Comunidades Autónomas que lideran la acuicultura en estas regiones, si bien, hay que destacar el engorde de atún rojo en jaulas en la región murciana, con una producción en 2005 de 3.127,00 Tm y el potencial del cultivo de la anguila en Valencia y en la zona sur, con una producción de 20,43 Tm en Andalucía y 300,47 Tm en Valencia. La corvina se está convirtiendo en una especie de gran importancia en esta región, con 314,33 Tm de producción en 2005.

- *Región Canaria y Balear:*

Se ha desarrollado fuertemente el cultivo en jaulas flotantes debido a unas condiciones oceanográficas muy favorables en el caso de Canarias, que permiten la cría de lubina y dorada. En Baleares se cultiva dorada y una pequeña cantidad de moluscos.

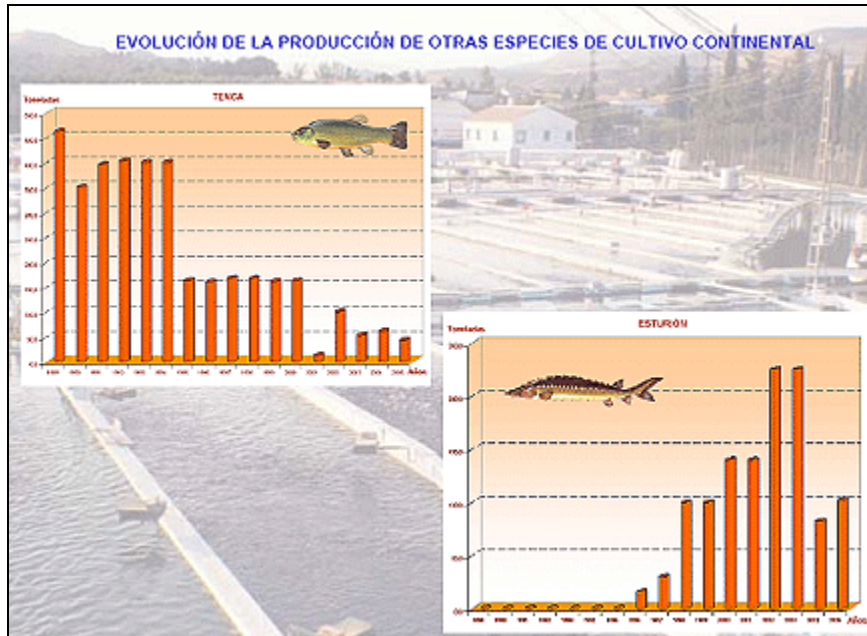
El elevado desarrollo de la acuicultura continental se basa principalmente en la alta calidad de los recursos acuáticos existentes, siendo la trucha arcoiris la principal especie de cultivo con una fuerte mecanización de las operaciones. La Comunidad Autónoma Gallega es la principal productora con 7.794 Tm en 2005, seguida de Castilla León con 6.328 Tm en 2005. Otras comunidades también tienen importantes producciones como Castilla La Mancha (3.084 Tm), Andalucía (2.225 Tm) Aragón (1.823 Tm), Cataluña (1.811 Tm) y Asturias (1.573 Tm). La trucha arcoiris se trata de un sector estable, exportador, con márgenes estrechos, pero innovador y en expansión.

En los últimos años parece haberse frenado la producción de trucha en España, que había alcanzado un máximo en 2001 con 35.384 Tm y que en 2005 se ha visto reducida en casi 10.000 Tm.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

En mucha menor escala se han desarrollado el cultivo de otras especies continentales como son la tenca, en lagos y embalses de Extremadura con una producción en 2005 de 23,37 Tm y, en menor medida, en Castilla León (20,00 Tm); el esturión (102,00 Tm) en la cuenca del Guadalquivir y el cangrejo de las marismas (0,3 Tm).



La acuicultura ha comenzado a percibirse como una vía para mantener e incrementar el consumo de pescado y satisfacer las demandas de futuras proteínas, constituyendo además, una fuente de empleo. Desde 1994 la acuicultura ha tenido una gran importancia en las actividades financiadas por los Fondos Estructurales de la UE y se prevé que esta línea continúe con el nuevo Fondo Europeo de la pesca en el periodo 2007-2013.

La acuicultura española ha pasado de ser un sector marcadamente tradicional, centrado en economías familiares de bajo desarrollo tecnológico a una industria moderna altamente tecnificada, con empresas competitivas en el mercado mundial y con un grado creciente de diversificación.

Para incrementar en los próximos años la producción acuícola española será necesaria la mejora de los actuales sistemas de producción y la expansión de esta actividad hacia nuevas áreas, para lo cual los programas y medidas de I+D+i jugarán un papel decisivo. De este modo, se podrá conseguir una optimización de los procesos, desarrollo de nuevos cultivos, implantación de sistemas de transformación de producto eficientes y, todo ello, con una mayor eficacia de las medidas de gestión medioambiental.

3.-GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA ACUICULTURA EN ESPAÑA

3.1.-Introducción

La apertura y explotación de una instalación acuícola, bien sea marina o continental, requiere de una serie de procedimientos administrativos relacionados con distintos aspectos de la actividad, entrañando según los casos mayor o menor complejidad.

A continuación se van a exponer los principales procedimientos administrativos y permisos previos requeridos al potencial acuicultor para obtener la autorización de la actividad. Al final de esta exposición se adjuntan unos esquemas generales que resumen la secuencia de acciones a seguir para cada procedimiento. Asimismo se incluye un esquema de procedimiento administrativo tipo para el trámite de obtención de licencia municipal de actividad y apertura de establecimientos acuícolas continentales, aplicado en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Los distintos procedimientos administrativos que deben ser llevados a cabo en cada caso, según se trate de instalaciones de acuicultura continental o marina, y estén situados en dominio público o privado, son:

- Procedimiento administrativo para el trámite de concesión/autorización para la puesta en marcha de establecimientos acuícolas continentales:
 1. Licencia de obra y apertura.
 2. Autorización para el vertido y la toma de agua.
 3. Concesión para el uso o la ocupación del dominio público hidráulico.
 4. Autorización para el ejercicio de la actividad.
- Procedimiento administrativo general para el trámite de concesión /autorización para la puesta en marcha de establecimientos acuícolas marinos ubicados en zonas de dominio privado pero que utilizan dominio público marítimo-terrestre para captar/verter agua.
 1. Licencia de obra y de apertura.
 2. Autorización para el vertido y la toma de agua.
 3. Concesión para la ocupación del dominio público marítimo-terrestre.
 4. Autorización para el ejercicio de la actividad.
- Procedimiento administrativo general para el trámite de concesión/autorización para la puesta en marcha de establecimientos acuícolas marinos ubicados en zonas de dominio público marítimo-terrestre.
 1. Licencia de obra y de apertura.
 2. Concesión para la ocupación del dominio público marítimo-terrestre.
 3. Autorización para el ejercicio de la actividad.
- Procedimiento administrativo general para el trámite de Declaración de Impacto Ambiental.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

En los apartados siguientes se hace un análisis detallado de cada procedimiento, extrayéndose de ellos la información más relevante respecto a las particularidades del procedimiento, los procesos comunes y las diferencias más significativas en las distintas Comunidades Autónomas. En esta sinopsis se diferencian los procedimientos administrativos referentes a acuicultura marina, de los relativos a acuicultura continental.

3.2.-Autorización de la actividad

3.2.1.-Instalaciones de acuicultura continental

En estas instalaciones, las autorizaciones de la actividad las otorgan los órganos competentes de las Comunidades Autónomas. Algunas aplican su propia normativa, y en aquellas en que no existe se aplica la Ley de Pesca Fluvial del año 1942.

De forma genérica el procedimiento administrativo para la autorización de la actividad requiere la consecución de los siguientes pasos:

- El peticionario de la autorización presenta la solicitud en la Delegación correspondiente, indicando la localización exacta de la actividad, la especie a cultivar, el ciclo de cultivo y la producción máxima.
- Si en la localización elegida no es posible la autorización, la Comunidad Autónoma se lo comunica al interesado. En caso contrario lo que se comunica al interesado son las condiciones a que debe someterse el proyecto de obras y explotación para asegurar la calidad del medio acuático y la pesca.
- Si el interesado acepta dichas condiciones presenta la solicitud de autorización, acompañada de la copia autenticada de la concesión de aguas otorgada por el correspondiente Organismo de cuenca, así como del proyecto de obras y explotación suscrito por un técnico competente.
- Si se considera que la instalación puede lesionar otros intereses, el proyecto se somete a información pública, pudiendo solicitarse un informe al Consejo Provincial de Pesca o a otros organismos y entidades, según convenga.

En algunos casos, las autorizaciones se conceden con carácter provisional por un período de cinco años, a partir de los cuales se otorga autorización definitiva si se dispone de un informe de la Delegación que diga que transcurrido el tiempo necesario de funcionamiento, la calidad del medio acuático y de la pesca es la requerida en la autorización provisional.

El plazo para la resolución de las autorizaciones, generalmente establecido en la normativa, suele ser de tres meses, pudiendo alargarse sin sobrepasar, de manera habitual, los seis meses.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Estas acciones hacen referencia al procedimiento general, aunque hay cinco Comunidades Autónomas que tienen legislación en materia de pesca fluvial o que hacen referencia en su normativa a la actividad acuícola continental: Extremadura, Asturias, Navarra, Castilla y León y Castilla-La Mancha. Sólo esta última especifica claramente el procedimiento administrativo a seguir.

Es el promotor el que inicia el expediente, y aunque se trate de procedimientos cuasi paralelos, la resolución de la autorización para la explotación de la actividad por parte del organismo competente, está condicionada a la tenencia de la autorización de vertidos y la concesión de uso del dominio público hidráulico por parte de la Confederación Hidrográfica. Esto, a veces se ha traducido en resoluciones provisionales de autorización para la explotación, hasta la llegada de las resoluciones de los otros trámites administrativos.

La concesión de uso de dominio público hidráulico y la autorización de vertidos la tramita y otorgan las Confederaciones Hidrográficas afectadas por la actividad. En Cataluña y Galicia, cuando la cuenca afectada se encuentra enteramente dentro del territorio de la Comunidad Autónoma, es decir, cuando la cuenca es intracomunitaria, el organismo que tramita y otorga la concesión/autorización es la administración hidráulica de la Comunidad (Junta de Aguas del Departamento de Medio Ambiente, en Cataluña; y Aguas de Galicia, de la Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Vivienda, en Galicia). En ambos casos, se solicita informe al organismo de la Comunidad Autónoma competente en acuicultura, y particularmente a otros organismos, según la Comunidad Autónoma y la Confederación Hidrográfica de que se trate.

Por otra parte, se debe realizar el trámite para la licencia de obra y apertura. Este trámite lo lleva a cabo el Ayuntamiento afectado por la obra, y en muchos casos es similar al requerido para otro tipo de actividades. Si en la Comunidad Autónoma correspondiente no existe legislación al respecto, generalmente se sigue el procedimiento administrativo para actividad molesta, insalubre, nociva o peligrosa. En este caso el procedimiento tipo es similar tanto en acuicultura continental como en marina. Como ejemplo se toma el ya mencionado procedimiento empleado en la Comunidad Autónoma de La Rioja:

- El promotor solicita ante el Ayuntamiento la licencia de actividad.
- El Pleno del Ayuntamiento decide si se admite a trámite dicha solicitud, en cuyo caso se somete a información pública, junto con el proyecto de obra que la acompaña.
- Tras las alegaciones pertinentes, un técnico del Ayuntamiento y otro sanitario emiten los informes correspondientes, que se discuten en Pleno del Ayuntamiento.
- Posteriormente el expediente se remite al Organismo competente en materia de Actividades Clasificadas y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma, que es el encargado de calificar la actividad. Este organismo puede solicitar informes a otros organismos competentes en la materia de la Comunidad Autónoma o sectores sociales.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

- La calificación de la actividad y los condicionantes o información adicional que se estime conveniente se remiten de nuevo al Pleno del Ayuntamiento, que tras visita técnica de comprobación a la zona de ubicación de la actividad, emite, si corresponde, la consecuente licencia de actividad.
- En los casos en que la legislación en materia de actividades clasificadas está transferida, como en el País Vasco, Aragón, Castilla y León, Navarra y La Rioja, el procedimiento es similar, aunque intervienen determinados organismos en el procedimiento. El trámite de licencia de actividad es previo al de apertura y obra. En algunos municipios la solicitud de apertura y obra se tramita a través de una Comisión Provincial de Urbanismo, integrada por representantes de las diferentes Consejerías.

3.2.2 Instalaciones de acuicultura marina

El análisis de los procedimientos administrativos para la puesta en marcha de establecimientos de acuicultura marina se ha llevado a cabo en las Comunidades Autónomas en donde se está realizando esta actividad, que son: Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Cataluña, Galicia, Murcia, País Vasco y Comunidad Valenciana.

Aunque el procedimiento administrativo de la autorización/concesión para la puesta en marcha de establecimientos acuícolas ubicados en zonas de dominio público o que sin encontrarse en dominio público utilizan éste para captación y vertido de aguas, está regulado por la Ley de Cultivos Marinos y por la Ley de Costas, hay Comunidades Autónomas que han desarrollado una normativa propia y otras que, sin haberlo hecho, añaden matizaciones al procedimiento general. Las Comunidades Autónomas con legislación en materia de pesca son Galicia, País Vasco, Comunidad Valenciana, Cataluña y Asturias. No obstante, en cuanto a procedimientos administrativos, estas normativas no suponen una gran variación respecto al procedimiento legislado por la Ley de Costas y su Reglamento y por la Ley de Cultivos Marinos. Sin embargo, cada una de ellas tiene una regulación interna propia, basada en unos criterios y unos requisitos o condicionantes diferentes, de forma que la variación del proceso de tramitación entre las distintas Comunidades Autónomas puede llegar a confundir a los potenciales acuicultores.

En todas las Comunidades Autónomas estudiadas, excepto en Galicia, el organismo que inicia el expediente es el competente en materia de pesca, el cual envía posteriormente los expedientes a los organismos encargados de conceder otras autorizaciones o concesiones, de forma que los distintos trámites se desarrollan de forma paralela. En Galicia el promotor puede decidir entre utilizar la ventanilla única de la Consejería de Industria y Comercio para presentar todas las solicitudes necesarias, o bien presentar cada solicitud en la correspondiente Consejería.

El grado de complejidad en la tramitación del expediente varía en función de en qué terrenos se ubique la instalación.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Si la instalación se encuentra ubicada en dominio público marítimo-terrestre, previamente a la autorización de la actividad se requiere la concesión de ocupación de dominio público marítimo-terrestre, que otorga el Ministerio de Medio Ambiente. El proceso a seguir es el siguiente:

- El peticionario presenta la solicitud de autorización para la actividad, a la que debe adjuntar, por un lado, la solicitud dirigida al Ministerio de Medio Ambiente para la concesión de la ocupación y, por otro lado la acreditación de la personalidad física o jurídica, el proyecto de obra civil suscrito por un técnico competente, un estudio económico-financiero y un plan de explotación también firmados por un técnico competente, la acreditación del pago de tasas, la memoria de impacto ambiental y los requisitos sanitarios cuando la instalación contempla la manipulación, preparación y transformación de productos acuícolas.
- Posteriormente ha de transcurrir un período de información pública de 30 días de duración y un período de información oficial en el que se solicitan los informes de los organismos competentes de Defensa, Navegación, Turismo y Ayuntamientos, así como Medio Ambiente y Sanidad, en su caso, y otros organismos que se estimen convenientes.
- El plazo establecido para los informes es de un mes, transcurrido el cual se entienden evacuados en sentido favorable.
- En caso de que los resultados sean favorables, la Comunidad Autónoma solicitará el informe preceptivo de la Demarcación de Costas, que deberá emitirse en un plazo de dos meses. Dicho informe incluirá el pronunciamiento sobre la viabilidad de la ocupación, así como las condiciones en que ésta se otorga.
- En ese momento el órgano competente de la Comunidad Autónoma oferta al peticionario las condiciones que debe cumplir para que le sea concedida la autorización de la actividad, así como las que imponga la Dirección General de Costas para la concesión.
- En caso de que el interesado acepte dichas condiciones, se tramita el expediente directamente a la Dirección General de Costas.
- Una vez otorgada la concesión, la Comunidad Autónoma concede la autorización de la actividad, publicándose la Resolución en el Diario Oficial de la Comunidad Autónoma.
- La duración de la autorización generalmente es de 10 años, prorrogables hasta treinta o cincuenta años como máximo.

Los trámites administrativos son muy similares en todas las Comunidades Autónomas, variando sólo los organismos a los que se piden informes.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Todos los informes a organismos oficiales se solicitan y emiten de forma simultánea y este procedimiento es, a su vez simultáneo al de información pública. Los organismos comunes a los que se les solicita informes son los competentes en materia de Defensa, Navegación y Turismo, por un lado, y, por otro, a los Ayuntamientos afectados. Además se solicita informe a otros organismos según la Comunidad Autónoma de que se trate.

En el caso de instalaciones localizadas en terrenos privados, no es necesaria la concesión del Ministerio de Medio Ambiente, aunque se precisa la acreditación de la titularidad del terreno. En la fase de información oficial sólo se requieren los informes de la Administración de Costas y del organismo competente en materia medioambiental.

Los procedimientos se alejan algo más de un esquema común. Por una parte, interviene directa o indirectamente el organismo competente en materia de vertidos, que otorga la autorización para captar o verter aguas, a la cual está supeditada la autorización administrativa para la explotación. Dicho organismo suele ser el competente en materia de medio ambiente. Por otra parte, el procedimiento para obtener la autorización para verter al dominio público, en algunas Comunidades Autónomas es, o se considera un trámite independiente, en otras forma parte del procedimiento para la autorización de la actividad y la concesión del dominio público y en otras se incluye en el Informe de Impacto Ambiental, a través de la redacción de un informe de vertidos. La regulación legal en materia de vertidos no queda equitativamente reflejada en las diferentes normativas autonómicas. En el País Vasco, Andalucía y Cataluña los trámites para la autorización de vertidos quedan claramente regulados.

Si una instalación acuícola está ubicada en una zona declarada de interés para cultivos marinos, sólo necesita la autorización para la actividad que otorga el órgano competente de las Comunidades Autónomas, autorización que en algunos casos lleva asociado un procedimiento también complejo.

Independientemente de que los establecimientos estén en dominio público o de que estén en dominio privado pero que utilicen dominio público para captar o verter agua, en algunos casos los organismos que otorgan autorizaciones o concesiones actúan también emitiendo informes para la autorización administrativa de la explotación.

A comienzos de los 90, los trámites de la actividad de acuicultura marina seguían unos procedimientos relativamente simples, que partían de las autoridades específicas de pesca, organismo que centralizaba la petición de informes, de forma que el procedimiento tenía una duración aproximada de ocho meses. Sin embargo, en la actualidad el procedimiento de autorización administrativa que tramita el organismo competente en materia de pesca, se ha convertido en uno más, independiente de los otros procedimientos paralelos que han surgido con mucha fuerza, como el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, y los de licencia de obra y apertura. Actualmente se han llegado a alcanzar períodos de tramitación para la consecución de la concesión de hasta dos años.

Finalmente, una vez puesta en marcha la instalación acuícola, se requieren registros, generalmente de Sanidad y de Industria, para el correcto funcionamiento de la misma.

3.3.-Declaración de impacto ambiental

Se puede requerir la realización de una memoria de Evaluación de Impacto Ambiental, que presenta un procedimiento administrativo específico.

La regulación del procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.) en España es consecuencia de la directiva 85/377/CEE de 27 de junio de 1985 que fue transpuesta al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio y del Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre.

La E.I.A. es un procedimiento administrativo que culmina con la llamada Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.), en la que se determinan las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y de los recursos naturales.

Para conseguir esta declaración es necesaria la tramitación de un expediente que requiere la realización de un estudio, el cual debe incluir como mínimo los siguientes apartados:

- Descripción del proyecto y sus acciones.
- Examen de alternativas técnicamente viables y justificación de la solución adoptada.
- El plazo establecido para los informes es de un mes, transcurrido el cual se entienden evacuados en sentido favorable.
- Inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas o ambientales claves.
- Identificación y valoración de impactos, tanto de la solución propuesta como de sus alternativas.
- Establecimiento de medidas protectoras y correctoras.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Documento de síntesis.

Es un procedimiento complejo que varía sustancialmente entre las Comunidades Autónomas, pudiéndose afirmar que difícilmente se encuentran dos Comunidades Autónomas con el mismo procedimiento.

3.4.-Otros permisos

Además de los procedimientos y autorizaciones descritas, para llevar a cabo el establecimiento de una instalación acuícola son necesarios otros permisos, unos no directamente relacionados con la actividad, y otros, específicos incluso del tipo de acuicultura que vaya a desarrollarse. Algunos de estos otros permisos son los siguientes:

3.4.1.-Permisos de instalaciones en tierra:

Para la construcción en tierra de cualquier instalación, principal o auxiliar, o para la ampliación de una ya existente, es necesario contar con la licencia expedida por el Ayuntamiento correspondiente.

Además, las instalaciones deberán contar con un Registro de Industria, emitido por las autoridades competentes. De igual modo, también deberá disponer de un Registro de Sanidad, que regule los niveles sanitarios tanto de las especies producidas como del medio en que se hallan. Este control sanitario implica posteriores revisiones periódicas por parte de la autoridad competente. En ambos casos corresponde su aplicación a la Comunidad Autónoma.

3.4.2.-Permisos específicos de acuicultura marina

- Permisos relativos a artefactos navales (jaulas, bateas y plataformas marinas)

Además de la normativa ya citada, existe una que afecta sólo a las actividades acuícolas que se llevan a cabo en territorio marítimo. La instalación de plataformas marinas requiere el cumplimiento de unas normas de seguridad de cara a la navegación circundante, que implican una señalización y un balizamiento obligatorios. Su autorización corresponde a la Dirección General de Marina Mercante, perteneciente al Ministerio de Fomento, y la tramitación la llevan a cabo las Autoridades Portuarias, encargadas cada una de su correspondiente zona, según dicta la Asociación Internacional de Señalizaciones Marítimas. Por otro lado, estas plataformas marinas (ya sean jaulas, bateas o cualquier otro artefacto naval) deberán quedar inscritas en la lista 4ª del Registro de Buques, y su autorización también corresponde a la Dirección General de Marina Mercante.

En el caso de bateas de mejillón en Galicia, actualmente no se emiten más permisos de explotación, a no ser que se trate de bateas experimentales.

- Permisos relativos a embarcaciones auxiliares

En la mayoría de los casos será necesario el uso de embarcaciones auxiliares, que deberán quedar también registradas en la lista 4ª del Registro de Buques; además deberán ser inscritas en el Censo de Flota Pesquera Operativa abonando las correspondientes tarifas a las autoridades portuarias por los servicios prestados.

4.-NUEVAS TENDENCIAS EN ESPAÑA

4.1-Los parques tecnológicos acuícolas

A tenor del lento avance registrado en la acuicultura intensiva española durante los últimos años y del continuo deterioro que sufre el sector pesquero, se hace cada vez más urgente la búsqueda de nuevas medidas que reactiven ambos sectores. Un nuevo concepto en acuicultura basado en la concentración de granjas de cultivo en grandes espacios litorales, podría ser ese aliciente del que estamos tan necesitados para remontar una situación que ya se prolonga demasiado.

Son de sobra conocidos los problemas por los que debe pasar un empresario que decide invertir en acuicultura incluso desde el mismo momento en que concibe la idea: a los clásicos problemas de toda industria inmadura (inversión, financiación, marco legal, riesgo, comercialización, etc.) se une un exceso de disposiciones administrativas que en muchas ocasiones impide que el proyecto sobrepase esa fase de idea inicial. Con la famosa Ley de Costas al frente, la acuicultura parece considerarse en ocasiones actividad "non grata", con problemas de ubicación, problemas de crédito (1) o problemas de medio ambiente. En un informe presentado en marzo de 1995 por la Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos (APROMAR) se citaba, entre otros, las frecuentes actuaciones divergentes entre diferentes Ministerios y Organismos que más parecen producir *"un hostigamiento que una actuación no ya de apoyo, sino tan siquiera neutral"*.

Lejos de aminorarse esta situación parece que se irá complicando debido a las crecientes exigencias ambientales y a la constante revalorización de los espacios litorales, cada vez más demandados para distintos usos.

De la situación pesquera no merece la pena hablar pues, por desgracia, cualquier ciudadano por alejado que esté del sector conoce perfectamente los problemas que viene atravesando y que, aun con mayor seguridad que en el caso de la acuicultura, se seguirán incrementando. De hecho, son varios los países que ya están pensando en ampliar sus aguas jurisdiccionales más allá de las 200 millas (2) con lo que las constantes presiones y la expulsión de caladeros lejanos no habrá hecho más que empezar. La constante reducción de la flota (3), el paro generado o la dramática situación de los stocks, entre muchas otras razones, justifican sobradamente el pesimismo que reina en el sector.

Con la idea de paliar algunos de estos problemas surge el concepto de **Parque Tecnológico Acuícola**, un concepto, a nuestro juicio tan lógico como inevitable, que debe ser una evolución de las actuales granjas de cultivo y una extensión de los clásicos Parques Tecnológicos donde se concentran la producción y los servicios con claras ventajas competitivas.

Los Parques Acuícolas se ubicarían en los ya escasos espacios litorales - preferiblemente inhábiles para otros usos- con la suficiente amplitud para albergar a varias empresas. Su acondicionamiento (principalmente obra hidráulica), como cualquier otra gran infraestructura pública, correría a cargo de la Administración (Obras Públicas o Pesca), procediendo posteriormente a su parcelación y concesión a la empresa privada, la cual abonaría periódicamente el correspondiente canon. La Dirección del Parque,

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

inicialmente pública y más tarde (una vez consolidados) también privada, emitiría, junto con los productores asentados en el mismo, normativas y objetivos comunes de investigación, producción, transformación y comercialización.

El resultado más inmediato, entre otras ventajas, es la absoluta eliminación de toda tramitación administrativa, con un total desentendimiento por parte del productor de las nuevas normativas y obligaciones que puedan ir surgiendo (que pasan a ser controladas por los promotores del Parque), y una importante reducción de los costes de producción.

4.1.1-Ventajas de los parques acuícolas

Algunas de las ventajas que se pueden esperar de una acuicultura organizada en torno a estos Parques Acuícolas serían las siguientes:

- 1) Una mejor **ordenación de los cada vez más vulnerables espacios litorales**, al concentrar toda la actividad acuícola en espacios estratégicamente seleccionados y favoreciendo la tendencia a integración de ocio, deporte, medio ambiente y economía impulsada por la Unión Europea.

- 2) **Una mejor conservación del medio ambiente.** La protección previa de grandes espacios litorales de potencial uso acuícola, no solo evitaría la especulación del suelo, su progresiva ocupación y la proliferación de industrias "duras", sino que su posterior uso acuícola -con un adecuado diseño "ecológico"- puede llegar a mejorar el paisaje y la riqueza ornitológica y florística. El desarrollo de una "acuicultura lagunar" basada en grandes volúmenes de agua podría llegar a incluirse entre las medidas de recuperación de acuíferos y humedales también promovida, entre otras Administraciones, por la Comisión Europea (4).

- 3) Una mayor facilidad en la elaboración de la **reglamentación para el desarrollo de la acuicultura** al existir una mayor coordinación entre los agentes implicados. Optimización de las subvenciones y ayudas oficiales con posibilidad de eliminar por completo la especulación y el intrusismo.

- 4) **Mejor acceso del inversor** a la actividad acuícola. La reducción de trabas administrativas, la mejor gestión de las subvenciones, la fácil disponibilidad de terrenos y servicios, la reducción de la inversión y del riesgo, las mejoras financieras y una mayor consideración hacia las fuertes asociaciones constituidas, supone un cambio radical en la atracción de la inversión tanto nacional como extranjera.

5) **Dinamiza el sector acuícola.** Se deja a un lado el frecuente elitismo de las grandes inversiones, acercando al pequeño empresario, e incluso a las economías familiares, a la acuicultura pues la producción puede ser abordada a cualquier escala. Facilita también la demandada integración de la empresa productiva, transformativa y comercializadora (interprofesionales) que según el Consejero de Pesca de la Xunta de Galicia, Juan Caamaño, son totalmente necesarias para "*ser más competitivos y luchar contra toda la competencia que nos puede venir encima*" (5).

6) **Mejora tecnológica.** La concentración en grandes complejos permite la mejora de las medidas productivas, sanitarias, técnicas, etc. Los circuitos hidráulicos, por ejemplo, pueden incorporar medidas sofisticadas, muy costosas a nivel individual, como sistemas alternativos de recirculación, sistemas de regulación de temperatura, sistemas de filtrado o esterilización, automatización y control informatizado o sistemas de depuración previa al vertido. El resto de servicios comunes (patología, nutrición, selección genética, etc.) pueden llegar a ser altamente cualificados, lo cual eleva el nivel competitivo al tiempo que descarga al productor de tareas secundarias, aumentando su profesionalización.

7) **Mejora científica.** A nuestro juicio, el principal objetivo de los Parques Acuícolas debe ser la investigación y dentro de esta, la **diversificación de especies de cultivo**. La acuicultura no prosperará de forma adecuada mientras no exista el suficiente número de especies a cultivar. Estos complejos pueden ejercer, de una vez por todas, ese papel aglutinador que marque objetivos de investigación comunes, concretos y decididos.

8) **Mejor planificación comercial.** El ahorro de esfuerzo y la racionalización de la producción redundan en una disminución de costes, lo que permite un producto muy competitivo. La posibilidad de grandes producciones permite a su vez una política comercial amplia y decidida, que puede incluir mercados lejanos, amplias campañas de promoción o apertura de oficinas comerciales en muy diferentes zonas estratégicas.

9) Podría contribuir, finalmente, a la **reactivación del sector pesquero**, pues estas instalaciones pueden actuar como plataforma para incentivar la investigación pesquera, para el desarrollo de nuevas actividades de maricultura y océanocultura (repoblación, arrecifes artificiales, etc.), como medidas de acompañamiento de la actual Política Pesquera Común (6) y para la cada vez más necesaria incorporación del pescador a la maricultura.

4.1.2- Investigación, comercialización y planificación

Es obvio que con las producciones previstas en estos complejos acuáticos (cifradas en miles de toneladas por Parque) surja de inmediato el fantasma de la comercialización, con la inestabilidad que conlleva la inundación de un producto en el mercado.

Resulta obvio que una planificación acuícola basada en Parques Acuícolas debería realizarse progresiva y cuidadosamente. El desarrollo de estos parques solo puede ir acompañado de un adecuado Plan de Investigación, **basado principalmente en una adecuada estrategia diversificadora** la cual se viene reclamando desde todos los sectores y que por fin podría ser abordada paralelamente al desarrollo de estos Parques acuícolas.

Este Plan de diversificación debería contemplar, a nuestro juicio, la selección de las especies "autóctonas" más apropiadas para la acuicultura por regiones o zonas geográficas y la coordinación de todos los centros de investigación regional (incluidas las empresas). Pensamos que, con objetivos claros y concretos, cualquier especie puede ser cultivada a nivel industrial en unos pocos años y a ello puede contribuir sobre manera los Parques Acuícolas con todo su arsenal industrial e investigador.

Con tales premisas, el desarrollo de los Parques Acuícolas en España podría estructurarse en varias fases correspondiendo la primera a la creación de varios parques piloto (quizás 4 a 6, o, a lo sumo, uno por área marítima), avanzando cautelosamente en función del progreso alcanzado en diversificación y comercialización. Con una media inicial de 1000 a 2000 Tm/año los ocho parques correspondientes a cada fachada marítima (Norte, Galicia, Suratlántico, Surmediterráneo, Levante, Cataluña, Baleares y Canarias) podrían producir entre 8.000 y 16.000 Tm/año, que, incluyendo la producción actual, no se alejarían mucho de las actuales previsiones del **Programa de Orientación Plurianual de Acuicultura** para el año 1996 (21.690 Tm de peces/año) y ayudarían a alcanzar las cotas previstas para el año 2.000 (26.565 Tm/año). El siguiente objetivo de al menos "un parque acuícola por región costera" debería estar en la mente de los planificadores acuícolas desde un principio.

Un Parque Acuícola de unas 20 a 25 hectáreas puede producir fácilmente, en cultivo intensivo, entre 3.000 y 4.000 Tm/año. Según Francesc Castelló, de la Universidad de Barcelona, *"tan solo en el Levante español sería posible el aprovechamiento de más de 10.000 hectáreas de terrenos improductivos"* (7) lo que da cuenta del enorme potencial desperdiciado y a merced de la especulación urbanística.

Por otro lado, la previsible bajada de los precios de las especies de alto valor añadido, que conlleva la producción acuícola, siempre sería mejor afrontada desde la perspectiva de estas grandes organizaciones y las fuertes asociaciones que cabe esperar del desarrollo de estos complejos para los que, de hecho, el continuo abaratamiento de costes debe encontrarse entre sus principales objetivos. No está de más citar las opiniones de algunos analistas al respecto de la producción controlada de pescado a gran escala que debe poner en juego mecanismos de comercialización más imaginativos de los que estamos acostumbrados, entre los cuales cabe citar el control de la calidad del producto (aprovechamiento del índice de frescura), una mayor atención al valor añadido (diversas formas de presentación), la identificación del producto (esfuerzo en las señas de identidad) o canales de comercialización paralelos (implicación de las asociaciones y grupos de productores en la distribución) (8).

4.1.3- Conclusión

La producción de especies marinas se enfrenta a grandes retos que pasan, entre muchas otras, por una elevada competitividad, una gran calidad de producto, unas adecuadas normas de comercialización, o una importante planificación financiera -con una correcta capitalización-, absolutamente imprescindibles para abordar las exigencias de un mundo cada vez más pequeño y competitivo.

Todos los actuales problemas de la acuicultura y todos los previsibles podrían paliarse, a nuestro juicio, mediante la concentración organizada de la producción -como evidente medida evolutiva del sector-, con un fuerte apoyo estatal durante los años que dure su consolidación. La producción marina se presta mucho más que cualquier otra industria a esa concentración debido a la evidente utilidad y necesidad de instalaciones y servicios comunes. La estabilidad en la comercialización y el equilibrio entre rentabilidad y precio de venta pasa por una disminución de costes que solo se puede conseguir mediante fuertes inversiones iniciales y decididos planes de I + D que difícilmente pueden ser afrontados en instalaciones aisladas y dispersas.

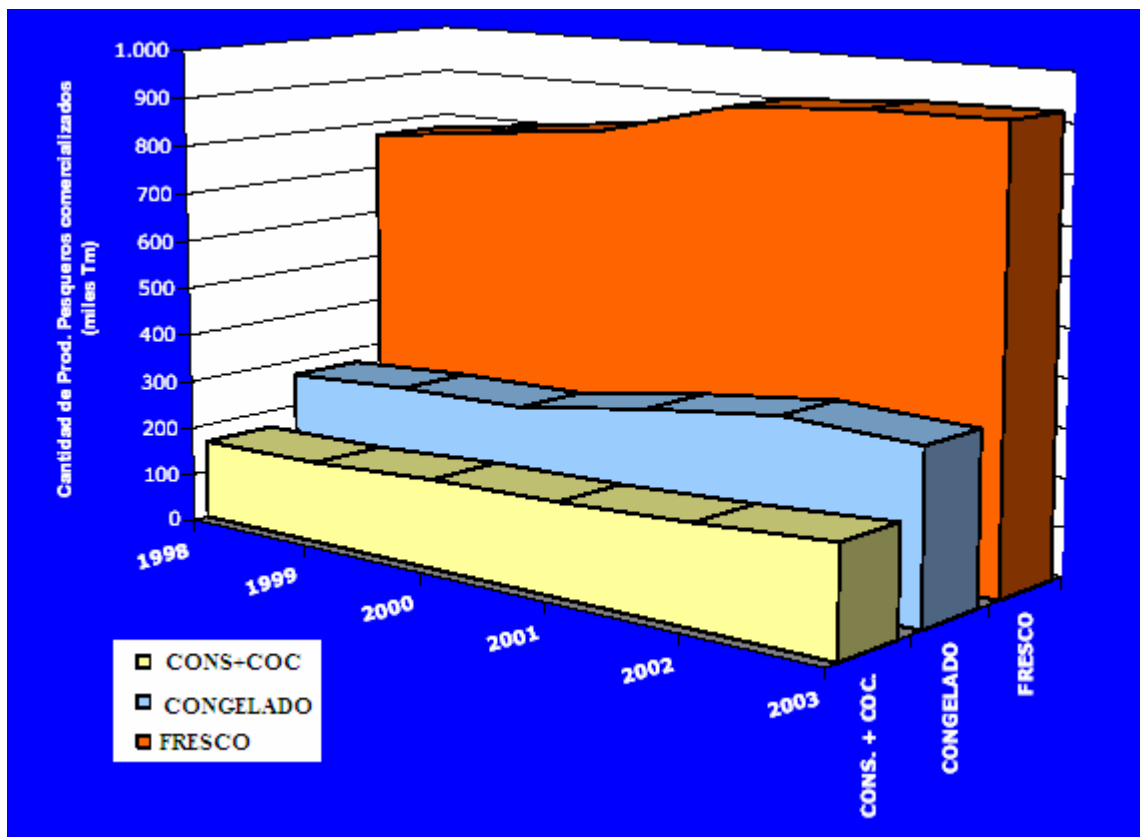
El desarrollo de los Parques Acuícolas y la inmediata selección y protección de los espacios litorales apropiados puede ser el revulsivo que necesita no solo la acuicultura sino todo el sector pesquero para iniciar una verdadera andadura organizada, profesional y quizás -con un poco de imaginación y de suerte- **¡integrada!**.

4.2- CRIANZA DEL MAR

4.2.1- Características de la marca de calidad “crianza del mar” para dorada, rodaballo y lubina.

España es el tercer mercado mundial de productos pesqueros tras los EEUU y Japón y está además en crecimiento. En 2003 se consumieron en España 2.045.000 toneladas de productos pesqueros, y en 2004 la cantidad aumentó hasta un consumo de 37,5 Kg/habitante/año, siendo el 62% de este consumo en fresco.

Figura 1. Evolución del consumo de productos pesqueros en España según su forma de presentación (MAPA)



El mercado pesquero español es un mercado abierto y muy competitivo, en el que priman sobre todo el precio y también la calidad. Pero en el que también tienen cada vez más relevancia la garantía de la seguridad alimentaria y las cuestiones medioambientales relacionadas con los sistemas de captura y producción, si bien la manera de implantarse estas consideraciones es más bien a saltos que gradualmente.

En su mayor parte, los productos pesqueros frescos son productos genéricos, lo que otorga al precio un peso primordial y además causa que los productores tengan muy poco control sobre el producto una vez que este abandona sus instalaciones.

En el mercado español de pescado los productores de acuicultura españoles no solo competimos con el pescado procedente de la pesca extractiva nacional e

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos Internacional sino también con las producciones de acuicultura de países con costas, en ocasiones, inferiores a los nuestros.

Figura 2. Evolución de las fuentes de obtención de DORADA en el mundo: Pesca extractiva vs. Producción acuícola, para el periodo 1980-2003. Datos FAO.

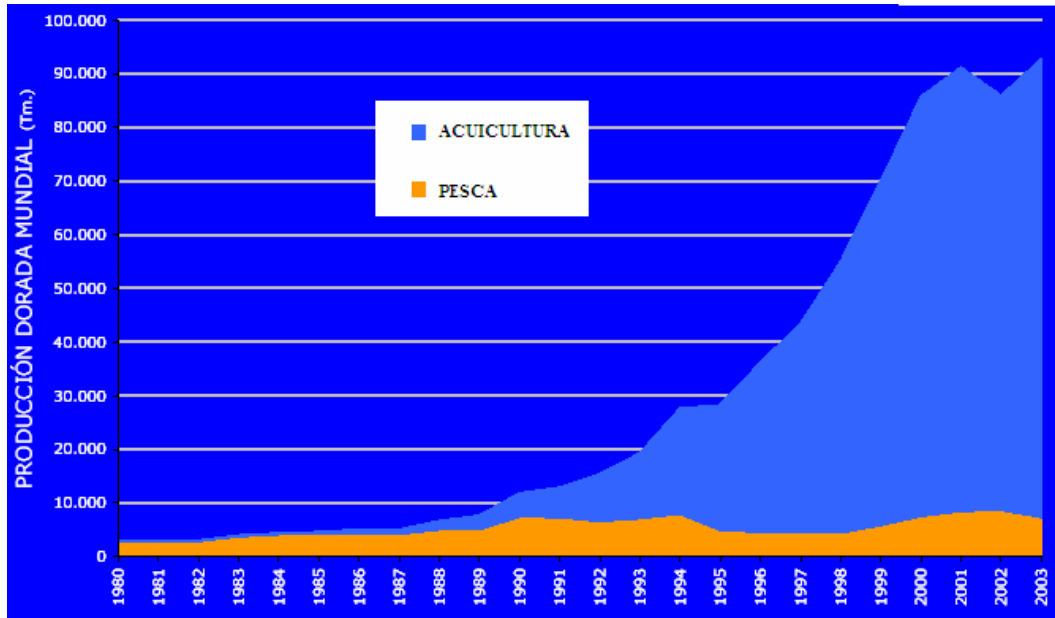
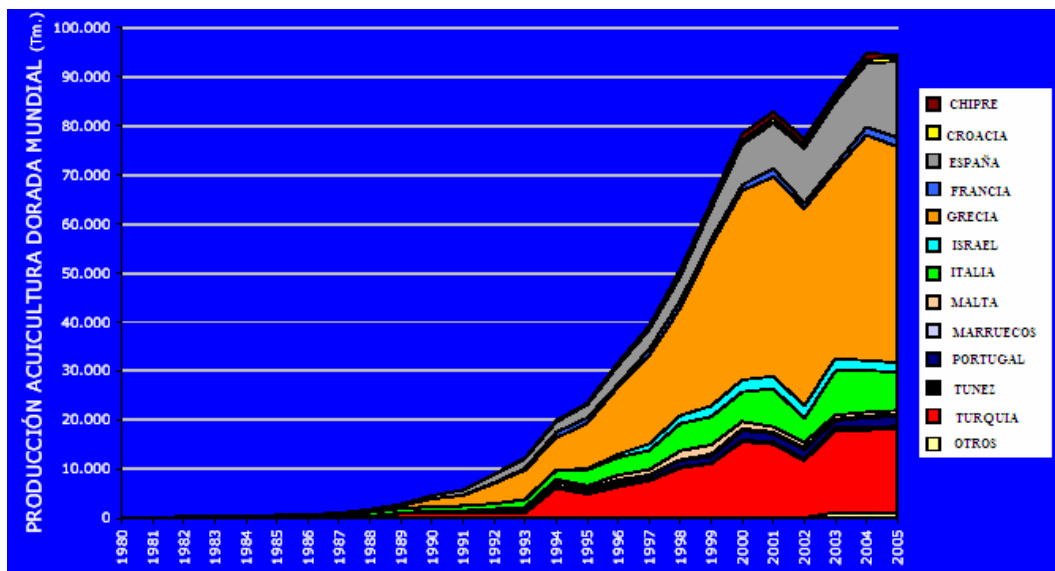


Figura 3. Evolución de la producción mundial de DORADA de acuicultura (FAO+FEAP).



Sin embargo, es importante destacar que en encuestas de hábitos de compra y consumo, el español es un consumidor que prefiere el producto nacional. El 68,8% de los hogares españoles está totalmente de acuerdo o de acuerdo con la afirmación que

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

“prefieren productos del país”, y que en el caso de pescado fresco grado de preferencia alcanza el 71,1%.

4.2.2- *¿Porqué crear una marca?*

El pescado fresco es uno de los últimos grandes productos alimentarios en los que se comienzan a implantar marcas. Dada la situación de alta competitividad existente en los mercados de las especies dorada, rodaballo y lubina, desde APROMAR somos conscientes de que para competir con éxito y lograr una eficacia que se traduzca en rentabilidad debemos adoptar decisiones estratégicas que nos lleven a una posición de ventaja competitiva sostenible. Estas decisiones son:

1. Segmentar el mercado
2. Diferenciar nuestros productos

Y esto lo podemos conseguir posicionándonos con una marca. Por ello hemos optado por una marca colectiva (Ley 17/2001, de 7 de diciembre, sobre Marcas Colectivas y de Garantía y Denominaciones de Calidad), con la que pretendemos para nuestros pescados:

- a. Diferenciarlos por su calidad
- b. Revalorizarlos en los mercados
- c. Tener un mayor control sobre ellos

El establecimiento de una marca es un proceso largo y complejo con resultados generalmente positivos pero no inmediatos porque se incide sobre canales de comercialización tradicionales y en los hábitos de consumo de la población. Con este objetivo en mente acordamos con la SGPM-FROM en 2003 la realización de un proyecto piloto para la Mejora de la Calidad de los Productos de los Cultivos Marinos que tuviera como uno de sus frutos la creación de una marca de calidad para los pescados españoles de acuicultura marina. Este proyecto lo financió y dirigió el Fondo de Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca y Cultivos Marinos (FROM), lo ejecutó la empresa de consultoría de calidad y medioambiente Tea Cegos Deployment y ejerció como observador-colaborador APROMAR.

En el desarrollo del proyecto se involucró a todos los agentes que se interpretó que tenían algo que aportar:

- **El sector**, es decir, los productores de pescados marinos de crianza. Al tratarse de un proyecto piloto se contó con un grupo reducido pero representativo de 12 empresas: Acuícola Marina SL, Cupimar SA, Acuidoro SA, Alevines y Doradas SA, Piagua SA, Cabo Pez SL, Alevines del Mediterráneo SL, Tinamenor SA, Cedra SL, Cudomar SL, Framar SL y Tingoe SL. En ellas se realizó la implantación y validación de un modelo de gestión para la acuicultura marina, tanto en su vertiente de gestión de la producción como de la gestión medioambiental. Y ya con el conjunto del sector se recabaron comentarios y sugerencias sobre la creación de la marca colectiva. Además, APROMAR participó directamente sobre el desarrollo de la Marca Colectiva “Crianza del Mar”.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

- **Los fabricantes de pienso** participaron en la identificación de cuestiones relativas a la adquisición, gestión y utilización de piensos, y también sobre las características del pienso y del proceso de alimentación a contemplar en el reglamento de la Marca. Las empresas que colaboraron fueron Skretting, ProAqua SA, Biomar Iberia SL y Le Gouessant.
- **La distribución** fue consultada sobre sus experiencias previas en proyectos de mejora de la calidad de los productos, en la identificación de posibles barreras a la implantación de la Marca –tanto desde la perspectiva mayorista como minorista-, y Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos colaboraron en los sondeos de opinión. Las organizaciones que colaboraron fueron Mercasa, Asedas, Fedepesca, Carrefour y El Corte Inglés.
- **Y los consumidores**, a los que se consultó sobre sus hábitos de consumo de pescado fresco, sobre su nivel de conocimiento de la acuicultura marina y sus productos, acerca de sus opiniones sobre la creación de una Marca, así como sobre sus ideas sobre las necesidades de información y sensibilización. Se realizó un número importante de encuestas y en ellas se comprobó que, en general, el consumidor sabe que existe un método de obtención de pescado que no es el extractivo, aunque desconoce en gran medida en qué consiste. La opinión que le merece el pescado de acuicultura marina -en general- es positiva, ya que de entre los factores expuestos a su consideración, no se han destacado ninguno en especial al que se pueda vincular la no adquisición. Como palancas principales los consumidores destacan el precio –sobre todo su estabilidad- y la disponibilidad durante todo el año, además de su buena presentación. En cuanto a la intención de compra del producto amparado bajo la marca Crianza del Mar, la percepción es en general positiva en cuanto a los ejes de la misma: pescado nacional, con marca propia, con controles alimentarios, de la máxima frescura y con respeto al medio ambiente. Aunque no se plantea la marca como mecanismo de incremento de precios, el consumidor confirma que está a priori dispuesto a pagar un poco más – hasta un 10%- por estos pescados.

Los resultados del proyecto fueron los siguientes tres:

1. El diseño y validación de un Modelo de Gestión de la acuicultura marina (especies dorada, lubina y rodaballo).
2. La elaboración del Reglamento de la Marca Colectiva “Crianza del Mar”.
3. Y la elaboración de un plan de comunicación y promoción de la marca colectiva “Crianza del Mar”.

4.2.3- *¿Quiénes pueden aprovechar la marca Crianza del Mar?*

Solamente podrán ampararse bajo la marca Crianza del Mar pescados producidos mediante acuicultura. Y las especies inicialmente aprobadas son la dorada, la lubina y el rodaballo, aunque está abierto a la futura incorporación de más especies.

Los pescados deberán además ser comercializados enteros, la dorada y la lubina tendrán que superar un peso individual mínimo de 300 gramos, y los rodaballos un peso de cada ejemplar superior a 700 gramos.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Para que uno de estos pescados pueda utilizar la marca deberán haber sido objeto de crianza, manipulación, envasado y primera expedición en instalaciones de producción acuícola españolas que cumplan el Reglamento de la Marca. Cada uno de los pescados amparados por esta marca portará un marchamo o etiqueta plástica adosada a su opérculo que mostrará el logotipo de la marca para su reconocimiento:



4.2.4- *¿Qué garantiza la marca Crianza de Mar?*

Las doradas, rodaballo y lubinas que porten el distintivo de la marca Crianza del Mar estarán garantizados por que en su proceso de producción se hayan cumplido las siguientes cuestiones:

Control sobre medio de cultivo. Se habrá realizado un control del medio de cultivo para garantizar la seguridad alimentara de los consumidores y el bienestar de los peces.

Alimentación. Se habrá controlado la alimentación de los peces para asegurar que sea idónea para su desarrollo, para garantizar la seguridad alimentaria y para preservar el medio ambiente.

Control sanitario. La base de la política sanitaria habrá sido la propia de una correcta gestión y prevención.

Despesque y sacrificio. Se habrán establecido una serie de condiciones para asegurar la calidad y la reducción de perjuicios innecesarios a los peces durante la fase de despesque y sacrificio.

Clasificación, manipulación y envasado del pescado sacrificado. No se habrá empleado ningún tipo de conservante químico ni aditivo artificial.

Transporte y venta. Las empresas garantizarán el haber puesto el pescado en la cadena de comercialización en menos de 24 horas desde el momento de su sacrificio.

Condiciones ambientales. El cultivo y todas las actividades asociadas de las empresas habrán sido respetuosas con el medio ambiente, para lo cual se habrán establecido medidas de prevención y gestión de su impacto y la integración con su entorno.

Gestión de la empresa. Cualquier intento de garantía hacia el consumidor pasa por la adecuada gestión interna de las empresas, que tiene una repercusión perceptible en los productos y servicios que vende a sus clientes. Por esta razón, en aras de asegurar una adecuada gestión, las empresas de producción, manipulación y/o expedición acogidas a esta Marca dispondrán y cumplirán con un MODELO DE GESTIÓN DE LA ACUICULTURA MARINA.

Los principales hitos de este modelo son:

- Modelo diseñado y validado mediante el trabajo con un total de 11 empresas productoras.
- Alineado con conceptos de gestión, producción y sostenibilidad
- Normalizado mediante los siguientes soportes:
 1. Guía de Implantación del Modelo de Gestión de la acuicultura marina (especies dorada, lubina y rodaballo)
 2. Manual de Formación para la implantación del Modelo de Gestión de la acuicultura marina (especies dorada, lubina y rodaballo)
 3. Guía y tríptico de Gestión Medioambiental

Y los requisitos del modelo son los siguientes:

- Cumplimiento de requisitos administrativos para la actividad.
- Identificación y documentación de procesos productivos.
- Aseguramiento de la trazabilidad del producto a lo largo del proceso productivo.
- Implantación de un sistema APPCC (Aseguramiento de Puntos Críticos).
- Implantación de estándares propios de producción.
- Definición del mapa de procesos de la empresa.
- Establecimiento de un cuadro de mando de indicadores de gestión.
- Identificación de funciones y responsabilidades.
- Definición de una política de calidad.
- Definición de una política medioambiental.
- Identificación de aspectos medioambientales.
- Realizar la gestión de los residuos.
- Disponer de objetivos de mejora medioambiental.
- Implantación de estándares externos de producción (vía requisitos de los clientes o marca).

4.2.5- ¿Cómo se va a implantar la marca?

Construir e implantar la marca “Crianza del mar” de los productos de la acuicultura marina va a significar:

1. Convertir la marca en relevante para empresarios, distribución, opinión pública y compradores/consumidores de productos en el ámbito nacional (e internacional en un futuro).
2. Dotar a la marca del contenido racional y emocional suficiente para que sea una marca aspiracional.
3. Difundir la marca para que sea conocida entre todos los públicos.

Lo que queremos es que Crianza del Mar llegue a ser sinónimo de pescado español de calidad, en sus sentidos de propiedades gastronómicas, de favorecedor de salud, seguridad y de respeto al medio ambiente.

El protocolo de actuación para la implantación va a consistir en tres pasos:

1er paso. Información y concienciación interna del sector. Vamos a realizar acciones de marketing interno en el sector porque sólo si se conoce el porqué de marca, su significado y su apoyo, se cree en su fortaleza. Sólo si se ve su efectividad, se alimenta la confianza en la marca: se hace crecer la marca. Esta creencia es la que establece un diferencial y consigue la implicación real del sector y de sus empresas.

2º paso. Conseguir que el canal (mayoristas / minoristas) crea en la marca. Para ello habrá que darle argumentos e información completa. El éxito de la marca va a pasar por la implicación real de los puntos de venta y por que se fomente su prescripción. Vamos a rebajar de la mano con los canales de comercialización.

3er paso. Dar a conocer la marca al consumidor y a la opinión pública. Se informará sobre el sector, sobre los procesos y sobre la marca. El objetivo es que el consumidor conozca, reconozca y pida la marca

A día de hoy la marca Crianza del Mar está registrada a nombre de APROMAR, que es la titular de la marca, y está establecida la Junta Directiva Constituyente, que dirigirá sus primeros pasos. Han comprometido su registro en estas primeras semanas de actividad 25 empresas, productoras de dorada, rodaballo y lubina, y que en 2005 pusieron en el mercado 7.400 Tm de pescado, el 28% de la producción nacional de estos pescados. Contamos con que los primeros pescados portando el distintivo de la marca estén en los mercados después del próximo verano.

5.-ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE ACUICULTURA ESPAÑOLAS EN RELACIÓN A LA VULNERABILIDAD DE LOS DISTINTOS TIPOS DE JAULAS O VIVEROS MARINOS.

5.1.- Introducción.

El las últimas décadas se ha producido un enorme desarrollo de la acuicultura marina en Europa. Comenzó en Noruega y Escocia principalmente con el cultivo del salmón. Actualmente la acuicultura marina se ha expandido geográficamente al sur de Europa y a toda América y han aumentado el número de especies en cultivo. Es un sector en fuerte crecimiento tanto en volumen, como en el número de especies cultivadas y en valor total.

En sus comienzos, el cultivo se realizó en tierra o en zonas protegidas contra las inclemencias marítimas, como los fiordos noruegos, pero el continuo desarrollo del sector, la competencia con otras actividades humanas y la presión de grupos ecologistas han limitado la disponibilidad de estas zonas para su uso acuícola.

Las nuevas granjas están situadas en zonas cada vez más alejadas de la costa y por lo tanto expuestas a condiciones más duras de oleaje y corriente, con mayor posibilidad de sufrir los efectos de temporales.

El riesgo de perder el stock por temporales o por desgaste de las estructuras aumenta al situarse en zonas más expuestas, pero son mejores zonas para el cultivo, al permitir una mayor renovación del agua. Esta mayor renovación de agua reduce el riesgo de enfermedades y en general mejora las condiciones del cultivo y por lo tanto los resultados productivos.

No hay duda de que la acuicultura presente y futura pasa por el cultivo en zonas no protegidas usando lo que se ha venido a llamar Viveros “offshore”.

El mayor desgaste y exposición a los temporales de los viveros “offshore” obliga a desarrollar nuevos diseños que puedan resistir condiciones más extremas y esto deben hacerlo sin aumentar significativamente los costes de producción.

La base tecnológica actual de las granjas procede de las enseñanzas en zonas más protegidas del norte de Europa. En España la escasez de estos lugares ha obligado al sector a tener que desarrollar nuevos sistemas de cultivo y la ha convertido en unos de los países líderes mundiales en el uso de viveros “offshore”.

5.2.- *Objetivos.*

Los viveros “offshore” están situados de forma permanente en el mar y por lo tanto expuestos a agresiones constantes por parte de las corrientes, los oleajes, degradación química y física.

La orientación del presente estudio es eminentemente práctica. Utilizando como fuente del mismo la dilatada experiencia en el sector del personal redactor del mismo.

Se pretende describir la situación actual del sector con respecto al grado de seguridad de las instalaciones desde un punto de vista funcional y llamar la atención sobre los puntos críticos en el material utilizado, proponiendo soluciones que sirvan para definir mejores instalaciones y hacer que un acuicultor pueda alcanzar y mantener un grado de seguridad razonable.

En concreto este estudio pretende alcanzar tres objetivos diferentes según el lector:

Para **el Acuicultor**, pretende ser una guía donde mostrar los puntos críticos que debe observar en su granja, y los consejos que debe seguir para garantizar niveles adecuados de seguridad.

Para las **compañías aseguradoras** sugiere pautas que ayuden a identificar puntos críticos.

Para la **Acuicultura en general**, **augmentar la rentabilidad** de las producciones acuícolas reduciendo las pérdidas sin que suponga un incremento proporcional en los costes.

En este estudio se describe un sistema típico de cultivo en mar abierto en España (más del 95% de la industria usa los sistemas aquí descritos) para especies ya en explotación comercial como la dorada, la lubina o la corvina.

La técnica más utilizada es el vivero circular flotante de tubo de polietileno, donde varias de ellos se fijan a un **entramado** dispuesto generalmente a unos cinco metros de profundidad. Dentro de este sistema hay variaciones en algunos componentes del mismo que se describen en el texto.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

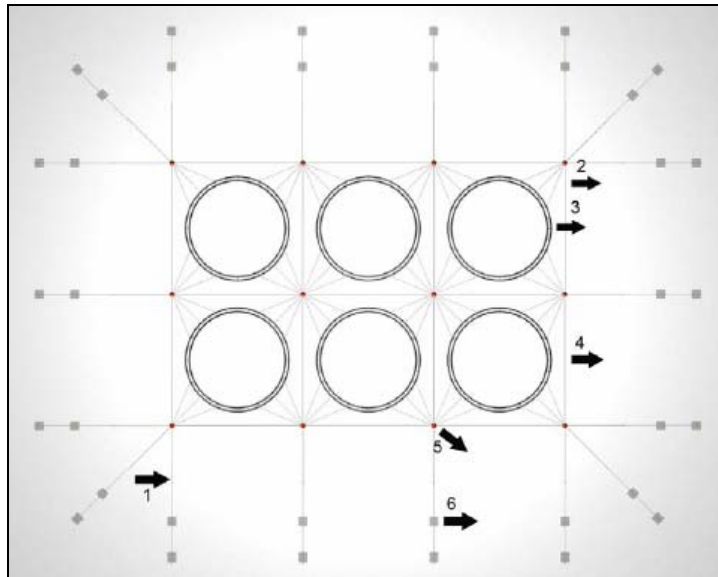


Fig 1 Vista superior de un sistema de Vivero-entramado-fondeo

1. Línea de fondeo.
2. Entramado.
3. Vivero.
4. Entramado.
5. Campana, anillo o plato.
6. Bloque.

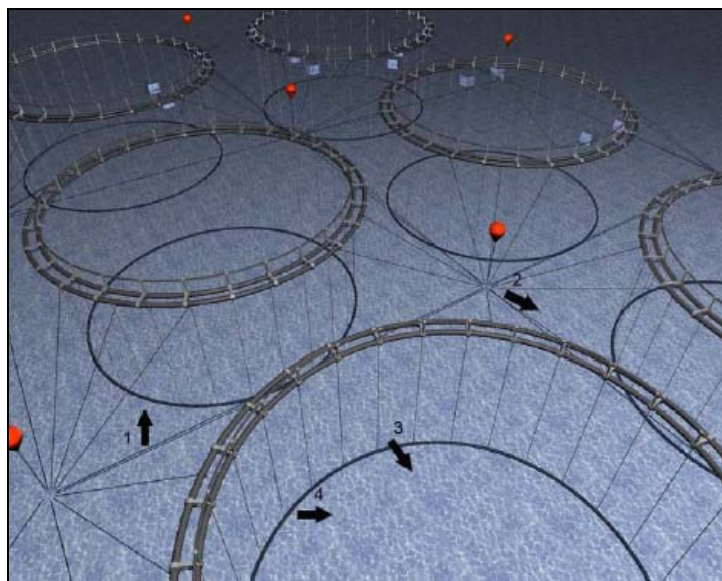


Fig 2 Vista del interior de un entramado.

1. Entramado.
2. Campana o anillo.
3. Cabo que soporta anillo froya o anticorriente.
4. Anillo anticorriente o froya.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

En este estudio no se han considerado sistemas experimentales o poco utilizados comercialmente en España como pueden ser:

- **Ocean Spar.** Es realmente el nombre de una empresa americana (www.Oceanspar.com), que construye varios diseños (sea Station, Sea cages system) de viveros. Son sistemas revolucionarios que incorpora el uso de un nuevo material de alta resistencia. Su ventaja es la mayor resistencia frente a temporales que los sistemas tradicionales. Tiene la desventaja de un mayor coste y un manejo muy distintos. Sólo se ha probado comercialmente en algunos lugares y por ahora no parece que logren competir con los sistemas más establecidos.
- **Sistema Refa.** (www.refamed.com) Se trata de un vivero fijado de forma individual (no existe entramado). Cuando el oleaje y/o la corriente alcanzan un determinado nivel el vivero se sumerge por el efecto de la corriente que lo hunde proporcionalmente a la fuerza del mismo, protegiéndose así de los efectos más significativos. Es un sistema revolucionario en su planteamiento pero escasamente testado a nivel comercial.

En este estudio se han dividido los componentes de una granja acuícola en tres grupos:

- el entramado y fondeo
- los viveros
- las redes.

Posteriormente los componentes se dividen en cuatro para poder realizar un listado detallado de los puntos críticos. Estos puntos críticos se presentan al final como un auto-evaluación (Anexo #3) que el granjero puede realizar. Permite dar una visión amplia y detallada del estado de la granja. Como toda valoración tiene cierto grado de subjetividad.

Es importante recordar que cada granja está construida en base a un proyecto que tiene que ser visado por un ingeniero naval. Proyecto donde se definen, entre otras cosas, unas estructuras, su resistencia y un plan de mantenimiento específico.

Supera los límites de este estudio definir con exactitud los mínimos que deben cumplir en cada caso un proyecto concreto, ya que sería necesario hacer un estudio mucho más amplio. Este estudio se ha limitado a intentar explicar; el funcionamiento de las distintas estructuras que forman parte de una granja acuícola, los fallos más frecuentes que se suelen producirse y los puntos críticos que ayuden a aumentar la seguridad de una instalación acuícola.

Muchas de las orientaciones aquí dadas no podrán ser de utilidad si no son interpretadas bajo la luz de lo que vulgarmente se llama “sentido común”. Por dar un

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

ejemplo; si tomamos dos granjas similares con anclajes con peso total de 15 Tn (muy común). No es lo mismo un desgaste del 10% de los grilletes del fondo en una granja con grilletes de 5 Tn, que el mismo desgaste en otra granja con grilletes de 15 Tn. En esta última a pesar de tener el mismo grado de desgaste, este no representa un riesgo para su seguridad.

5.3.- Descripción de los elementos básicos.

Para la descripción de los elementos básicos del sistema se comienza desde el fondo marino hacia arriba, usando un criterio funcional para definir los tres grandes grupos de elementos que lo componen: Fondeo-entramado, los viveros y las redes.

El fondeo (“mooring”) y el entramado (“grid”), El fondeo es el elemento que fija los viveros al fondo marino es, por tanto, el elemento que menos se mueve de todo el sistema. El entramado, es el elemento que fija los viveros entre si, sin permitir movimiento relativo entre ellas y que transmite la energía del oleaje y de la corriente al fondo marino.

Los vivero (“cages”), son los elementos que mantienen las redes. Al contrario que el resto de los elementos, los tubos se mueven con facilidad ante el oleaje pues interesa que sean flexibles. Por el contrario no se ven afectadas significativamente por la corriente.

Las redes (“nets”), son los elementos que contienen las especies en cultivo. Se comportan de forma diferente a los viveros ya que ofrecen gran resistencia a la corriente y tienden a no moverse con el oleaje.

Para la correcta construcción de una granja **deben tenerse en cuenta las condiciones específicas del lugar donde se quiera instalar**. En consecuencia, es muy importante disponer de información de las condiciones marítimas de la zona de ubicación, ya que la granja no sólo debe soportar las condiciones ambientales sino hacerlo de la forma más económica.

De lo anterior se deduce, que el diseño correcto de la granja y de sus elementos constituyentes, debe ser **específico para cada granja**. Se ha podido observar que granjas situadas físicamente muy próximas soportan condiciones ambientales muy distintas.

5.3.1. El fondeo y el entramado.

Para fijar un vivero en un punto del mar lo lógico sería fondearla de forma independiente, así, un fallo en el sistema de fondeo sólo afectaría a ese vivero, es sin duda el sistema más seguro.

Pero si queremos fondear 12 o 24 viveros de forma independientemente, el número de elementos de fondeo sería muy elevado, ocuparía una superficie de fondo marino muy grande y supondría unos gastos de mantenimiento más elevados.

Hace algún tiempo, en los países nórdicos se comenzó a utilizar un sistema que permite colocar viveros muy cerca una de otra con costes inferiores a lo que supondría un fondeo independiente. Esta técnica es el **entramado** moderno, que lo constituyen una serie de celdas sumergidas (generalmente a unos 5 metros) dentro de las que se colocan y se fijan los viveros.

Este sistema es claramente más económico que un fondeo individual pero tiene el inconveniente que al estar todos los viveros unidos, un fallo en el entramado puede tener consecuencias muy graves para la totalidad de la instalación.

5.3.1.1. Los bloques y las anclas.

Es la parte del sistema que permite fijar al fondo toda la estructura. Están diseñados para resistir la tensión de las líneas de fondeo, manteniendo en posición a la instalación.

Los bloques suelen ser paralelepípedos de hormigón pobremente armados, con elementos metálicos embebidos que sirven para fijar otros elementos, como cables, cadenas, cabos, etc. (Fig #2 y#3).

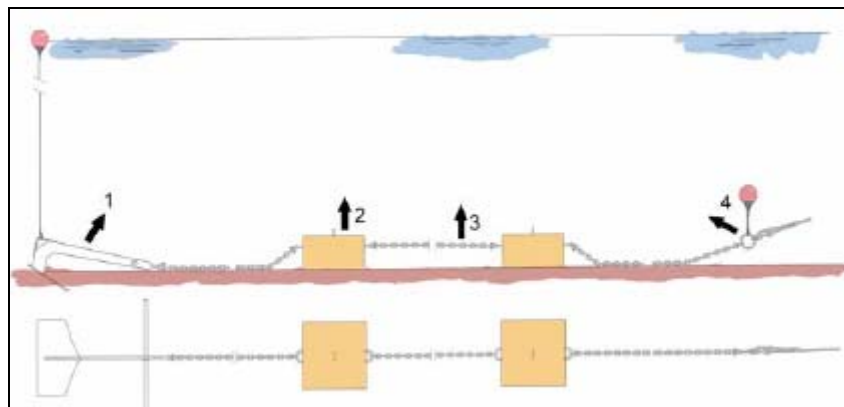


Fig 3 Esquema de fondeo con ancla.

1. Ancla.
2. Bloque.
3. Cadena o cabo entre bloques.
4. Anillo de conexión cadena de fondeo a línea de fondeo.

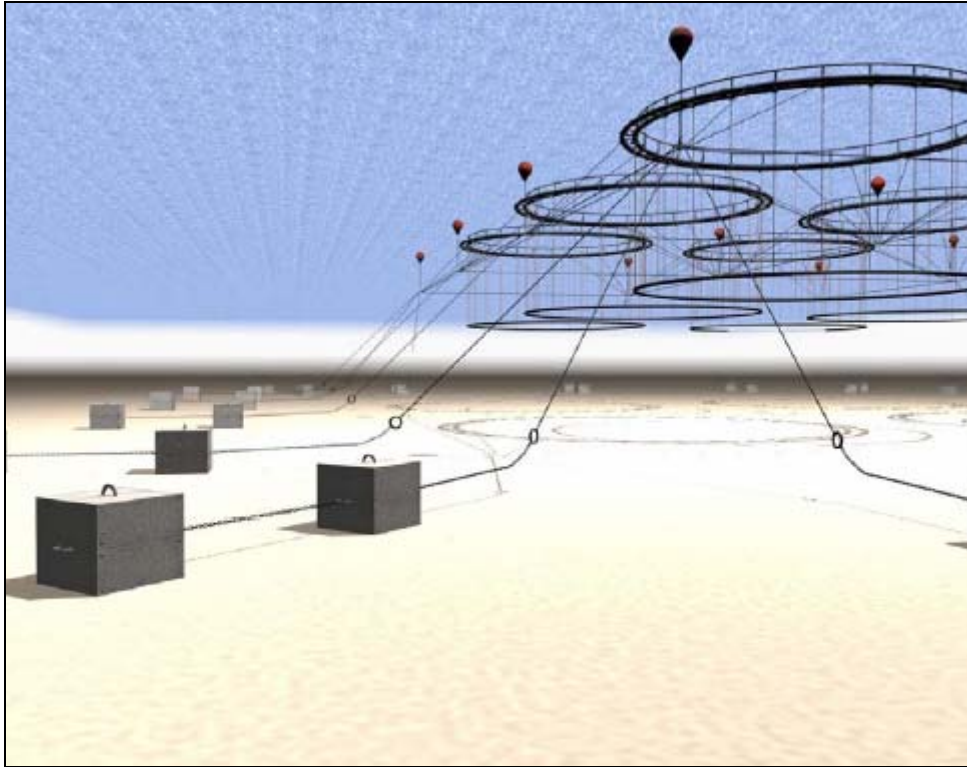


Fig 4 Fondeo sin ancla y línea de fondeo a entramados.

El uso de ancla o bloque depende de cual de las dos técnicas cumpla mejor la función de mantener fija la instalación ante la tensión producida por las condiciones marinas, y esto dependerá fundamentalmente del tipo de fondo sobre el que se fije la granja. En general, se tiende a usar las anclas en fondos arenosos o de material donde fácilmente se puede soterrar. En fondos rocosos o duros se usan normalmente los bloques.

En España existen desde sistemas que usan sólo anclas (pocos) hasta granjas que sólo tienen bloques y muchos casos donde se combinan ambos sistemas. En este último caso el ancla es el primer elemento (más externo)

Desde el fondo hacia arriba, los sistemas típicos instalados en España suelen colocarse con un ancla conectada con una cadena a un bloque de entre 5 o 10 TN, que en algunos casos (sobre todo en los fondeos de las esquinas) está conectado a otro bloque de 5 TN por un cabo ó una cadena.

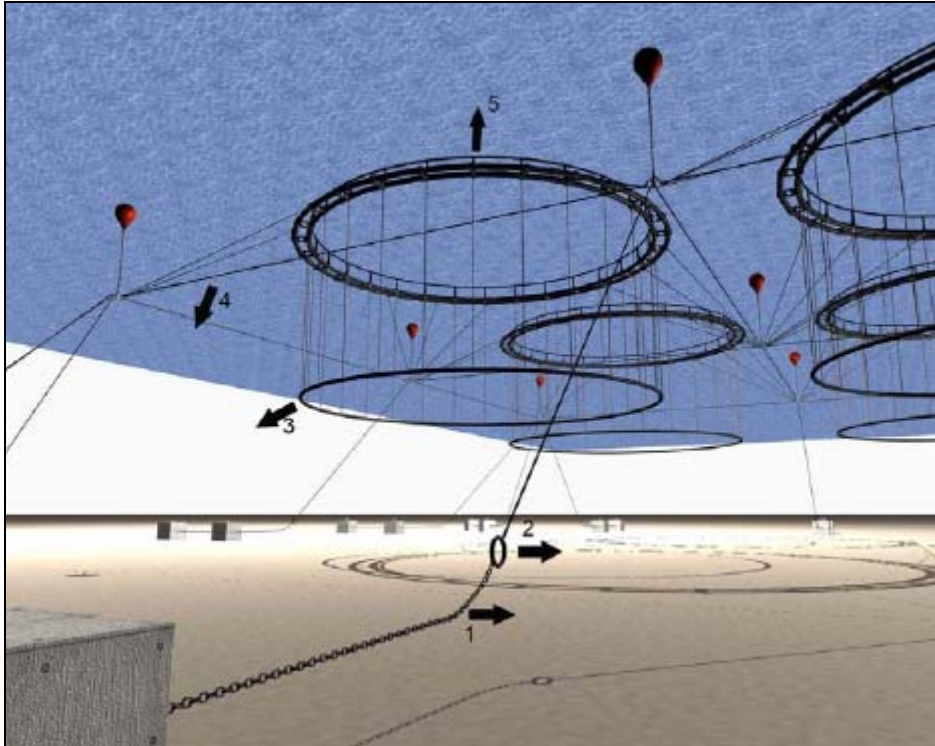


Fig 5 Línea de fondeo que conecta la cadena de fondo con entramado.

1. Cadena de fondeo.
2. Anillo de conexión.
3. Anillo froya o anticorriente.
4. Entramado.
5. Vivero.

La función de mantener fijo el sistema se logra gracias al peso y a que tienden a arrastrar el sustrato del fondo (especialmente importante en el caso del ancla).

El efecto de arrastre del bloque, depende del tipo de sustrato del fondo, que es función del coeficiente de rozamiento entre ambos, pero con él se logra que la tensión necesaria para mover uno de estos bloques sea superior al peso sumergido del mismo.

En caso de existir dos bloques, para evitar desplazamientos después de la instalación de los mismos, estos deben estar alineados entre si y también deben estarlo con la línea de fondeo. Además, es importante que la cadena o cabo que une los dos bloques esté tensa, de tal forma que tan pronto el primer bloque (el más interno) empiece a moverse el segundo se oponga a ello.

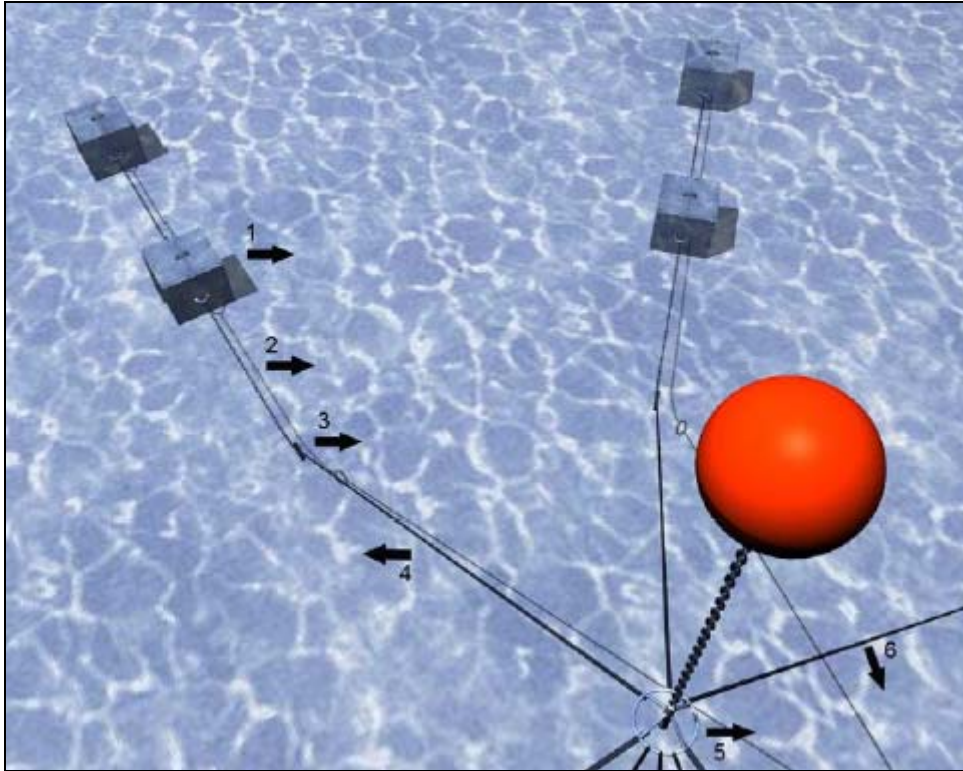


Fig 6 Detalle de del fondeo de una esquina de entramado.

1. Bloque de fondo.
2. Cadena de fondo.
3. Anillo de conexión cadena-línea de fondeo.
4. Línea de fondeo.
5. Campana.
6. Entramado.

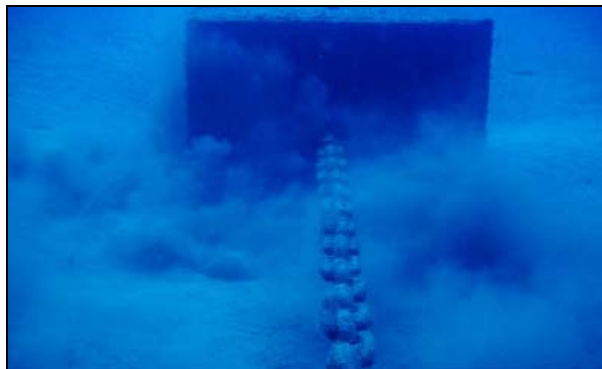


Foto1 Cadena entre bloques tensionada.



Foto2 Unión de la cadena de fondo con el último bloque.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Es fácil comprender que si los bloques no están alineados y/o el cabo o cable que los une no está tenso, cuando la línea de fondeo empiece a tensarse intentará desplazar el primer bloque hasta que el segundo se resista. El desplazamiento del primer bloque moverá la granja y puede tener graves consecuencias sobre el resto del sistema.

El bloque más cercano a la línea de fondeo se une a la **cadena de fondo** a través de un grillete que debe estar garantizado por el fabricante y cumplir con lo estipulado en el proyecto.



Foto3 Unión de cadena de fondo a cabo con anillo.

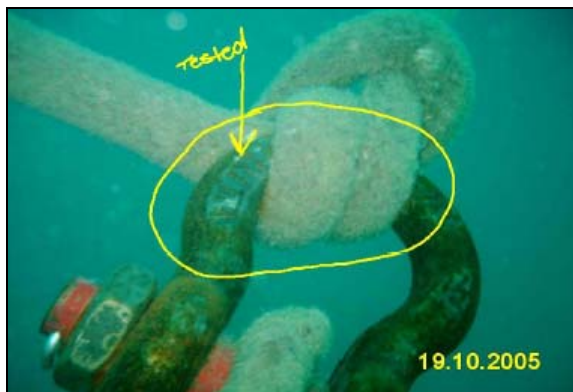


Foto4 Conexión sin anillo y grillete de 17 Tn. certificado.

5.3.1.2.- La cadena de fondo.

Como hemos descrito y se puede observar en los esquemas, los bloques se disponen unidos a la cadena del fondo. Esta varía mucho en sus características pero en general suele ser de 40 mm y tiene entre 20 m y 35 m de longitud.

Esta cadena tiene como función la de absorber la energía transmitida desde la superficie debido al movimiento. Cuando la línea de fondeo se tensa la cadena de fondo se levantará proporcionalmente a la tensión que transmite la línea y en la mayoría de las situaciones la energía se absorberá como movimiento de la cadena de fondo.

La longitud de la cadena no es muy importante si se usan bloques para el fondeo.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Por el contrario, si sólo se usan anclas sin bloques, como es el caso en alguna granja española, la longitud de la cadena de fondo debe ser lo suficiente larga como para que su peso amortigüe la energía transmitida del entramado y calculada en el proyecto.

5.3.1.3.- El cabo de la línea de fondeo.

La cadena de fondo, se une a un cabo que sube hasta los 5 metros de profundidad. La unión entre la cadena de fondo y este cabo se puede hacer usando tres alternativas:

- El cabo se fija directamente al grillete de la cadena. (Foto 4)
- Para evitar que el cabo se deshilache, se protege con un guardacabo y con un grillete se une a la cadena.
- El cabo se fija a un anillo y este se une con un grillete a la cadena del fondo.(Foto3)

Cualquiera de las tres soluciones es válida, pero como en cualquier construcción, mientras menos elementos existan menor es la posibilidad de que fallen.

En la unión de la cadena con el cabo se suele colocar una boya para evitar que el cabo toque el fondo y eliminar el rozamiento con el mismo. La realidad es que debido a la presión a esa profundidad y a que las boyas suelen estar llenas de aire, se deterioran y colapsan con el tiempo y no realizan su función real (Fig 3). Esta boya no aporta valor y no debería esta instalada, pero si se hace debería estar diseñada para tolerar las presiones a esta profundidad.

El cabo sube hacia la superficie con una relación 1:3 (aceptada internacionalmente para un fondeo correcto: cada 20 m de profundidad el cabo mide al menos 60 m) y termina conectando con el entramado (Fig 6).

5.3.1.4.- La campana o plato.

A los cinco metros de profundidad el cabo de la línea de fondeo termina uniéndose al entramado a través de una campana, un plato o un anillo. Esta unión se puede realizar de varias maneras.

1. Se ata directamente el cabo a un anillo que luego se une con un grillete a la campana del entramado (ver foto 5).
2. El cabo se ata directamente a la campana (ver foto 6).
3. Se le añade un guardacabo que con un grillete se termina uniendo a un trozo de cadena y con otro grillete a un plato de acero (ver foto 9).

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

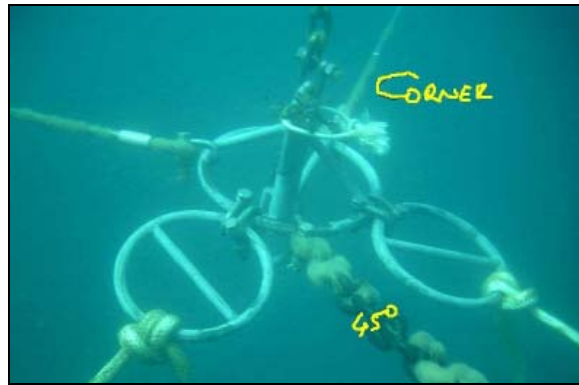


Foto 5 Foto de una campana con anillos y línea a 45.



Foto 6 Esquina cabos unidos directamente.



Foto 9 Plato con entramado de cabo y guardacabo. conexiones y grilletes de 17 Tn

Esta campana o plato esta sujeta por una cadena de 5 m a una boya en la superficie. Los distintos platos, campanas o anillos se unen entre sí usando cabo o cables y así delimitan un entramado hecho por celdas cuadradas. La función de estos platos es la de servir de elemento de conexión, al tiempo que distribuir las fuerzas (Fig 7, Foto 5y 9).

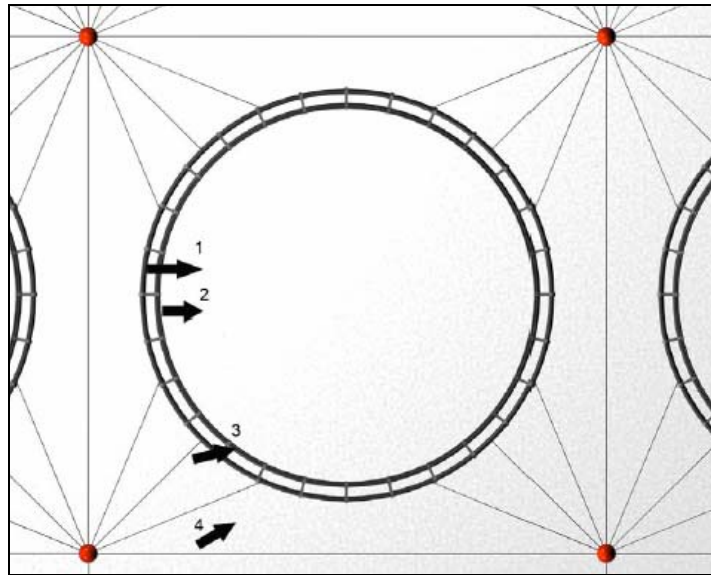


Fig 7 Vista superior de un Vivero en su celda correspondiente.

1. Anillos externo del vivero.
2. Anillo interno del vivero.
3. Pata o estachas.
4. Entramado.

La orientación de este entramado respecto de la corriente predominante debe ser la que minimice el impacto. Los viveros soportan el efecto de la corriente, de tal forma que el vivero colocada detrás de otro, respecto a la corriente, esta protegida en gran parte por el primero.

Este efecto de sombra de los viveros hace que el desgaste de los viveros en sombra sea menor al tiempo que se reduce la presión total que éstas transmiten al entramado.

5.3.2.- *Los viveros.*

5.3.2.1.- *La forma y los materiales.*

A lo largo de la historia de la acuicultura se han usado muy distintos tipos de viveros. Originalmente se comenzó con viveros de formas cuadradas hechas de madera en lugares muy protegidos.

Con el desarrollo de la industria se pasó de la madera a viveros metálicas cada vez más grandes. Mientras fueron cuadrados, eran muy sencillos de operar al estar todos unidos, una sola persona podía gestionar hasta 12 viveros sin necesitar barco.

Pero un sistema con Viveros cuadradas tiene dos grandes inconvenientes:

1. Necesita ubicarse en zonas muy protegidas (no resisten en mar abierto).
2. Incluso ubicadas en zonas protegidas la energía se disipa por las esquinas y durante largos periodos de mal tiempo se pueden romper.

A medida que la industria crecía, la falta de lugares protegidos obligó a buscar localizaciones cada vez más expuestas desarrollando los viveros “offshore”.

En cuanto a **la forma**, los primeros intentos por colocar viveros en lugares más expuestos se realizaron con viveros hexagonales. Estas Viveros tuvieron bastante éxito y de hecho se siguen usando en algunas partes de Irlanda.

Posteriormente los viveros hexagonales dieron paso a viveros circulares, que son mucho más resistentes, porque al carecer de esquinas no existen puntos de concentración de esfuerzos que tiendan a romperlas.

En cuanto a **los materiales** se pasó de los viveros de metal a variantes de distintos tipos de plástico que actualmente dominan el mercado. Al principio este tipo de viveros se hicieron para competir en coste con las de metal, pero con el tiempo y la necesidad de operar en lugares cada vez más expuestos, se han ido imponiendo en el mercado. El plástico es un material más flexible y más resistente al deterioro químico. Hoy en día los viveros de plástico suelen construirse de diámetros entre 19 y 25 m.

Actualmente los viveros circulares de plástico dominan el mercado, pero siguen siendo estructuras fijas y flotantes que están expuestas todo el tiempo al constante batir del mar. Eventualmente los temporales alcanzarán la zona y producirán oleajes que pueden superar la capacidad de resistencia del diseño.

Recientemente, existe la tendencia tecnológica a desarrollar viveros sumergibles, para evitar con ello los efectos que fuertes temporales puedan tener en la estructura. Un vivero sumergido está expuesto a la corriente pero el efecto del oleaje se ve fuertemente disminuido o es inexistente. Por ahora su uso es complejo, lo que sumado a su mayor coste, ha limitado su implantación en el mercado.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Existen muchas calidades de plástico y diseños en los viveros circulares y la calidad global influirá en su durabilidad en el tiempo. Pero no suelen ser estructuras que causen graves problemas de seguridad por lo no serán tratadas en detalle en este estudio

5.3.2.2.- La unión al entramado.

Los viveros offshore circulares de plástico, se suelen fijar a un entramado de cable o de cabo. Esta estructura puede tener varias celdas o habitáculos donde se coloca un Vivero y se fija con cabos al entramado (Fig 1, 3 y 7).

Un Vivero de más de 19 metros de diámetro suele tener dos tubos de soporte que le permiten flotar (se explica más adelante), este tipo de vivero debe tener tres “**estachas o patas**” por esquina o un total de 12 cabos (Fig 7) que lo fijan al entramado.

Las estachas deben estar lo suficientemente tensas como para mantener centrada el vivero dentro del habitáculo (sin tocar la red el entramado) pero permitiendo algo de movimiento del vivero, para que pueda amortiguar los golpes de mar.

5.3.3.- Las redes.

Atendiendo a su función dentro de una granja acuícola se pueden distinguir hasta cuatro tipos de redes:

1. Antidepredadores. Son las redes más exteriores, generalmente puestas por fuera del entramado. Son redes con malla grande que evitan que se acerquen los depredadores.
2. Antipájaros. Son redes que se colocan en la parte superior del vivero. Son redes de malla grande que evitan la depredación por pájaros.
3. Tapas. Esta colocadas en la parte superior del vivero (similar a las antipájaros) pero con una luz lo suficientemente pequeña como para evitar que se pierdan peces por la parte de arriba del vivero (se explica más adelante).
4. Redes de cultivo. Son las que definen el volumen del vivero e impiden la salida de los peces.

5.3.3.1.- Redes de cultivo.

Son la primera y la última barrera para evitar pérdidas de pescado en una granja acuícola. Si el resto de la estructura falla, una buena red nunca podrá evitar que se produzcan escapes. Pero por el contrario, es muy frecuente en España que, en temporales medios, la estructura (entramado y fondeos) aguante bien y aún así se produzcan pérdidas por desgarres en la redes (Foto 20 al 23).

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Foto 20 Esquina de fondo rota.

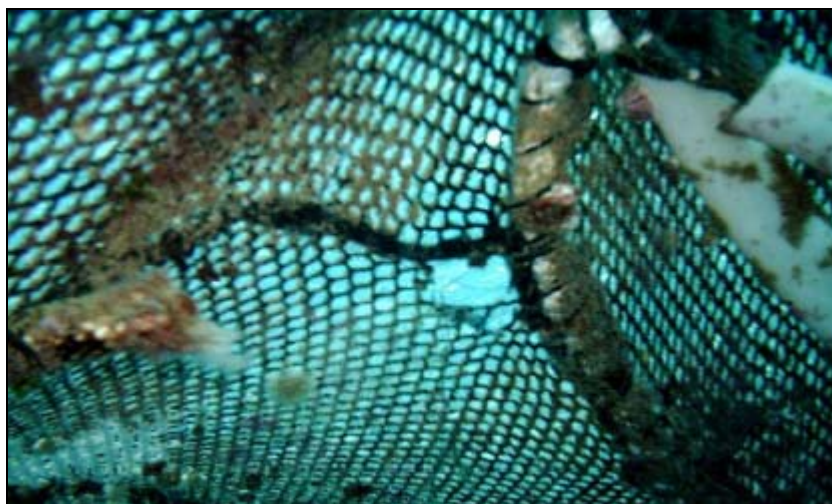


Foto 21 Desgarros en la línea de agua.



Foto 22 Otro ejemplo rotura de fondo de red.

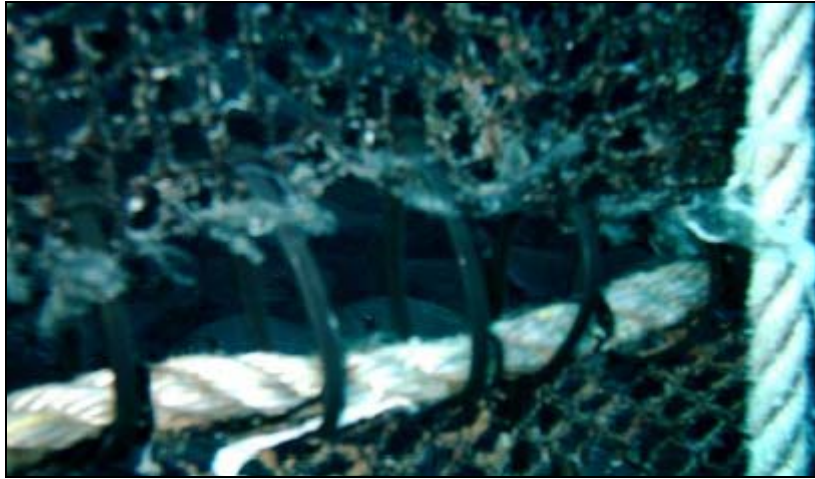


Foto 23 Detalle de fondo de red, rasgado.

Estas pérdidas no suelen ser cubiertas por el seguro al no alcanzar el temporal los niveles demandados por el seguro o porque las pérdidas no fueron suficientemente significativas, con lo que es uno de los grandes motivos de pérdidas de biomasa por parte del acuicultor sin contraprestación alguna.

La red típica en España es un cilindro del diámetro de los tubos de flotación y con una profundidad de entre 10 y 15 metros en las últimas fases de cultivo (Fig 9).

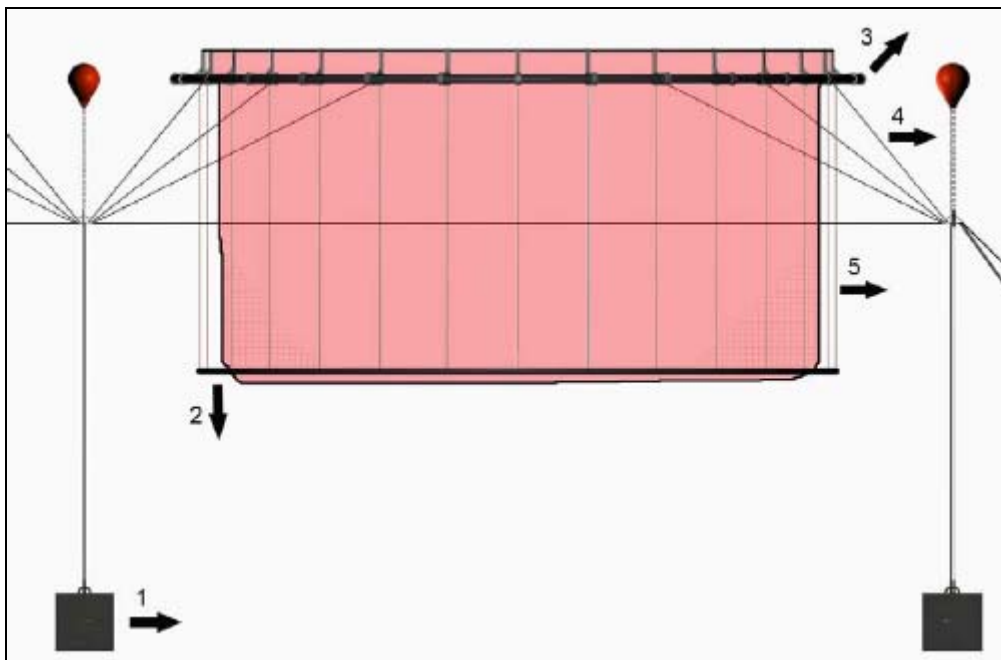


Fig 9 Vista lateral de un vivero.

1. Bloque de fondeo.
2. Anillo anticorriente o froya.
3. Vivero.
4. Estacha o pata.
5. Cabos de fijación de anillo froya.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Normalmente la profundidad de la red dependerá del lugar donde este emplazada la granja, ya que siempre tendrá que dejar un margen de seguridad para que la red nunca toque el fondo (definido en las condiciones especiales de AGROSEGURO S.A. ver anexo #2, punto #5).

Las granjas normalmente usan dos tipos básicos de red en función del tipo de malla. La **malla cuadrada** y la **malla hexagonal**. Ambas son de hilo sin nudo. Normalmente la red usada empieza con unos 4-6 mm de malla para los peces más pequeños, tamaño que va aumentado hasta los 20-25 mm (malla cuadrada).

La calidad de la red varía mucho según sea:

El grosor del hilo.

El número de nervios en la red.

El tipo de soporte usado en la línea de agua.

El uso de dobles paños.

Etc.

Los elementos de una red de cultivo son:

Paños, son los paneles de red que cubre el espacio entre los nervios.

Nervios verticales, son los cabos cosidos a los paños que hacen la función de estructura, mientras más tenga una red mayor será la resistencia.

Nervios horizontales, definen el perímetro de la circunferencia, hay al menos tres, uno en cada extremo del cilindro y otro en la línea de agua (parte que se conecta a los tubos de flotación). En función de la profundidad se suelen colocar uno cada 5 m.

La red básicamente es un cuerpo cilíndrico que puede o no tener “tapa”, tiene un mínimo de tres nervios horizontales, dos de ellos en la parte superior e inferior del cilindro. En la parte superior le permiten atarlo al pasamanos a 1 o 1,5 m sobre el nivel mar. En la parte inferior el nervio horizontal se une con cabos a un anticorriente ó se le ponen pesos para mantener la forma de la red ante la corriente (Foto 16,17 y Fig 9).

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Foto 16 Unión con anticorriente.



Foto 17 Ejemplo de pesos colgados de tubos.

Además de los dos nervios horizontales en la parte superior e inferior, y uniendo los nervios verticales suele haber otros nervios horizontales. Uno en el nivel de agua a 0,5 m por debajo de la superficie y otro cada 5 m de profundidad.

Desde la parte superior varios nervios verticales recorren toda la red hasta el fondo de la misma. Normalmente hay tantos de éstos como soportes tenga el vivero, pero puede variar entre granjas.

En la unión de la línea horizontal a nivel del agua y los nervios verticales suelen haber conexiones que permiten unir con facilidad la red a los tubos del vivero y así disminuir la tensión sobre los pasamanos para que no tengan que soportar todo el peso de la red (Foto 12).



Foto 12 Unión de línea de agua a tubos.

En el fondo de la red, en general, existen al menos dos cabos entrecruzados que mantienen la forma de la red, suelen estar hechos de cabo con plomo. En esta zona y al igual que en los laterales de la red, mientras más cabos existan mayor es la resistencia de la red.

5.3.3.2.- Redes antipájaros.

Son redes que se colocan en la parte superior del cilindro que forma la red. Como su nombre indica estas redes son usadas para proteger contra la depredación de aves.

Son usadas en todas las granjas para evitar que los pájaros ataquen a los peces en el momento de la pesca o les molesten cuando se alimentan en la superficie.

Los viveros de más de 16 m de diámetro deben usar un soporte central para evitar sobretensión sobre el pasamanos del vivero y que esta red entre en contacto con el agua (Foto 14).



Foto 14 Ejemplo de tapa.

Hasta ahora se han descritos los componentes habituales en la acuicultura española. A continuación se detallan algunos que no son usados habitualmente por acuicultores españoles, pero se consideran críticos para la seguridad.

5.3.3.3.- Redes “tapa”.

Se suele creer que los peces sólo pueden escapar por la parte sumergida de la red, pero esto es sólo cierto en momentos de mar en calma. Si el mar tiene fuerte oleaje las olas pueden, con facilidad, superar la altura de los pasamanos.

En condiciones normales esto no es un problema ya que cuando el mar tiene mucho oleaje los peces no se alimentan (no se puede) y la reacción normal del pescado es irse al fondo de la red, donde el mar se mueve menos, con lo que tiende a no escaparse.

Pero si el mal tiempo persiste, los peces se agotan (los más pequeños) y/o tienen hambre con lo que empiezan a subir la columna de agua y entonces pueden ser “literalmente” sacados del vivero por el movimiento de translación que tiene una ola. Este fenómeno de “lavado” de los peces en temporales muy prolongados es muy conocido en la industria del salmón.

Estos escapes suelen pasar desapercibidos al no haber detectado peces muertos o roturas en la red, se asume que todos siguen dentro y por lo tanto durante mucho tiempo se sigue alimentando con las cifras del stock original, agravando aun más las pérdidas económicas, en forma de alimento no consumido.

Estas pérdidas de peces, se solucionan colocando una tapa al vivero. Básicamente se trata de una red de luz similar a la de la red de cultivo, que se cose al pasamanos, de forma que se pueda sacar con facilidad. Esta red es muy usada en el cultivo de salmón a pesar de que no tienen tanto oleaje. (Foto 14).

5.3.3.4.- Línea de agua.

Es el primer nervio horizontal que queda por debajo de la superficie del agua. En los puntos de encuentro de éste nervio y los verticales se une la red a los tubos del vivero, para que sean estos los que aguanten el peso de la red y no los pasamanos. Este efecto es muy importante ya que en caso de mal tiempo los pasamanos podrían no aguantar la tensión y ceder. (Foto 12).

Existen varias formas de conectar la red a los tubos de flotación del vivero pero un sistema parece más seguro que el resto. En lugar de conectar directamente un cabo entre el tubo del vivero y los nervios verticales de la red, lo ideal es deshilar el nervio que sube y hacerle un saliente que al unirlo al cabo de los tubos, éstos trabajen directamente sobre el cabo.

5.3.3.5.- Boyas de soporte.

En algunas empresas se ha observado una línea de boyas colocadas entre la red y los tubos del vivero en la línea de agua (Foto 13). Los cabos que unen la línea de agua a los tubos de flotación están unidos antes a esta línea de boyas. Se dice que estas boyas

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

suelen evitar el rozamiento entre la red y los tubos, lo cual es cierto, pero su función más importante es amortiguar los tirones entre el vivero y la red.



Foto 13 Boyas de soporte de la red

Cómo se ha explicado, el comportamiento del vivero y de la red ante el oleaje es muy distinto (el vivero es más flexible) y crea tensiones entre los dos elementos que se transmiten a través de las uniones en la línea de agua. La colocación de unos flotadores amortigua este efecto y por lo tanto alarga la vida de la red.

5.3.3.6.- Identificadores de Red.

Como paso previo a realizar un buen mantenimiento de la instalación de acuicultura, es necesario poder hacer un seguimiento de **todos los elementos** que la componen, desde los grilletes del fondo, a Viveros y cabos del sistema. En el caso de las redes debido a su constante renovación la identificación de las mismas es fundamental.

Todas la redes debería llevar en un lugar fácilmente visible los datos necesarios para su identificación y la granja llevar un seguimiento de la historia completa de esa red.

Los datos necesarios son:

1. Fecha y tipo de fabricación.
2. Fecha de compra.
3. Fabricante.
4. Fecha y tipo de reparaciones efectuadas.
5. Número de día en el mar.
6. Re-impregnaciones con antifouling.

5.3.3.7.- *Dobles paños.*

En la acuicultura noruega, a pesar de estar en zonas más protegidas, los seguros obligan a usar redes con doble paño. Existen dos dobles paños en una red de cultivo; en la línea de agua y el fondo de la red.

El **doble paño de la línea de agua** consiste en una red de un metro cosida por el interior al paño vertical (medio metro por encima de la línea de agua y medio metro por debajo de esta).

El **doble paño del fondo** esta en la unión del paño vertical y el fondo de la red. Este doble paño está cosido medio metro por encima de la unión de los paños. Este paño forma un triangulo con los otros dos paños en el fondo y actúa como una segunda red. Si se produce una rotura en el fondo de la red, los peces no pueden escapar (Foto 18, 19).



Foto 18 Doble paño en fondo.



Foto 19 Doble paño sin tensión en un vivero.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Se sabe de muchos casos donde el uso de estos sistemas de seguridad tan sencillos ha evitado grandes escapes. El uso de este sistema de seguridad no es obligatorio en España pero el equipo redactor del presente estudio estima que los efectos beneficiosos son considerablemente más altos que el coste.

Para que este sistema funcione correctamente es importante que:

1. El doble paño esté colocado sin tensar, para no producir desgaste alguno.
2. Debe estar cosidos a mano a la red, ya que los sistemas automáticos tienden a debilitar el paño.

5.3.3.8.- Pesos y anticorrientes.

La red es el elemento que más se opone a la corriente marina, ya que la corriente convierte a la red en una vela submarina. El efecto de la corriente tiende a:

- Deformar la red.
- Empujar todo el vivero en la dirección de la corriente.

Existen varios sistemas usados para que la red mantenga su forma cuando se somete a corrientes y oleajes (Foto 16 y 17). Normalmente cuando la corriente afecta a la red cilíndrica de 10 ó 15 metros de profundidad ésta tiende a deformarse perdiendo una parte proporcional del volumen por la fuerza de la corriente (Foto 24).



Foto 24 Red presionada por la corriente con riesgo de rotura

Estas deformaciones afectan a la red al someterla a tensiones, reducen el volumen de la red y pueden favorecer la formación de sacos que terminen afectando negativamente al cultivo.

1. Anillo anticorriente “froya ring”. El nombre de este sistema viene del lugar donde por primera vez fue usado en la isla Froya en Noruega. En este sistema, un tubo similar a los usados para la flotabilidad del vivero aunque algo más pequeño, se rellena de un peso (cadena o hilos de acero) que le proporciona un peso homogéneo e inamovible. Este anillo se cuelga de los tubos de flotación a una profundidad ligeramente superior a la de la red (Fig9).

Desde las uniones entre las líneas laterales y el fondo de la red se atan cabos al anillo froya, de esta forma, el fondo de la red queda ligeramente tensionado y la inmoviliza ante deformaciones. Para que este sistema funcione correctamente la red debe ser de gran resistencia para que pueda soportar la corriente (Fig 9).

2. Pesos o lastres. Este sistema mantiene la forma de la red con pesos que son colocados desde los anillos de flotación a una profundidad superior a la de la red y como en el anillo froya, hay cabos que unen el fondo de la red a los pesos (Foto 17). Hay ocasiones donde los pesos son colocados directamente a la red, pero esto no es recomendable.

5.3.3.9.- *Antifouling.*

Consiste en una solución impregnante que se proporciona a la red y que la recubre. El uso de este tipo de recubrimientos empieza a ser habitual en la industria, sobre todo en algunos lugares donde el fouling es un problema. Inicialmente el uso del antifouling tiene varios inconvenientes:

- 1 Aumenta el peso de la red.
- 2 La red es más cara.
- 3 La aplicación reduce inicialmente la resistencia del paño. Pero por el lado positivo, el uso del antifouling:
 1. Disminuye el deterioro por radiación ultravioleta.
 2. Aumenta el tiempo que la red puede estar en el agua, por lo que hay que cambiarla menos frecuentemente.
 3. Disminuye la carga de trabajo.
 4. El menor peso final de la red al no tener fouling, reduce el impacto del movimiento del mar.
 5. Alarga la vida útil de la red.
 6. El uso de antifouling no es un elemento crítico en la seguridad de la granja pero mejora la vida útil de la red.

5.4.- Ingeniería de los entramados.

Un concepto básico del conocimiento marino es que, las soluciones tecnológicas que menos resistencia ofrecen al movimiento del mar son las mejores, y que mientras más flexible y adaptable sea una estructura, más capaz será de soportar las duras condiciones marinas. Por el contrario, una estructura fija (no móvil) tendrá que absorber la energía del movimiento del mar y por lo tanto sufrirá sus consecuencias.

Existen dos fenómenos que afectan a una estructura fija; el oleaje (provocado por el viento) y la corriente. En una granja “offshore” el entramado está hecho de cable o cabo, sumergido a unos 5 metros de profundidad (Fig 1 a 9) por lo que ofrece poca resistencia a la corriente. Además por estar colocado a 5 metros de profundidad, el impacto del oleaje es menor, lo contrario que les ocurre a los viveros.

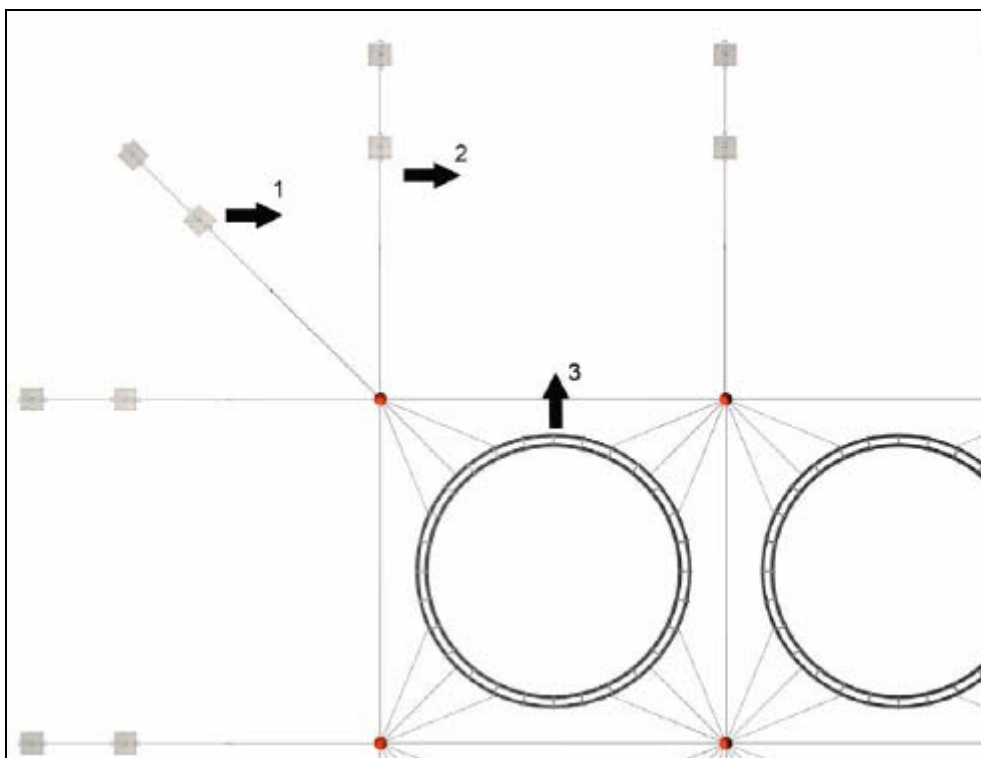


Fig 8 Vista superior de esquina con celda.

1. Bloque de fondeo.
2. Cadena de fondeo y línea de fondeo.
3. Vivero.

Recuérdese que en la granja existen dos elementos con comportamientos muy distintos ante el movimiento del mar. **El vivero** que opone poca resistencia a la corriente marina pero que tiende a moverse verticalmente con el oleaje (Fig 7); y **la red** que ofrece gran resistencia a la corriente pero se mueve poco con el oleaje (Foto 24).

La energía que recibe el entramado por el movimiento marino tiene que ser transformada o transportada. La energía será transportada a los fondeos si la tensión del entramado es superior a la energía en un momento dado, la imposibilidad de movimiento por parte del entramado (al estar tensado) hará que la energía se transmita hasta el siguiente elemento, los fondeos. Pero si la energía que recibe el entramado

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

supera su tensión, la diferencia se transformará dentro del entramado en forma de movimiento y desgaste de las piezas. La tensión se puede entender como **la capacidad del entramado de transportar la energía recibida**.

En general un entramado que esté poco tensado no suele tener problemas en las operaciones diarias si el mar está en calma. Pero con la corriente y el oleaje, se producen los siguientes efectos:

- La holgura entre las piezas metálicas permite que se muevan más y rocen entre ellas (grilletes contra cadena o guardacabo, grillete contra la campana, etc.) estos movimientos provocan un mayor desgaste de la piezas y por lo tanto reducen su vida útil.
- Un mayor movimiento de las piezas provoca una mayor electrólisis y esto aumenta el sufrimiento del cable del entramado, aumentando la necesidad de sustituir los ánodos en un entramado de cable.
- La falta de tensión favorece que el entramado se deforme con facilidad y aumenta la posibilidad de que las redes entren en contacto con distintos componentes del entramado.

En una instalación acuícola en mar abierto, el entramado no debe entrar en contacto con las redes, ya que si esto ocurre se puede provocar una rotura, al rozar el poliestireno de las redes al acero del entramado (Foto 11).

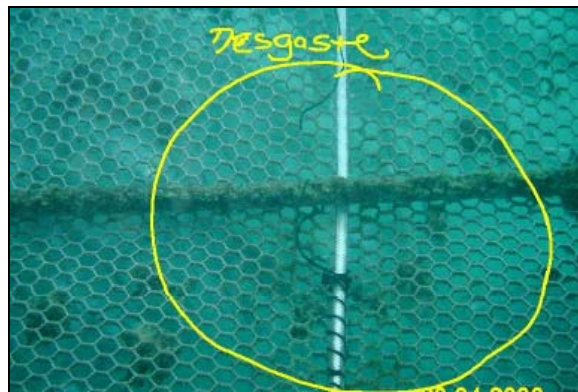


Foto 11 Ejemplo de rozamiento de entramado con red.

Tampoco es buena una tensión excesiva, ya que se suma a la energía que recibe el sistema por culpa del mal tiempo a la que tiene en forma de tensión y la suma de estas dos tensiones puede superar la resistencia de las piezas.

No es posible definir una tensión ideal ya que el grado de tensión necesaria depende entre otras cosas de:

1. El grado de exposición de la granja.
2. La máxima corriente en la zona.
3. El número y tamaño de los viveros en el entramado.
4. La profundidad y el tamaño de la redes.
5. El grado de “fouling” de las redes.
6. El grado de “fouling” en el entramado.
7. La marea que sufre la zona.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Los entramados están años en el mar y su capacidad para soportar deterioro y desgaste en el tiempo, afectará muy significativamente a su resistencia máxima para un periodo puntual de tormenta.

En general un entramado que se mantenga con tensión sufrirá menor desgaste y mantendrá mejor sus características originales y por lo tanto su capacidad de tolerar las consecuencias de un fuerte oleaje y/o corriente.

5.4.1.- Típicos fallos en una red.

La mayoría de las roturas en la red se producen en tres zonas:

1. En la parte superior a menos de 0.5 m de profundidad.
2. En menor grado en el fondo de la red, en las uniones entre los nervios verticales y el fondo de red.
3. Entre 0,5 y 1 m de profundidad.

Las **roturas en el primer medio metro** de la red están causadas básicamente por la proximidad de dos elementos (la red y los tubos del vivero) con comportamientos muy distintos en una zona donde hay mucho movimiento.

Los tubos del vivero tienden a moverse con las olas y tiran de la red que, por su peso, tiende a oponerse al movimiento del vivero. Las roturas en esta zona se producen concretamente en la unión de la línea de agua con la línea vertical (Foto 21). Es también frecuente en esta zona que, si el vivero no está limpia, el fouling en los tubos desgaste la red hasta romperla (Foto 25 y 26).



Foto 25 Fouling de mejillones en una red.



Foto 26 Mejillones en los tubos.

Hay veces donde la **rotura aparece sin conexión** aparente con la línea de agua (entre 0,5 a 1 metro). La rotura aparece sin estar cerca de ningún elemento y esto suele confundir al acuicultor. El motivo de este tipo de rotura es que la red se ha levantado, pasando de una posición vertical respecto a la superficie del mar a estar paralela a esa superficie permitiendo el contacto de la red con los tubos del vivero y produciendo roturas por debajo de la línea de agua.

Las **roturas en el fondo**, aunque menos frecuentes, son más importantes ya que cuando se producen, las pérdidas de cultivo suelen ser muy importantes. Los motivos son diversos pero en general están relacionados con la relativa debilidad del paño del fondo.

El fondo de red se opone al movimiento vertical de la red y a pesar de que los paños laterales de una red tienen hasta 36 nervios verticales (en una red de 70 m de circunferencia), esta proporción no se guarda en el fondo y se suelen dejar sólo dos cabos.

Hay que pensar que en un Vivero, incluso con fouling ligero y con oleaje moderado (sin tormenta) el movimiento del mar tiende a subir y bajar el vivero.

Este movimiento implica poco para los paños laterales de la red que no ofrecen resistencia al movimiento vertical y pueden transmitir la tensión a través de los numerosos nervios verticales.

Cuando el vivero sube y baja obliga a que el paño del fondo tenga que moverse por la columna de agua, esto implica un efecto “vela” que hace que la red tire de las uniones con el nervio del fondo. Paradójicamente el paño que más resistencia opone al movimiento de la red con el agua es que el que menos nervios tiene.

La tensión de todo el paño de fondo se transmite a través de sólo dos cabos que unen el fondo de red al paño vertical. De hecho la gran mayoría de las roturas en el fondo de la red, no se producen en los nervios verticales sino en las uniones de estos con el fondo de red (Foto 22 y 23).

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Normalmente el fondo de una red típica en España contiene plomo en los nervios para ayudar a mantener un copo con el centro como parte más profunda de la red. Este copo en si mismo no era un problema ya que no afectaba a la seguridad de la red.

En granjas colocadas en zonas poco profundas y en los días de oleaje, este copo puede tocar el fondo marino, provocando el enganche de la red y/o el desgaste de la misma con la consiguiente rotura.

Uno de los requerimientos para la obtención del seguro, exigido en los últimos años para que el copo no toque el fondo, es que existan al menos 10 metros entre el copo de la red y el fondo. Muchas granjas están colocadas en zonas donde el fondo está a unos 25 metros y como la red alcanza con el copo casi los 20 metros de profundidad, el acuicultor intenta evitar la formación de un gran copo.

Paradójicamente una norma encaminada a disminuir las pérdidas ha provocado un nuevo problema. La reducción del copo se logra tensando el fondo de la red al anillo froya. Normalmente esto no debería ser un problema, pero si se tiene en cuenta que sólo existen dos nervios en el fondo, toda la tensión que se añade a la red para que no forme copo aumenta la tensión “normal” que el fondo tiene que soportar. En estos casos la roturas en este puntos son muy habituales (Fotos 22 y 23)

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

5.5.- Recomendaciones y puntos críticos del fondeo y el entramado.

En este apartado se explican los principales puntos críticos poco tenidos en cuenta en las granjas españolas actualmente. Posteriormente en el anexo #3 se propone una tabla donde se recogen los principales datos y condiciones mínimas que deben cumplir cada componente de una granja para considerarla segura.

5.5.1.- Componentes certificados.

Todas las piezas que componen un entramado deberían disponer de certificado del fabricante. En la actualidad muchos componentes carecen de cualquier tipo de garantía. Si las granjas tuviesen este tipo de componentes certificados en caso de fallo de componentes se podría pedir responsabilidades al fabricante, pero actualmente esto no es posible.

También sería deseable que las granjas dispusieran en el proyecto, los cálculos estructurales con expresión específica de la resistencia límite que es capaz de tolerar cada elemento. Si a este dato se le añade la certificación de los materiales, en caso de siniestro sería posible saber si se superó la máxima capacidad del sistema o fue un fallo de los componentes y por lo tanto responsabilidad del fabricante.

5.5.2.- Los ánodos de sacrificio.

En un entramado de cable, de forma natural se produce electrólisis por la simple acción del mar sobre todos los componentes metálicos. El efecto electrolítico produce un par galvánico que ataca primero al elemento más débil, que suele ser el cable del entramado, este ataque químico ocurre desde dentro hacia fuera, por lo que es muy difícil de detectar.

Para compensar su efecto se utilizan ánodos de sacrificio, que sufren el efecto electrolítico con anterioridad haciendo, con su deterioro, que se conserve el resto del metal. Su presencia constante alarga la vida del cable, reduciendo la posibilidad de incidentes.

Al ser un efecto no perceptible con facilidad se corre el riesgo de que su efecto se acumule y sólo se detecte en el momento de romper el cable, muchas granjas dejan la reposición de ánodos para el final de los periodos de mantenimiento, existiendo muchas granjas que pasan largos periodos sin ánodos de sacrificio o con estos desgastados.

5.5.3.- Mantenimiento y limpieza.

El plan de mantenimiento de una granja debe ser específico y estar diseñado por la empresa constructora-diseñadora. En el anexo 3 se ha sugerido una lista de parámetros que deben mantenerse pero en este estudio no se pueden incluir las tareas necesarias para mantener estos parámetros, ya que estos son específicos de las condiciones y el diseño de la granja.

La granja debe disponer de un plan de mantenimiento y demostrar que lo realiza, ya que en muchos casos las labores diarias relegan al mantenimiento a la última tarea en

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

la lista de labores a concluir. Pero un fallo en el sistema por falta de mantenimiento puede truncar todo los frutos de tanto trabajo por no haber llevado el mantenimiento al día.

La limpieza de los viveros es una tarea fundamental del mantenimiento y realizado con frecuencia es un trabajo muy sencillo. Los tubos de los viveros tienen muchos elementos muy próximos como son la red o las estachas, que en el día a día rozan inevitablemente. El rozamiento diario aunque no provoca la rotura inmediata desgasta las piezas y reduce la capacidad de aguantar posteriores temporales.

La red es una de las piezas que más puede sufrir en caso de que no se mantenga adecuadamente, ya que esta en contacto constante con el vivero. Si el vivero está limpio el rozamiento de dos plásticos (red y vivero) provoca poco desgaste.

Pero si se deja que se acumule “fouling” algunos de los bivalvos que se pegan hacen que la superficie del vivero se convierta en rugosa y actúa como lija, acabando con la vida de la red o de las estachas sin que tenga que pasar ningún temporal. (Foto 26).

La limpieza regular es muy importante porque:

Reduce el peso del sistema y su resistencia.

Permite ver los componentes y ser revisados por el acuicultor.

Los cables del entramado y en general todos los elementos de fondeo deben ser visibles en todo momento, se tiene que evitar la acumulación de bivalvos en cualquier elemento de la granja (ver anexo 3, puntos 2.5 al 2.10).

5.5.4.- Tensión.

El grado de tensión ideal para los elementos constituyentes de una granja debe ser estudiado en cada caso. Pero se cree que en un día normal una tensión de una tonelada debería ser el valor mínimo para un entramado en:

El momento de marea baja.

En la zona de contra-corriente.

Este dato, es sólo orientativo y probablemente insuficiente en muchos casos, pero es más de lo que el 90% de la industria tiene en la actualidad.

Es muy habitual que un entramado con 1 Tn de tensión en un momento de corriente y/o viento un poco más significativo de lo que suele ser habitual, carezca de tensión en el lado opuesto de la corriente y por lo tanto sufra desgaste.

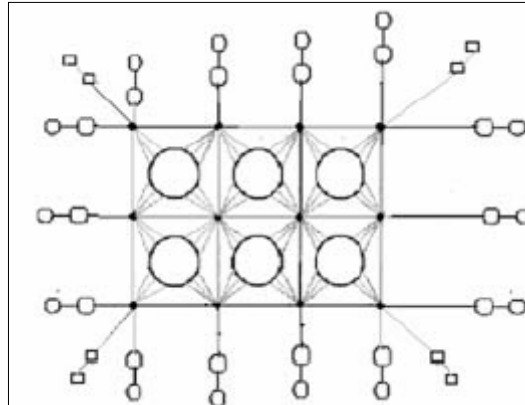
Con esta tensión al menos se logrará que en la mayoría de los días las piezas del entramado no se muevan y se desgasten, estando en mejores condiciones para soportar una tormenta (ver anexo 3, punto 3.11)

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

5.5.5.- *Seguridad en las esquinas.*

En un entramado las cuatro esquinas del mismo son los puntos más críticos ya que un fallo en una de las esquinas puede causar un efecto cascada y ser desastroso en el resto del entramado.

Para entramados de más de 4 Viveros, las esquinas deberían tener 3 líneas de soporte (una de ellas a 45 grados). Además las tres líneas debería estar conectadas a la campana con un su propio anillo (ver fallo foto 7) o atadas directamente a la campana.



En sistemas de 4 ó menos Viveros deberían haber al menos dos líneas, que sean la continuación de entramado (generalmente a 90 grados una de la otra). Ver dibujo.

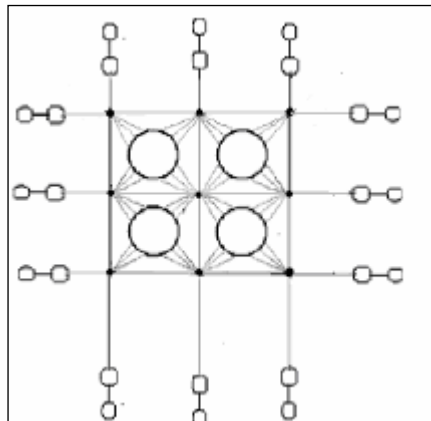




Foto 7 Fallo bastante común, dos cabos a un solo anillo.

5.5.6.- Peso del fondeo.

Este es un dato que debe ser calculado en el proyecto. El peso o la capacidad de soportar tensión de los fondeos, debe estar calculado para que ninguno se mueva en caso de un temporal.

5.5.7.- Alineamiento de bloques.

Los bloques deben estar alineados con las líneas de fondeo y deben estar tensados de forma tal que si las líneas tiran del primer bloque el segundo bloque se oponga al movimiento sin haberse desplazado significativamente el primero.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

5.6.- Recomendaciones y puntos críticos de los viveros.

5.6.1.- Viveros de dos tubos.

Este tipo de Viveros debe fijarse al entramado mediante al menos 12 estachas. Los viveros deben estar centradas y las “patas” deben estar atadas a mano y equidistantes entre si.

5.6.2.- Viveros de tres tubos.

En los viveros de tres tubos, son necesarios al menos 8 estacha, los viveros deben estar centradas y las estachas deben estar atadas a mano y equidistantes entre si.

5.6.3.- La limpieza.

Como ya se expuso anteriormente, la limpieza es una tarea fundamental y también lo es para los viveros. Los tubos de los viveros tienen elementos muy próximos, red, estachas, etc. que rozan inevitablemente. El rozamiento diario desgasta las piezas y reduce la capacidad de soportar temporales (Foto 26).

5.7.- Recomendaciones y puntos críticos de las redes.

5.7.1. Fabricante.

Las redes deben estar fabricadas por una empresa reconocida, en muchas ocasiones se buscan los menores costes en los materiales y el granjero puede estar inclinado a pensar que menores costes en la redes puede implicar menores costes finales. Pero con pequeños escapes que se produzcan o no estas aparentes diferencias en costes iniciales puede que no sean significativas.

5.7.2.- Soportes.

Las redes deben tener cabos que unen la red en la línea de agua al vivero para así reducir la tensión sobre el pasamanos (ver anexo 3, punto 5.11).

5.7.3.- Las tapas en una red.

Las redes con función de antipájaros son muy importantes, pero debería reducirse el tamaño de la malla de la red para que funcione también como una tapa evitando los escapes.

5.7.4.- Los dobles paños en una red.

Es un elemento que añade mucha seguridad y aunque no es obligatorio, debería recomendarse el uso.

5.7.5.- Nervios de la red y su importancia.

Deben existir al menos dos aros transversales en una red. El paño del fondo debería tener más de 4 cabos, recomendándose al menos 9 cabos en un Vivero de más de 19 m.

5.7.6.-Uso de identificadores.

Las redes deben controlarse e identificarse individualmente durante toda su vida útil.

5.8.- Conclusiones.

Algunas de las mejoras aquí especificadas implican un aumento en los costes del material utilizado o implican un mayor esfuerzo organizativo (ie, seguimiento de todos los elementos en el mar) pero estos costes son compensados con creces en forma de menores pérdidas.

Debería incentivarse estas mejoras con la reducción de pagos de primas del seguro, para que el acuicultor vea con claridad las ventajas y las mejoras técnicas se implementen rápidamente.

En estos momentos a pesar de que los requerimientos de Agroseguro han sido recientemente mejorados, en algunos elementos (como las redes) no llegan a cumplir las condiciones que se exigen en granjas de países del Norte de Europa, situadas en zonas mucho más protegidas.

Sirva como dato que en España quizás exista una sola granja que cumpla los requerimientos exigidos en Noruega en un tema tan importante como la red. El resto de las granjas está claramente por debajo.

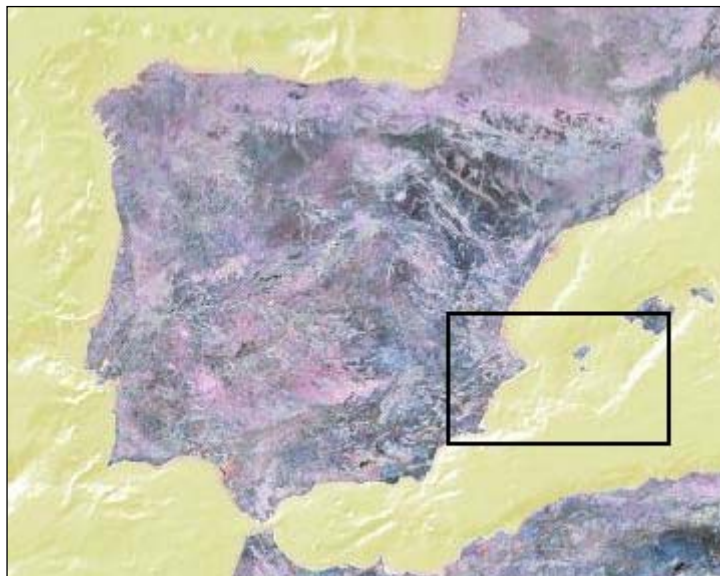
6.-CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE NUESTRA PLANTA

6.1.-Introducción:

Como ya hemos hablado, las características fundamentales de este tipo de planta es su localización, y la especie a criar, pudiendo actuar directamente en los problemas para intentar dar una mejor solución a la existente, o conservar la actual en caso de no ser económicamente rentable. Porque la economía debe estar presente en toda la fase de este proyecto de investigación, ya que históricamente, este tipo de empresas tienen éxito en base a la simplicidad de sus instalaciones, significándose simplicidad el mínimo gasto tecnológico. Sin embargo, al ser un proyecto de investigación con vistas al futuro, en alguna ocasión nos veremos obligados a usar adelantos tecnológicos para resolver problemas específicos.

6.2.-Localización.

En mi proyecto, he seleccionado aguas situadas en frente de la costa Murciana (pudiendo haber seleccionado otro lugar), debido al acercamiento de mi residencia habitual. Siendo esto de vital importancia para la obtención de información sobre legislación y reglamentos actuales de la zona, y la posibilidad de entrevistarme con los dirigentes y responsables de esta Región. También he seleccionado esta costa, debido al auge que últimamente está teniendo en este negocio, y por consiguiente, las inevitables discusiones de unos sectores con otros, como por ejemplo, con el *Turismo*.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Existen una serie de preceptos y factores con los que se comprueba la fiabilidad y calidad de una planta de acuicultura con jaulas en mar abierto.

FACTORES	MEJOR	MEDIO	PEOR
PROTECCION DE LA COSTA	Parcial	Protegida	Expuesta
OLEAJE (Hs)	1 to 3 m	< 1 m	> 3 m
PROFUNDIDAD	> 30 m	De 15 a 30 m	< 15 m
VELOCIDAD DE CORRIENTE	>15 cm/s	5-15 cm/s	<5 cm/s
CONTAMINACION DEL AGUA	Baja	Media	Alta
TEMPERATURA MAXIMA *	22 to 24°C	24 to 27°C	> 27°C
TEMPERATURA MINIMA *	12°C	10°C	< 8°C
PROMEDIO DE SALINIDAD *	25 to 37	15 to 25	< 15
SALINIDAD (Oscilación) *	< 5	5 to 10	> 10
O ₂ DISUELTO (%)*	> 100	70 to 100	< 70
TURBIDEZ	Baja	Moderada	Alta
SUSTRATO	Tierra o Grava	Combinada	Fango
CONDICION TROFICA	Oligotrofica	Mesotrofica	Eutrofica
FOULING	Baja	Moderada	Alta
DEPREDADORES	No	Alguno	Muchos
* Depende de la especie			

Una vez que hemos seleccionado la exacta localización podemos dar respuesta a estos factores ayudándonos a decidir parte de la viabilidad de nuestro proyecto. Es decir, dar respuesta a todos estos parámetros será de suma importancia en la primera fase del proyecto, ya que son los condicionantes principales para el tipo de planta que vamos a usar, así como elementos que no podremos usar.

Hasta ahora hemos seleccionado una posible área donde vamos a emplazar nuestras jaulas, pero esto no es suficiente, ya que es imprescindible una localización exacta.

Por las características de este proyecto, se quiere que el polígono de jaulas tenga una profundidad de unos 100 metros de profundidad (adelantando ahora, que se quiere esa profundidad por motivos de prevención de contaminación, y apuntando que más adelante, hablaremos en profundidad de este tema), y por las características del lecho marino de la zona seleccionada nos alejaremos de la costa una distancia de unas 11 millas náuticas.

La localización exacta vinculada a dos medidas numéricas las cuales nos sitúan cualquier punto de la tierra, estamos hablando de la latitud y longitud:

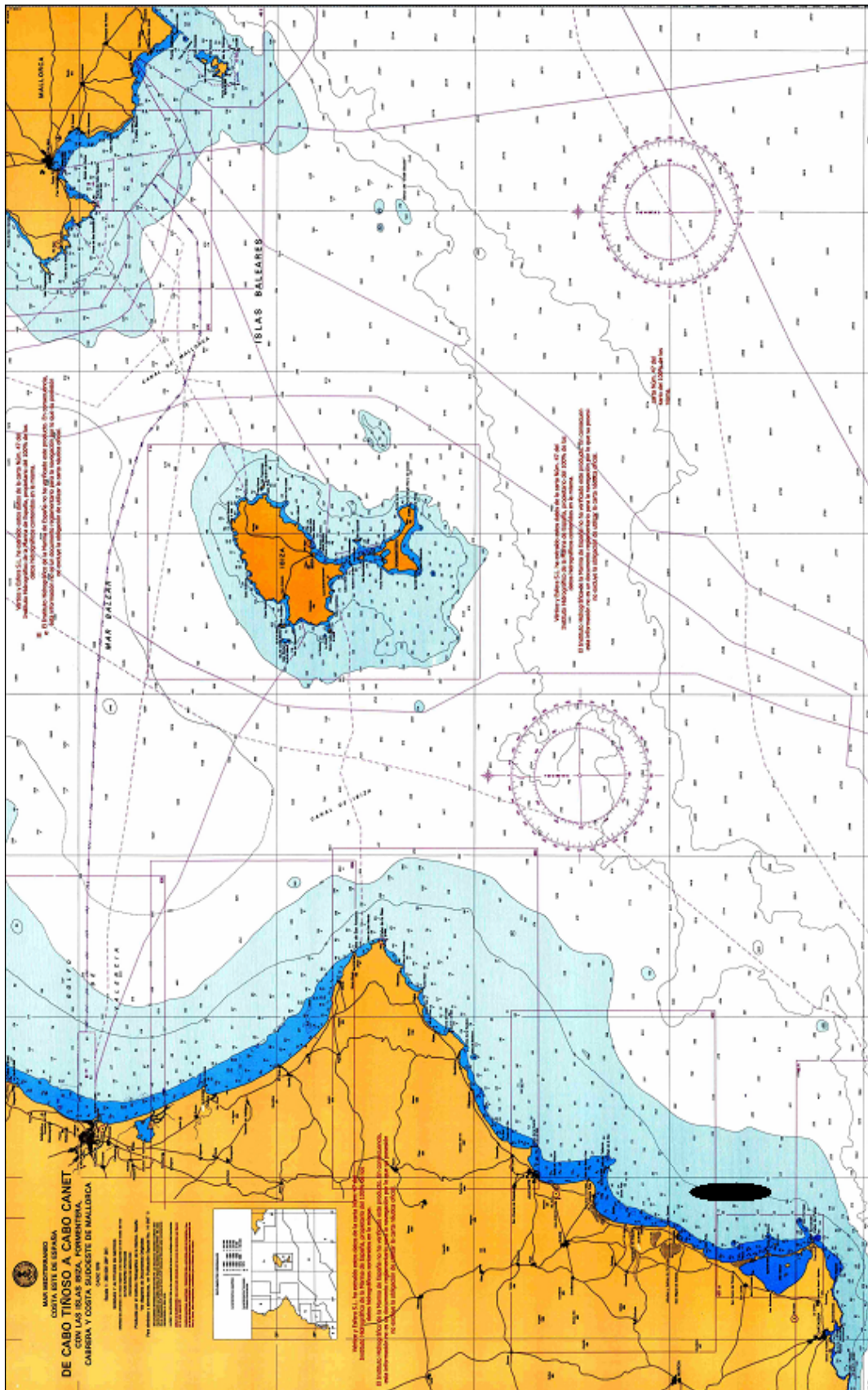
Latitud: 37° 48', 09.62'' N

Longitud: 0° 31', 45.04'' O

La posición visual la podemos hacer con la siguiente carta náutica obtenida en internet, con la cual hemos podido obtener una serie de datos de importancia para este proyecto como la profundidad y la distancia de la costa de nuestras jaulas.

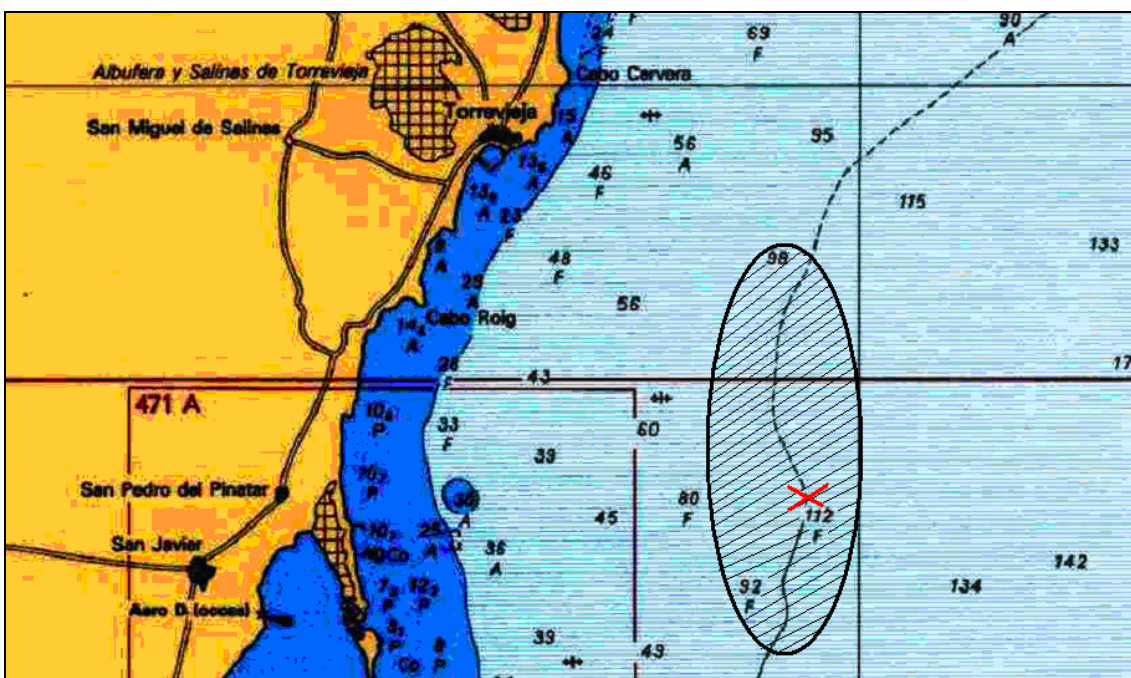
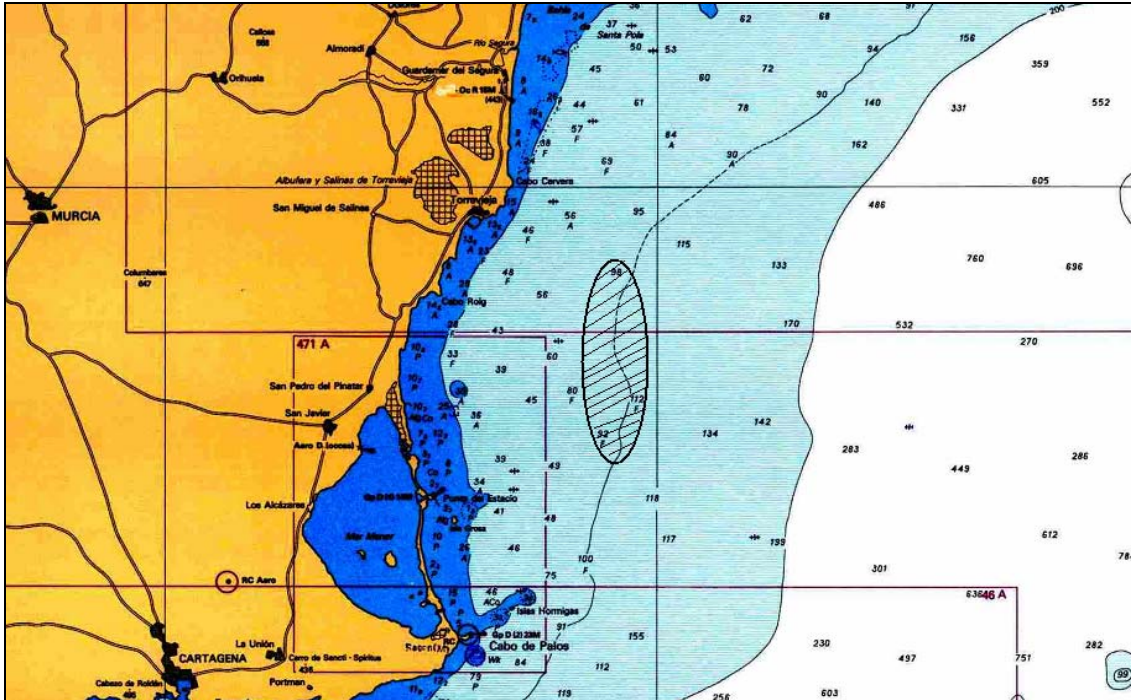
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Carta Náutica



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Se observa en la anterior imagen la existencia de un área en color negro, encontrándose dentro de esos márgenes la posición exacta de nuestra planta. A continuación iremos haciendo ampliaciones de esta carta náutica hasta que tengamos claramente el posicionamiento visual.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

A modo de resumen vamos a señalar los datos necesarios para el posicionamiento de la planta:

Latitud: 37° 48', 09.62'' Norte

Longitud: 0° 31', 45.04'' Oeste

Profundidad: 100 metros

Distancia al puerto más cercano: 11 millas náuticas.

Como ya hemos dicho, la importancia de estos datos es vital para el desarrollo del proyecto, e iremos usándolos continuamente en posteriores cálculos.

En estos momentos disponemos de información suficiente para rellenar la tabla que anteriormente hemos presentado:

FACTORES	MEJOR	MEDIO	PEOR
PROTECCION DE LA COSTA			Expuesta
OLEAJE (Hs)	1 to 3 m		
PROFUNDIDAD	> 30 m		
VELOCIDAD DE CORRIENTE	>15 cm/s		
CONTAMINACION DEL AGUA	Baja		
TEMPERATURA MAXIMA *	22 to 24°C		
TEMPERATURA MINIMA *	<12°C		
PROMEDIO DE SALINIDAD *	25 to 37		
SALINIDAD (Oscilación) *	< 5		
O ₂ DISUELTO (%)*	> 100		
TURBIDEZ	Baja		
SUSTRATO	Tierra o grava		
CONDICION TROFICA	Oligotrofica	Mesotrofica	
FOULING	Baja	Moderada	
DEPREDADORES		Alguno	Muchos

Vemos a través de este cuadro que la mayoría de los factores son favorables, y en aquellos que las características no son las más idóneas, será nuestro objetivo resolverlos con nuestros conocimientos de ingeniería.

6.3.-Selección de una especie.

Características deseables de la especie a cultivar.

Rápido crecimiento, corta cadena alimenticia, eficiente conversión de la comida, facilidad de aceptación del pienso, buena calidad gastronómica, resistencia a enfermedades, facilidad de reproducción en *hatcheries*, rápida maduración, alta densidad de cultivo, elevada fecundidad, tolerancia a una amplia gama de condiciones medioambientales.

Actualmente se criando en cautividad las siguientes variedades.

Peces, crustáceos y moluscos, y otros menos comunes en nuestra dieta como las ranas, cocodrilos y tortugas

Características biológicas de peces, crustáceos y moluscos comúnmente cultivados.

Límites de tolerancia a la salinidad, temperatura y tensión del oxígeno, ratios de crecimiento y rendimientos en diferentes tipos de cultivo, hábitos reproductivos, hábitos alimenticios y distribución geográfica.

Métodos para la selección de una especie para su cultivo.

Objetivos del cultivo, consideraciones climáticas y geográficas, calidad para el cultivo de los organismos, aceptación del consumidor y un mercado versátil, costes de producción y consolidado mercado interior con vistas a futuras exportaciones.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Si seguimos las anteriores directrices, podremos elegir una adecuada especie de pez. Hay bastantes características que no se han citado, pero no serán relevantes para este trabajo.

ATÚN ROJO

Ventajas

- En el área seleccionada el cultivo de esta especie esta en continuo crecimiento.
- Las ventas en el mercado Japonés tiene un elevado valor.
- Las empresas conserveras usan alrededor de 140.000 toneladas cada año.
- No tiene depredadores.

Desventajas

- Hoy en día, el cultivo en *hatcheries* del atún rojo no esta bajo control, aunque están empezando a dar resultados muy buenos investigaciones recientes en Grecia, aún queda camino por recorrer.
- Al ser una especie que se vende cuando su peso es elevado, se requiere mucho tiempo para conseguir esto, por lo que hay mucho riesgo al ser un largo periodo de engorde.
- En la actualidad se hace necesario capturarlos con unos sistemas de pesca especiales, los cuales se conservan con vida hasta que son puestos en cautiverio en las jaulas. Si los gobiernos continúan permitiendo el uso de esta práctica, habrá un serio problema en un futuro con el atún rojo. Luego por este motivo, el atún rojo queda totalmente descartado.

DORADA

Ventajas

- La producción de alevine en *hatcheries* esta muy consolidada.
- Las granjas de este tipo de pez están consolidada tanto en jaulas, como en tanques y depósitos.
- Alto control de las posibles enfermedades.
- Se puede criar en todo el Mediterráneo ya que la temperatura y salinidad es la idónea
- Alcanza el peso de venta en poco tiempo (unos 15 meses).
- Existe una gran demanda de mercado.
- Tiene una densidad de cultivo de $[25-30] \text{ kg/m}^3$

Desventajas

- Tienen algunos depredadores, produciéndose en el cultivo en cautiverio un estrés añadido por posibles ataques contra las jaulas.
- Elevada competencia en el mercado.

LUBINA

Tienen más o menos las mismas características que la dorada, y en España se suelen cultivar conjuntamente ambas especies por la similitud de estas características.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Estadísticas españolas expresadas en toneladas.

Peces	2001	2002	2003	2004	2005
Dorada	9.832,7	11.653,2	12.783,9	13.848,2	14.180,7
Rodaballo	3.636,1	3.954,3	3.821,7	4.476,56	5.511,55
Lubina	2.269,2	3.421,9	4.117,1	4.513,3	6.208,47
Salmón	323,2	300,0	50,0	30,0	-
Mujol	114,7	185,8	132,2	154,48	-
Lenguado	42,7	41,9	38,7	57,6	38,33
SPOTTED SEABASS	-	-	-	-	0,8
SAND DAB	-	-	-	-	103,33
Atún Rojo	4.446,7	4.845,9	3.687,0	6.422,6	3.700,17
Anguila	258,9	294,9	291,5	362,6	320,9
MEAGRE	-	5,0	3,3	14,4	314,33
Tilapia	-	16,5	127,4	3,0	1,2
Lubina	-	-	-	48,0	117,84
Bacalao	-	-	-	-	0,152
TOTAL	20.924,0	24.719,4	24.986,88	29.776,35	30.497,772

Estadísticas de la Región de Murcia expresadas en toneladas.

MURCIA PRODUCTION	2001	2002	2003	2004	2005
Lubina	475	581	750,41	611,5	707
Dorada	783	1.408	1.561,4	2.036	2.189
Atún Rojo	4.219	4.715	3.620,8	6.078	3.127
MEAGRE	-	-	-	-	170

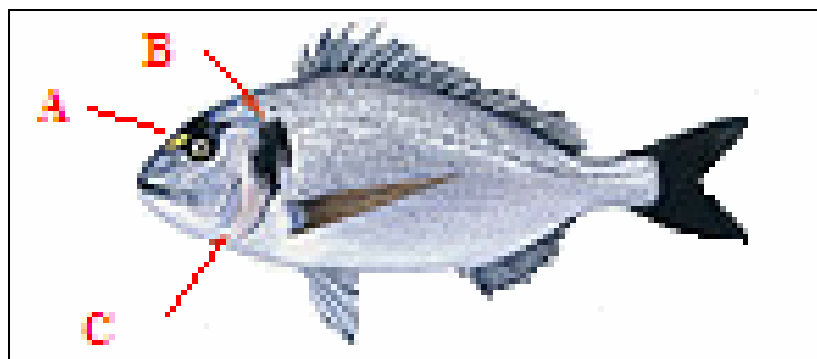
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Según el procedimiento anterior, hemos seleccionado dos especies para su cría, Dorada y Lubina. Ambas especies de una comercialización consolidada en España. Aunque algún año, alguna de estas especies, sufra bajadas en su precio en el mercado, las posibles pérdidas se suelen compensar con una de las dos, bien con la Dorada o Lubina.

DORADA

Nomenclatura sistemática.

Orden:	PERCIFORMES
Familia:	SPARIDAE
Clase:	Sparus
Especie:	auratus



Rasgos significativos.

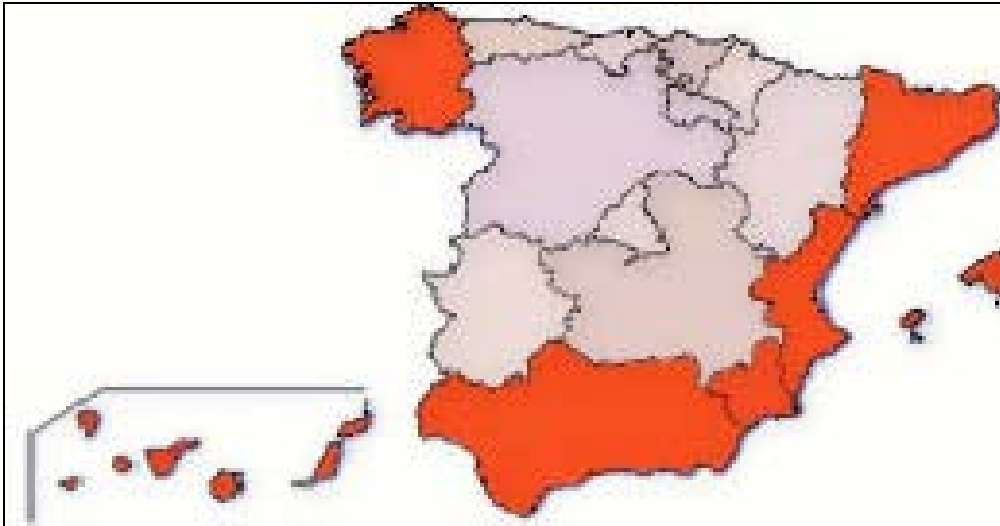
- Especie marina.
- Tiene una banda dorada entre los ojos (A), la cual se muestra mejor en los adultos. También tiene una mancha negra (B) y una banda rojiza (C).
- Forma ovalada y cuerpo comprimido.
- Gran cabeza con la cara y frontal convexo.
- Labios finos, y la mandíbula superior un poco más larga que la inferior.
- Los dientes anteriores de ambas mandíbulas son cónicos y fuertes.
- Aleta dorsal con radios espinosos en su parte anterior, y blandos en la parte posterior.
- Largas aletas pectorales.
- En libertad, pueden vivir más de 10 años, alimentándose de moluscos, crustáceos y pequeños peces.
- En jaulas, suelen estar de 12 a 18 meses, alcanzando entre 450 a 500 gramos, aunque si se desea pueden llegar hasta el kilogramo, incrementándose el precio de venta
- Es una especie hermafrodita. En libertad primero maduran como machos o hembras, y después, el segundo o tercer año, los machos cambian a hembras.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Sistemas de cultivo.

Tanques: Consolidado
Jaulas: Consolidado
Depósitos: Consolidado

Áreas de cultivo en España.

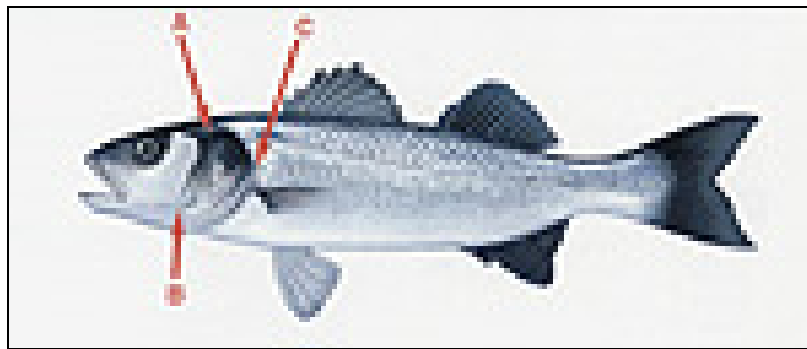


Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

LUBINA

Nomenclatura sistemática

Orden:	PERCIFORMES
Familia:	Moronidae
Clase:	Dicentrarchus
Especie:	labrax



Rasgos significativos.

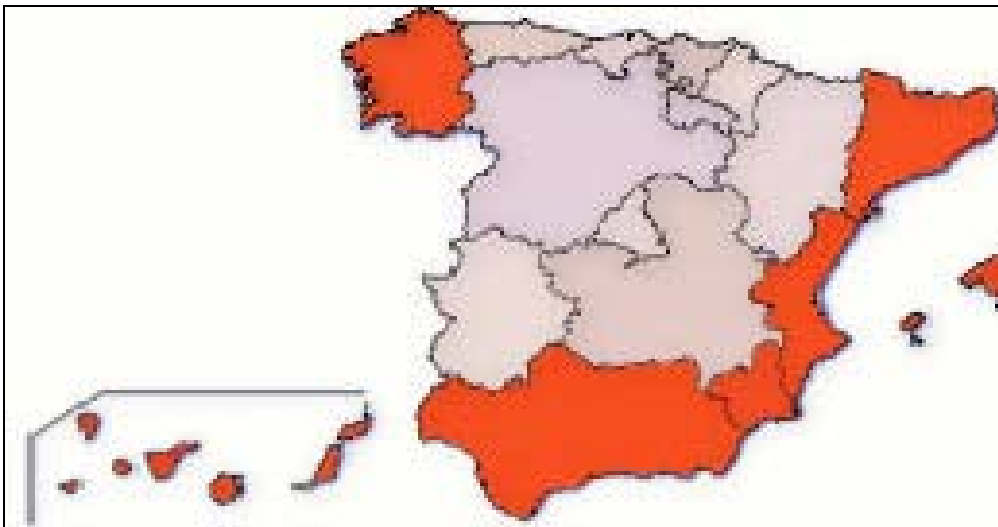
- Cuerpo alargado
- Poco comprimido y esbelto.
- Boca grande con la mandíbula inferior algo prominente.
- Primera aleta dorsal de contorno triangular y la segunda trapezoidal, con el margen anterior alto.
- Aleta caudal ahorquillada.
- Mancha negra en el borde superior del opérculo.
- Su longevidad se estima en unos 30 años.
- Carnívoro muy voraz.
- La primera maduración sexual ocurre generalmente a los 2/4 años.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Sistemas de cultivo.

Tanques: Consolidado
Jaulas: Consolidado
Depósitos: Consolidado

Áreas de cultivo en España.



6.4.- Conclusión.

Una vez elegidas la localización y las especies a criar, estamos preparados para la realización del proyecto conceptual de nuestra planta, el cual, iremos lo desarrollando con el fin de llegar a una solución que se aproxime a la óptima, siendo los principales objetivos, calidad del producto, prevención de contaminación del medio marino que rodea a la granja de acuicultura, simplicidad de la instalación, fácil mantenimiento y un uso de nuevas tecnologías para conseguir con seguridad las novedades impuestas a este proyecto.

7.-PASOS PARA CONSTRUIR UNA INSTALACIÓN DE ACUICULTURA MURCIA EN AGUAS MARÍTIMAS.

7.1.-Requisitos y procedimiento.

Requisitos y documentación necesaria que debe de cumplir un proyecto de cultivos marinos para solicitar el otorgamiento de una concesión/autorización administrativa para la instalación, explotación y funcionamiento de un proyecto de cultivos marinos.

El Organismo encargado de la tramitación en la región de Murcia es el Servicio de Pesca y Acuicultura, dependiente de la Dirección General de Ganadería y Pesca, de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

Para la iniciación del procedimiento, el Servicio de Pesca y Acuicultura debe de requerir informes de los siguientes Organismos:

- Demarcación de Costas (Ministerio de Medio Ambiente).
- Dirección General del Medio Natural (Estudio de Impacto Ambiental).
- Dirección General de Infraestructuras Turísticas.
- Comandancia Militar de Marina (Ministerio de Defensa).
- Ayuntamiento
- Federación Murciana de Cofradías de Pescadores
- Información pública en el B.O.R.M. y Prensa Regional.

7.2.- Documentación a presentar.

- Solicitud de explotación dirigida al Ilmo. Sr. Director General de Ganadería y Pesca.
- Solicitud de concesión de dominio público marítimo-terrestre dirigida al Sr. Jefe de la Demarcación de Costas en Murcia.
- Nueve ejemplares del proyecto básico de construcción.
- Proyecto básico, en el que se fijarán las características de las instalaciones y obras, la extensión de la zona de dominio público marítimo terrestre a ocupar o utilizar.
- Una memoria justificativa y descriptiva con anejos, en su caso, que incluirán además de lo requerido anteriormente, los criterios básicos del proyecto, el programa de ejecución de los trabajos, y, en su caso el sistema de evacuación de aguas residuales.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

- Los planos:
 - De situación, a escala conveniente.
 - De emplazamiento, con representación del deslinde y de la zona a ocupar, a escala no inferior 1/5.000, con la clasificación y usos urbanísticos del entorno.
 - Topográfico del estado actual, a escala no inferior a 1/1000.
 - De planta general, en el que se representen las instalaciones y obras proyectadas, que incluirá.
 - Deslinde y la superficie a ocupar o utilizar en el dominio público marítimo terrestre.
 - Líneas de orilla.
 - Zonas de servidumbre de tránsito, protección y accesos.
 - Restablecimiento de las afectadas y terrenos a incorporar al dominio público marítimo terrestre cuando proceda.
 - De alzados y secciones características, cuando resulten necesarios para su definición, con la geometría de las obras e instalaciones.
- Información fotográfica de la zona.
- Presupuesto con la valoración de las unidades de obra y partidas más significativas.
- Si las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo terrestre, se requerirá además una previa evaluación. La evaluación comprenderá el estudio de la incidencia de las actividades proyectadas sobre el dominio público marítimo terrestre, tanto durante su ejecución como durante su explotación, debiendo incluir, en su caso, las medidas correctoras necesarias.
- El proyecto se someterá preceptivamente a información pública. Si como consecuencia de las alegaciones formuladas en dicho trámite, se introdujeran modificaciones sustanciales del proyecto, se abrirá un nuevo proceso de información. Además se acompañará un estudio económico financiero que desarrolle la evolución previsible de la explotación, y que incluir:
 - Relación de ingresos estimados.
 - Relación de gastos.
 - Costes derivados de las medidas correctoras propuestas.
 - Evaluación de la rentabilidad neta, antes de impuestos.
- Cuando el proyecto contenga la previsión de actuaciones en el mar o en la zona marítima terrestre, deberá de comprender un estudio básico de la dinámica del litoral referido a la unidad fisiográfica costera correspondiente y de los efectos de las actuaciones previstas. Este estudio se acompañará como anejo a la memoria, y comprenderá los siguientes aspectos:
 - Estudio de la capacidad de transporte litoral.
 - Balance sedimentario y evolución de la línea de costa.
 - Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.
 - Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas y, forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costa afectado.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

- Naturaleza geológica de los fondos.
- Condiciones de la biosfera submarina.
- Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.
- Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.
- Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras y compensatorias.
- Resguardo acreditativo de la fianza provisional (2% del proyecto de la obra o instalación) a favor de la Demarcación de Costas.
- Escritura de Constitución de la Sociedad, Cooperativa,... Estatutos por los que se va a regir y Acta en que se acuerda la realización de la obra.
- Fotocopia del D.N.I., N.I.F. o C.I.F.
- Documentación justificativa de la personalidad del peticionario y de la representación en que se actúa.
- Nueve copias de la Memoria-Resumen para inicio del Estudio de Impacto Ambiental.
- Toda esta documentación deberá presentarse en la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Plaza Juan XXIII, s/n de Murcia o en el Servicio de Pesca y Acuicultura, Plaza de San Francisco, 1-Iº Cartagena.

7.3.- Legislación.

- Ley de Costas 22/1988, de 28 de junio. (B.O.E., nº 181 de 29 julio).
- Real Decreto 1471/1989, de 1 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General para desarrollo y ejecución de la ley 22/1988 de Costas.(B.O.E. nº 297, de 12 de diciembre), modificado por los Reales Decretos 1112/1992 de 16 de Septiembre y 1771/1994, de 5 de Agosto. (B.O.E. nº240 de 6 de octubre y 198 de 19 de agosto, respectivamente).
- Ley 23/1984, de 25 de junio, de Cultivos Marinos. (B.O.E., nº 153 de 27 junio).
- Real Decreto 153/1996 en el que se aprueba la Ley 7/1994 de 19 de mayo, de Protección Ambiental, publicado en el BOJA nº69 de 18 de junio. poderes..., si es el caso, o de las personas interesadas, que en ese caso será el N.I.F.
- Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (B.O.E. de 30 de junio.).
- Real Decreto 1331/1998, de 30 de septiembre.- Reglamento para la ejecución anterior (B.O.E. de 5 de octubre).
- Ley 1/1995, de 8 de marzo, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia (B.O.R.M. nº78 de 3 de abril).
- Ley 6/2001, de 8 de mayo de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Real Decreto 3448/2000, de 22 de diciembre (B.O.E. de 23 de diciembre).
- Orden de 15 de noviembre de 2000 de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de Murcia (B.O.R.M. de 23 de noviembre)

8.- PROYECTO CONCEPTUAL.

8.1.-Introducción

Una vez definidas las características principales (localización y especie a cultivar) vamos a empezar con el diseño de nuestra planta. La localización seleccionada tiene la diferencia respecto a otras granjas situadas en la zona que se encuentra muy alejada de la costa. Esta lejanía (unas 11 millas náuticas) nos dará una serie de ventajas y desventajas que nombraremos a continuación.

Ventajas:

- Debido al turismo, cultivos agrícolas e industrias de la zona, las aguas del área seleccionada cerca de la costa se encuentran en cierta manera contaminadas. Alejarnos de la costa nos dará aguas mucho más limpias para la cría de la Dorada y Lubina obteniendo un producto final de máxima calidad.
- Conociendo que las propias jaulas producen contaminación justo debajo de ellas sobre el lecho marino, el haber elegido la profundidad de 100,00 metros (la cual la hemos conseguido alejándonos de la costa las 11 millas náuticas nombradas anteriormente) evitará esta contaminación, ya que, la dispersión del pienso sobrante, los heces de los peces y restos de peces muertos se producirá a un mayor grado.
- En el área seleccionada existe una alta concentración turística, estando esto en contraposición con el cultivo acuícola, debido al impacto visual y la posibilidad del arrastre de desechos hacia las playas debido a las corrientes. Todo esto se evita en nuestra planta. Este punto podría ayudar bastante en lo que se refiere al tema de las concesiones para futuros empresarios de este sector, los cuales no tendrán que luchar con el sector turístico.

Desventajas:

- Siendo el área seleccionada mucho más expuesta que las actualmente en funcionamiento, nos surge el problema de mayor velocidad de viento y corrientes, y mayor altura significativa de ola. Esto repercutirá en el diseño y en los días que no se podrá trabajar por mal tiempo.
- Una mayor distancia desde la costa hasta la planta repercutirá en los costes salariales, debido a que se empleará más tiempo en llegar a ella, y se usará un consumo de combustible algo mayor.
- Debido a la gran profundidad seleccionada el emplazamiento y el mantenimiento del sistema de anclaje será más complejo que el usado en otros de menor profundidad, incrementándose bastante estos costes.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Atendiendo a los inconvenientes producidos por las desventajas que nuestra localización nos produce, vamos a intentar resolver los máximos posibles, y donde la solución óptima no sea posible, intentaremos acercarnos a ella.

8.2.-Requerimientos técnicos de nuestra planta.

- Jaulas.
- Sistema de alimentación y control de este (Boya de alimentación).
- Anclaje.
- Amarre.
- Sistema de Limpieza.
- Sistema de Buceo.
- Barco de operaciones.
- Contador de peces.
- Número de Trabajadores.
- Emplazamiento y montaje.
- Apoyo de tierra.
- Balizamiento (anexo 1)

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.1.-Jaulas.

Debido a las condiciones ambientales con las que nos vamos a encontrar, elegiremos jaulas flexibles para poder absorber las cargas sobre las jaulas. Existen muchos tipos y empresas en el mercado.

8.2.1.1.-Jaulas de plástico.

Diez modelos diferentes de jaulas en todas las circunferencias desde 30 hasta 200 metros. Hay un tipo de jaula para cada ambiente, desde emplazamientos resguardados hasta las más extremas condiciones.

Combinando la flexibilidad del plástico con la resistencia del acero, *se* han diseñado jaulas para la acuicultura que reúne los requerimientos de resistencia y seguridad. Consolas y barandas de acero galvanizado en caliente, junto con una cadena de seguridad, forman la principal estructura de la jaula. La cadena absorbe las cargas mas fuertes sobre la jaula, siendo los anillos de poliuretano los que dan la flotabilidad.

La jaula consiste en:

- Dos o tres anillos de flotabilidad de polietileno de alta densidad.
- Un relleno de poliestireno en uno o dos de los anillos.
- Baranda compuesta por un tubo de polietireno de alta densidad.
- Consolas de refuerzo de los anillos de acero para soportar las tensiones máximas.
- Cadena de seguridad alrededor de toda la circunferencia.
- Casquillos de plásticos entre los anillos de flotabilidad
- Amarre estándar de los pesos de lastre.
- Defensas de caucho en las abrazaderas de los anillos de flotabilidad



8.2.1.2.-Froyaring.

La jaula Froyaring es la alternativa mas resistente, la cual esta diseñada y certificada para el uso con tubo hueco. Esta disponible en variaciones de circunferencia entre 60 y 157 metros.

Este diseño esta enfocado a una larga vida con un mínimo coste de mantenimiento y producción. Por esto, las jaulas vienen con todas las consolas soldadas reduciendo al máximo el número de partes de ellas. Sólidos casquillos de polietireno para añadir seguridad. Los barraganetes de acero están fijados con defensas de caucho para prevenir el posible daño sobre las jaulas y los barcos de operaciones.

Como un segundo sistema de seguridad, las jaulas cuentan con barras multifuncionales de acero, sirviendo ambas tanto para la seguridad en caso de daño en la tubería, como para las consolas usándolas como bastidores de izado.

Las especificaciones y dimensiones pueden ser personalizadas para satisfacer los requerimientos específicos de la zona. Otros detalles personalizados podrían incluir, amarre de pesos para 2 o 3 partes de bridas, consola del tubo, zona de trabajo, etc.

Si la jaula Froyaring es entregada con el tubo hueco, este es diseñado enfocado con una optimización del medio ambiente, mantenimiento y fácil manejo de la red. El tubo hueco puede ser levantado en etapas, con la ayuda de la grúa del barco de operaciones. El tubo hueco facilitará la sujeción durante varias operaciones, como, lavado de red en agua

Más ventajas cuando usamos el tubo hueco:

Seguridad

- Se reducen las cargas puntuales sobre la red.
- Pleno control en el izado de la red (mínimo riesgo).
- Incremento del volumen de red en lugares de alta energía de olas.

Medio Ambiente

- Aberturas de malla máxima y tensión sobre la red, lo cual causa menos *fouling* e incrementa el flujo a través de la jaula
- Un constante volumen de red reduce el riesgo de daños y tensiones en mal tiempo y fuertes corrientes.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Simplificación de la limpieza.

- Fácil limpieza cuando usamos cepillos de flujo o buceadores.
- El secado de la red puede hacerse sin cambios de la forma cilíndrica.

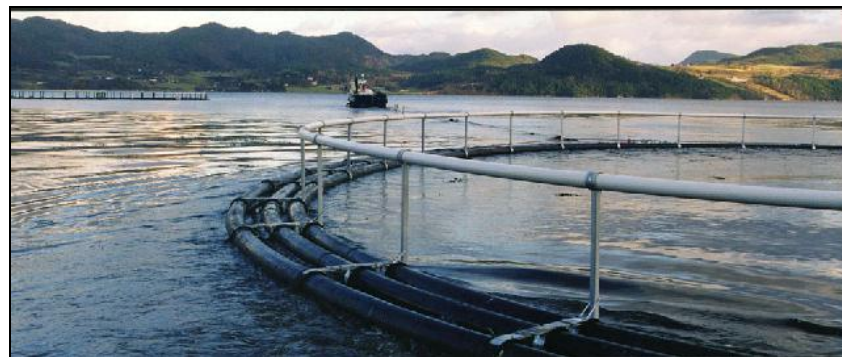


Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.1.3.- *Jaulas con triple anillo de flotabilidad.*

Este tipo de jaulas tienen varias ventajas:

- Excelente estabilidad de la baranda y rigidez de los anillos
- Seguridad y estable ambiente de trabajo para los trabajadores
- Amplia distancia entre el interior y exterior de los anillos de flotabilidad, evitando el daño sobre la redes.
- El reciclaje de los viejos anillos de flotabilidad es bueno para el medio ambiente.
- Larga esperanza de vida.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.1.4.-Actualizaciones de jaulas.

Según el deseo de los clientes, algunas empresas reconstruyen las existentes jaulas de dos anillos de flotabilidad en jaulas con tres anillos.

Otras reconstrucciones pueden realizarse:

- Soldaduras de existentes anillos de flotabilidad.
- Montaje de casquillos de plástico, consolas galvanizadas y cadenas de seguridad alrededor de toda la circunferencia.
- Nuevos barandas.
- Todo esto será realizado por montadores especializados.



8.2.2.-Otros aspectos a tener en cuenta.

8.2.2.1.-Red.

Es uno de los elementos principales y que el más tendremos que cuidar, ya que por rotura de esta se podría perder la totalidad de la producción de una jaula. En cuanto al sistema de limpieza se pueden escoger entre tres sistemas:

1. Red con *antifouling*, pudiéndose usar durante todo un periodo de cría. Este tipo la vamos a descartar ya que en esta granja se intentará se en la medida de lo posible respetuosos con el medio ambiente.
2. Red sin *antifouling*, siendo necesario el cambio de la red cada 4 meses.
3. Red con sistema de limpieza, donde será necesario la limpieza cada 15 días.

Nota: Se elegirá cualquiera de los dos últimos sistemas, por respeto al medio ambiente y a los propios peces.

Otro dato particular de cada red es el ancho de malla (mesh bar), el cual es función de la especie y tamaño de cría. El material será Nylon, siendo este el más comúnmente utilizado.

En función del ancho de malla y del material obtendremos **Sn** (Net Solidity), usándose este dato para otros cálculos, como lo son el peso de la red o la resistencia al avance debida a la velocidad de corriente, siendo esta la mayor componente de la fuerza ejercida sobre el sistema de anclaje.

También se ha de controlar las deformaciones de la red debidas a la velocidad de corriente, haciéndose mediante los anillos de corriente y a su vez usando un lastre fijo, ambos situados en el fondo de la jaula. Aumentando el valor de este lastre fijo mantendremos mejor la forma cilíndrica de la jaula.

Al estar nuestras jaulas sumergidas no vemos en la obligación del uso de una red que tape la parte superior. En las jaulas no sumergidas esto no es necesario, aunque en ocasiones hay que poner una red anti-pájaros.

8.2.2.2.-Anillos de Flotabilidad.

Son de polietireno y generalmente están rellenos de poliestireno, por tanto, si se produjese alguna rotura del anillo, el poliestireno evitaría la entrada de agua. Los diámetros varían en función del tipo de jaula e incluso de empresa, siendo el rango más normal [200-350] milímetros.

Una de las novedades de esta planta de acuicultura, y hasta este momento no ha sido nombrada es que las jaulas estarán sumergidas una profundidad de 15 metros, evitándose así la mayor altura de ola registrada según las boyas en el área seleccionada.

Aunque nuestras jaulas estén sumergidas, la flotabilidad de los anillos de flotabilidad será positiva, existiendo una tendencia a salir a la superficie, evitándose con unas estachas o cables amarrados al entramado del sistema de anclaje.

8.2.2.3.-Consolas y refuerzos.

Se colocarán a lo largo de toda la circunferencia, y tantos en número como sea necesario en función del radio. Estos nos servirán para fijar los anillos de flotabilidad y para darle seguridad a la jaula, que si bien es flexible, necesitamos suficiente consistencia del conjunto. También serán de gran utilidad para el uso de plataformas metálicas entre varias consolas, con el fin de facilitar la faena de los trabajadores cuando las jaulas se encuentren en la superficie.

8.2.2.4.-Sistema de vigilancia.

Hemos de instalar cámaras de vigilancia en el interior de la jaula, con la misión de observar como se alimentan los peces, para poder actuar sobre el control remoto si los peces dejan de comer, salvando así alimento de los peces, haciéndonos más rentables con un simple control.

También es muy típico instalar un sistema de recuento de ejemplares, para ir haciendo estimaciones en un futuro a la hora de vender el producto.

8.2.2.5.-Manguera de alimentación.

Cada jaula dispondrá de al menos una manguera conectada a la boya de alimentación, a través de la cual se alimentarán a los peces las veces que sea necesario, todo ello con un sistema automatizado.

8.2.2.6.-Anillo anticorriente.

Usamos estos anillos en el fondo de la red para evitar deformaciones con las corrientes, manteniéndose en la manera de lo posible la forma cilíndrica de la jaula.

8.2.2.7.-*Lastre de fondo.*

El lastre de fondo estará compuesto por dos tipos, uno fijo y otro no. Ambos estarán en un depósito de acero galvanizado para evitar corrosiones. Lo colocaremos en el fondo y fuera de la jaula con las correspondientes estachas o cables. Éste tendrá dos misiones, una para ayudar a mantener la forma y otra para las operaciones de inmersión y emersión de las jaulas cuando sea necesario.

- Fijo: Utilizaremos hormigón en el fondo del depósito, y será el encargado de mantener la forma de la jaula.
- No fijo: Usaremos agua del mar, introduciéndola y sacándola en el depósito mediante válvulas reguladas automáticamente. Este proceso, el cual explicaremos mas adelante, lo haremos con un sistema de aire a presión situado en el barco de operaciones

8.2.2.8.-*Volumen requerido de jaulas.*

Para calcular el volumen requerido total de las jaulas de nuestra instalación hemos de usar el dato de densidad de cultivo de nuestra especie:

$$DC(\text{ para Dorada y Lubina}) = 15 \text{ Kg/m}^3$$

En nuestra planta hemos decidido que queremos una producción de 400 Tn cada 15 meses (que es el tiempo medio que la Dorada alcanza el peso de venta), luego decimos que:

$$DC = Tn / \text{Volumen}$$

$$\text{Volumen Total} = 400 * 10^3 / 15 = 26666,66 \text{m}^3$$

El volumen unitario de cada jaula dependerá de las dimensiones de esta. Más adelante se realizan estos cálculos.

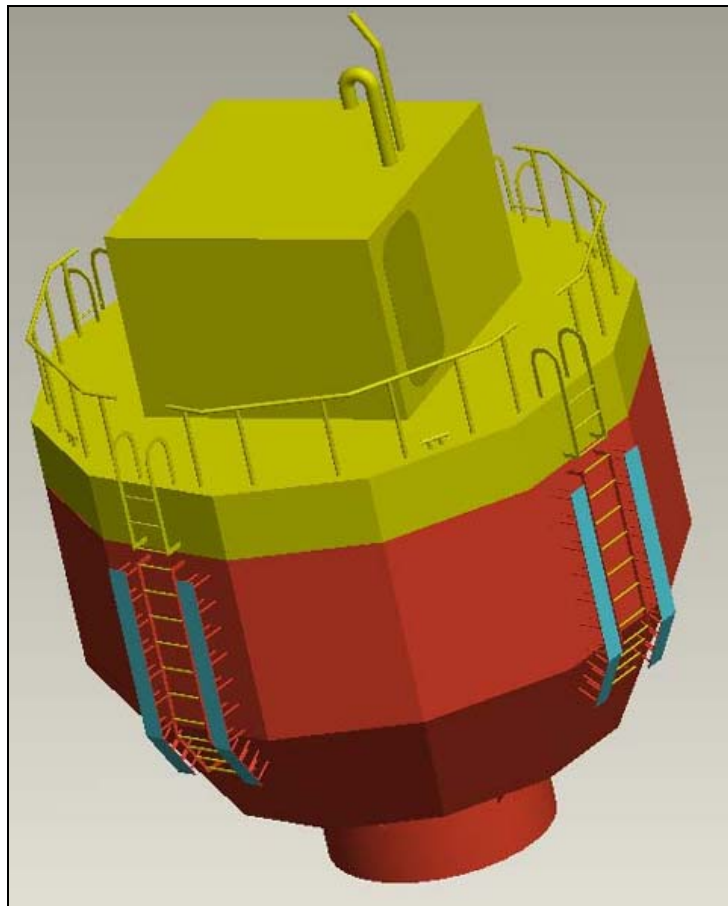
8.2.3.-Sistema de alimentación.

8.2.3.1.-Introducción.

Esta es una de las grandes novedades de este proyecto. La alimentación de los peces la haremos con un sistema totalmente automatizado, emplazado en una boya que esta al lado de las jaulas. Esta boya se encuentra permanentemente en superficie, y mediante mangueras se encuentra conectada a los dispositivos de alimentación de las jaulas.

El sistema de anclaje de la boya esta combinado con el de las jaulas, para que debido a los movimientos producidos por olas, vientos y corrientes, esta combinación del anclaje ayude a que los movimientos sean parecidos y no se produzcan tensiones no deseadas.

Como bien es sabida, una parte crítica de las operaciones de acuicultura es la alimentación de los peces (en el momento, cantidad y número de veces adecuadas) y la monitorización de esta. Un proyecto de investigación de la Universidad de Newhampshire UNH, ha desarrollado con éxito varias boyas de alimentación con diferentes capacidades de almacenaje de pienso, $\frac{1}{4}$ de tonelada y 1 tonelada, ambas con muy buenos resultados, y actualmente se encuentran en el estudio de una tercera boya de capacidad de 20 toneladas de pienso, habiéndose introducido en ella todas las modificaciones que gracias al estudio de las anteriores han creído necesarias.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.3.2.-Elementos y Tareas.

La parte principal de la boya de alimentación es un ordenador y el software correspondiente dentro de la boya de alimentación. Tiene encomendadas una gran variedad de tareas. Debe arrancar el generador a tiempo para poder proveer de energía a diferentes operaciones programadas tales como, el encendido de las luces sumergidas en las jaulas para el retraso de la maduración sexual, o el encendido de las bombas, barrenas y dosificadores de alimentación, etc. También, el sistema debe monitorizar el estado de cada una de estas actividades de cómo se están llevando a cabo. Esto incluye la visión de todo tipo de actividades como por ejemplo que el generador arranca correctamente, etc. Cuando actividades tales como la alimentación se llevan a cabo, el sistema debe monitorizar la cantidad de pienso en la tolva, y en la manguera, y también la presión de la manguera para observar cualquier obstrucción en esta. Este sistema también tiene una serie de puntos críticos que deben de monitorizarse, como la entrada de agua en la boya, el voltaje de la batería de seguridad, la carga del sistema de energía por medio de sistemas solares o eólicos, y cualquier problema crítico con la alimentación u otras actividades. El sistema está programado para responder a cualquier problema, como cuando hay un corte de energía del generador por motivos de calentamiento, presión baja del aceite o bajo nivel de combustible. También se detendrá cualquier actividad de la alimentación si la presión en la manguera de alimentación nos indica que esta se ha atascado. Si se detecta agua en la boya, indicándose un derrame por abertura o por cualquiera de los subsistemas, el computador envía una alerta a tierra, apaga cualquier actividad crítica y arranca las bombas de achique.



Las actividades programadas son controladas por una serie de archivos almacenados en una memoria compact flash en el computador. El sistema comprueba cada hora para ver si una actividad está programada, entonces lee en otro archivo de control, el cual controlara los detalles de esa actividad. Si es hora de la alimentación, leerá el archivo específico de la alimentación, el cual dirá, como de rápido ha de hacerse esta, su duración, y que secuencia de bombas ha de usarse durante el proceso. Según nos refiramos a diferentes archivos de alimentación, varios programas de alimentación están programados, pudiendo usarse uno para cada día o toda una semana. Un ciclo podría incluir, poner una pequeña cantidad de pienso en la manguera, entonces se arrancarí­a la bomba para arrastrarlo con agua hacia la jaula, esperándose un determinado tiempo hasta que los peces hayan tenido tiempo de acabar con todo y se repetiría esta operación de nuevo hasta que fuese necesario.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

La boya de alimentación de 20 Toneladas usa un generador Kohler 20 Kw 3-fases 240 VAC. El generador se controlara usando un J1939 CAN Bus. El sistema de control tendrá la habilidad de ejecutar sobre cien servicios diferentes. Estarán monitorizados todos los aspectos de las operaciones que se lleven acabo, tanto si se está alimentando a los peces, como el encendido de las luces, como la grabación en video o recolección de datos ambientales. El controlador tendrá extrema flexibilidad para ser capaz de adaptar los cambios necesarios tanto de aspectos biológicos como de modificaciones de ingeniería.

El sistema de control también tiene que ser altamente seguro. Todos los equipos contenidos en la boya tienen la habilidad de ser controlados (como la alta humedad del ambiente, o el exceso de moho en la manguera). Todos los paneles eléctricos y sus conectores están por consiguiente especificados. Todo el sistema de instalación eléctrica está diseñado para cumplir con los códigos y reglamentos actuales.

La boya de alimentación tendrá la capacidad de alimentar a diferentes jaulas abriendo y cerrando válvulas. La boya también contiene cuatro silos separados con la posibilidad de rellenar con diferentes piensos cada uno. Esto significa que cada jaula podría ser alimentada con diferentes tipos de pienso y en diferentes cantidades, así como una mezcla de todos ellos. Esto podría ser especialmente útil si fuese necesario medicar una de las jaulas. El sistema de dosificación desde los silos en las bombas principales tiene un refinado y rápido sistema en el. A parte de ser capaz de seleccionar cada silo, también podrá seleccionar la cantidad necesaria de pienso.

La alimentación de cuatro jaulas será una de las cualidades que la boya de alimentación de 20 Toneladas realizará. Esta boya también dará energía a las diferentes luces de cada jaula para retrasar la maduración, y estará programado con la habilidad para variar el momento y duración de encendido. El sistema de control también activa el sistema de video vigilancia que permitirá monitorizar las cuatro jaulas en tierra. Cada una de las jaulas tendrá cuatro videocámaras colocadas en lugares estratégicos para observar el comportamiento y monitorizar que el proceso de la alimentación se produce adecuadamente. El sistema también monitorizará la recogida de datos de multitud de sensores.

El principal controlador del sistema en la boya consistirá en dos partes, el principal CPU para controlar todos los aspectos de alimentación y monitorización y un microcontrolador (Persistor CFII) para guardar la información vital del sistema. El microcontrolador estará albergado en un cilindro a presión en el caso de catástrofe, actuando como caja negra para un posterior análisis.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.3.3.-Sistema de Control para el Programa de Alimentación.

El sistema básico de control usa un archivo para especificar el número de veces y otras operaciones en la alimentación, y un segundo archivo para especificar y controlar la operación de alimentación. El programa es lo suficiente flexible para el control adicional de las bombas y válvulas.

Este programa está diseñado para que solamente el personal autorizado tenga acceso a él, usando también una serie de archivos que nos indican si por motivos ambientales de olas y viento se puede realizar la operación de alimentación.

El programa está ajustado para que la toma continua de muestras empiece cada 15 minutos después de una hora. La radio y el GPS se encenderán después de la hora para tener en cuenta ciertas cosas como lo es el tiempo de calentamiento y la conexión del sistema. Con arranque cada 15 minutos después de una hora, la normal puesta en marcha, comprobaciones y alimentación podría ser llevado a cabo y grabado en un ciclo completo de 24 horas en la CPU de apoyo en la base de tierra.

El programa está también diseñado para abastecerse de múltiples archivos de control de alimentación, variando día a día según el programa establecido de alimentación. A través de un enlace de telemetría, todas las operaciones realizadas por la boya de alimentación son enviadas y procesadas para una mejora continua.

Este programa tiene la posibilidad de ser ejecutado fuera de las horas establecidas. Con esto tenemos la capacidad de cambiar los periodos de encendido de las luces o el tiempo de alimentación. Esto también nos permite que el generador arranque para actividades tales como encendido de luces, alimentación, carga de baterías, etc, fuera de las horas programadas. Por añadidura, la radio, el sistema de video, y el control de otras líneas puede ser encendido independiente de la secuencia estándar. Esto trabaja bien, por ejemplo, permitiendo las luces estar encendidas por la mañana y por la noche según convenga, para evitar la maduración de los peces por la simulación de la luz del sol.

En la boya de alimentación de 20 Toneladas, se ha mejorado su programa con unos componentes básicos en adición al programa principal, los cuales nos permiten ejecutar manualmente el programa, dándonos acceso a todas las características del hardware, aún no hayan sido implementadas en el programa inicial. Esto nos ha dado una útil herramienta para testear el hardware y la evaluación de las diferentes bombas, mangueras, válvulas, etc. por control remoto desde tierra (o desde un cercano barco de apoyo) usando la telemetría. Los ingenieros pueden independientemente, controlar el generador, contactores, GPS, suministro de energía, toma de muestras, válvulas, bombas y servomotores. El análisis de los ingenieros es también realizado en un programa, y los resultados se devuelven a la costa para asistir a los ingenieros y a las actividades de acuicultura.

Para automatizar los cambios de los procesos, los archivos de control de la boya de alimentación fueron desarrollados para modificarse automáticamente desde tierra. Esto fue otro paso hacia la meta que se buscaba, el control de las operaciones de acuicultura desde tierra. Usando toda esta metodología cualquier persona ser capaz de

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

cumplir con tareas sin tener muchos conocimientos del programa, solamente siguiendo unas directrices básicas según las necesidades de los peces.

También se instaló un MODEM de apoyo para la transferencia de archivos al centro de control de la CPU, siendo capaces con esto de transferir uno, o un conjunto de nuevos archivos de control. Cuando la CPU ha comenzado su rutina diaria, se comprueba si hay nuevos archivos de control disponibles, y en caso afirmativo, empezaría su descarga al directorio principal para ser usados en las horas de alimentación. Así, un usuario, para cambiar los archivos de control, solamente tiene que descargarlos al directorio, y conocer que la siguiente hora serán transferidos a la boya de alimentación y usados hasta un nuevo cambio.

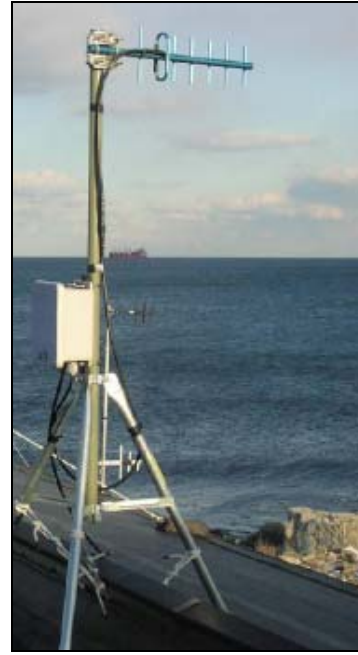
Podemos dejar como conclusión, que un diseño cuidadoso, tanto en ingeniería electrónica como en programación, nos podrá dar un exitoso sistema totalmente automatizado y dirigido mediante control remoto, para la alimentación de jaulas de acuicultura en aguas abiertas.

8.2.3.4.-Telemetría, manipulación de datos y base de control en la tierra.

Todas las actividades que son monitorizadas por el controlador en la boya de alimentación son almacenadas en los archivos cada hora para documentar que ha ocurrido. Estos archivos son retransmitidos continuamente a tierra a 900 MHz por un enlace de telemetría a la CPU principal de la base en tierra. Otros datos también son retransmitidos a tierra tales como la velocidad de corriente, cantidad de alimento proporcionada, etc. pudiéndose usar todos estos datos para un estudio mediante su monitorización. Nuevos archivos que controlan en el momento las actividades, pueden ser modificadas por el sistema de control de la boya de alimentación para alterar la actividad programada, basándose en las observaciones y correcciones programadas. Estos archivos son automáticamente enviados a la estación en tierra y otra vez retransmitidos a la CPU de la boya al empezar el ciclo en la siguiente hora. Así, las actividades de la boya de alimentación pueden ser regularmente controladas gracias a estas constantes monitorizaciones. El sistema también monitoriza otros datos como lo son los ambientales, profundidad de las jaulas mediante sensores de presión y la temperatura del agua a tres profundidades para comprobar si se encuentra entre el rango preferido de nuestra especie.

El sistema de videocámaras de las jaulas observa a los peces, antes, durante y después de la alimentación, para evaluarla y estudiar la actividad de los peces. Las imágenes son capturadas, comprimidas y enviadas por telemetría a la base en tierra. Mientras la videofrecuencia de 900 MHz puede manejar rutinas de transferencia de datos y archivos, esta videofrecuencia no es capaz de proveer imágenes en tiempo real deseadas por los directores de las operaciones. Una radio de 2.4 GHz utilizando un protocolo de 802.11b con una antena de ganancia 24 db en la costa no podría transmitir datos de 7.5 nm desde la boya hasta la costa.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



En acuicultura en aguas abiertas donde las operaciones del personal no pueden ser fácilmente realizadas como las inspecciones o alimentación de los peces deben de ser hechas remotamente. La boya de alimentación tiene cuidado de la alimentación, pero envía todas las características de estas operaciones a tierra para una correcta comprobación. Por lo tanto, un componente crítico del sistema de la boya de alimentación es el intercambio de información mediante telemetría entre la CPU de la boya, la base de tierra y el personal de operaciones.

La radio de videofrecuencia desde la boya a la costa utiliza un espectro de amplitud de 900 MHz conectado a un RS232 link a un microcontrolador Persistor en la boya de alimentación y a una CPU en tierra. El microcontrolador en la boya controla la potencia de la radio, varios sensores de muestreo y de estado del sistema a intervalos regularmente programados y salva esta información en una memoria compact flash en la boya de alimentación. Continuamente estos datos son teletransmitidos a la base situada en la costa.

Sobre la boya hay una antena vertical con 3 db de ganancia, situada lo suficientemente elevada para quedar por encima de la cresta de ola más alta, ya que si no podríamos perder la comunicación con tierra.

La ruta de transmisión desde la base en tierra hasta la boya de alimentación en nuestro caso va a ser 11 millas náuticas. La base en tierra recibirá continuamente datos y archivos a través de la telemetría. El enlace de telemetría trabajará razonablemente bien, aunque la ruta de conexión es horizontal, cuando el tiempo es lluvioso o con niebla, algunos datos podrán perderse. También, cuando las olas del mar son más grandes de lo normal, la antena podría quedar por debajo de la cresta de ola y algunos datos se perderán. Hemos medido 3 metros de altura de ola significativa como promedio, y en los peores inviernos esa altura sería de 5 metros.

En la estación en tierra usaremos un hardware el cual consiste en una antena de 10 db de la empresa Bluewave Yagi montada sobre un corto mástil en el tejado del centro apuntando hacia la boya. La radio esta localizada en una caja estanca. Un voltaje

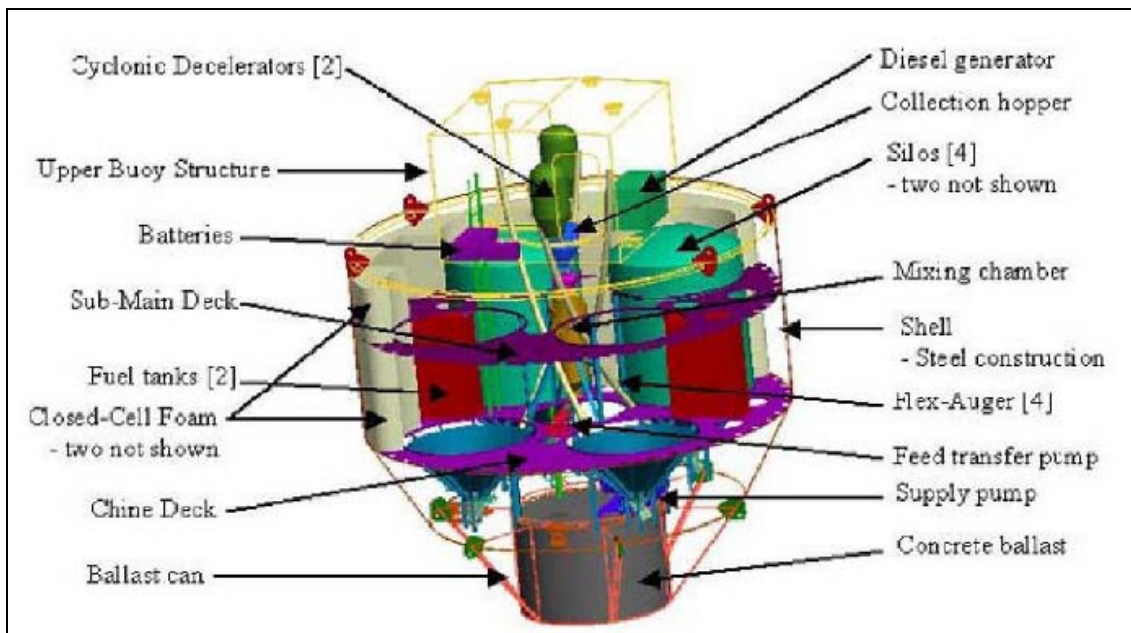
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

de 12 voltios y un cable de comunicaciones RS232 realizan la comunicación con la CPU del centro.

Finalmente, la estructura del sistema de telemetría es tal que su videofrecuencia puede ser cambiada a un móvil o a un satélite con muy poca dificultad. Esto nos permitiría el control de cualquier operación de acuicultura en cualquier lugar del mundo.

El fin de la acuicultura en aguas abiertas es alimentar a los peces y monitorizar estas operaciones. Esto es una meta deseada, alcanzándose el control absoluto de estas operaciones evitaremos riesgos en el personal y aumentaremos los beneficios.

El siguiente paso es coger los datos que están siendo enviados por telemetría a la costa y ponerlos en un monitor para permitir que el personal observe y controle las operaciones mostradas.

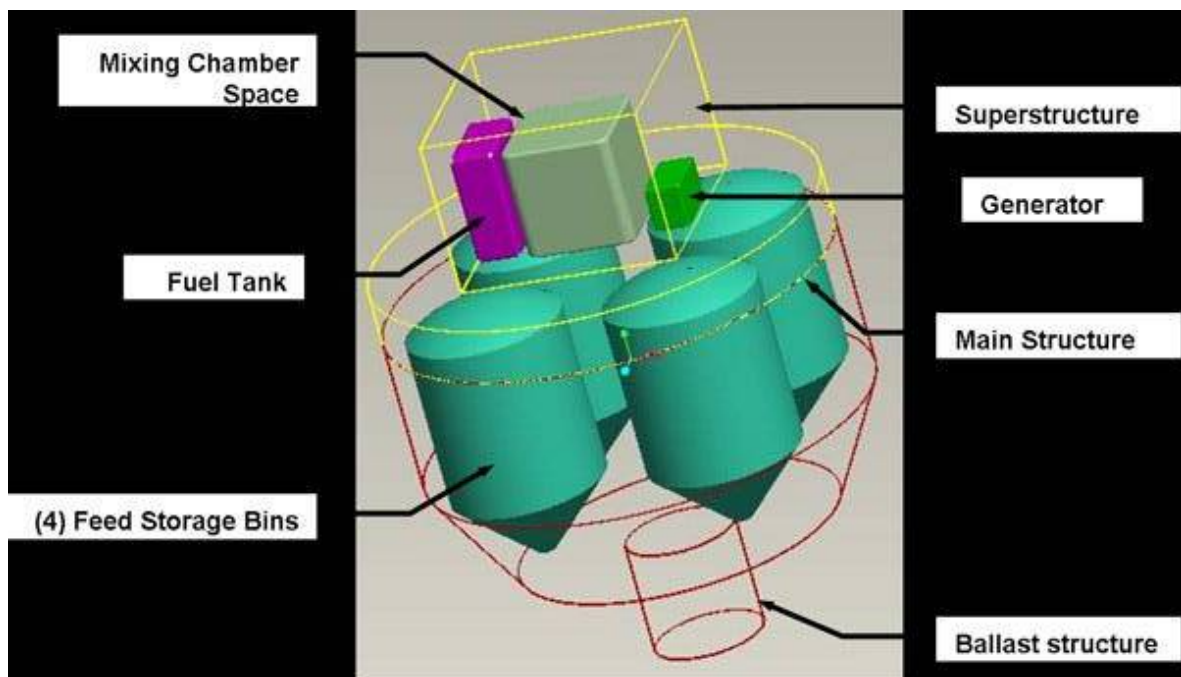


Component	Description	Weight (kg)	Vertical CG (m)
Shell/Structure	Steel	16284	2,682
Ballast	Concrete	17600	0,61
Storage Bins	4MDPE bins	907	2,304
Feed		18144	2,304
Fuel tanks	Steel fuel tanks	454	2,883
Fuel tanks	315 gal diesel	1143	2,883
TOTAL		54532	1,493
Without Consumables	(Feed and Fuel)	35245	1,031

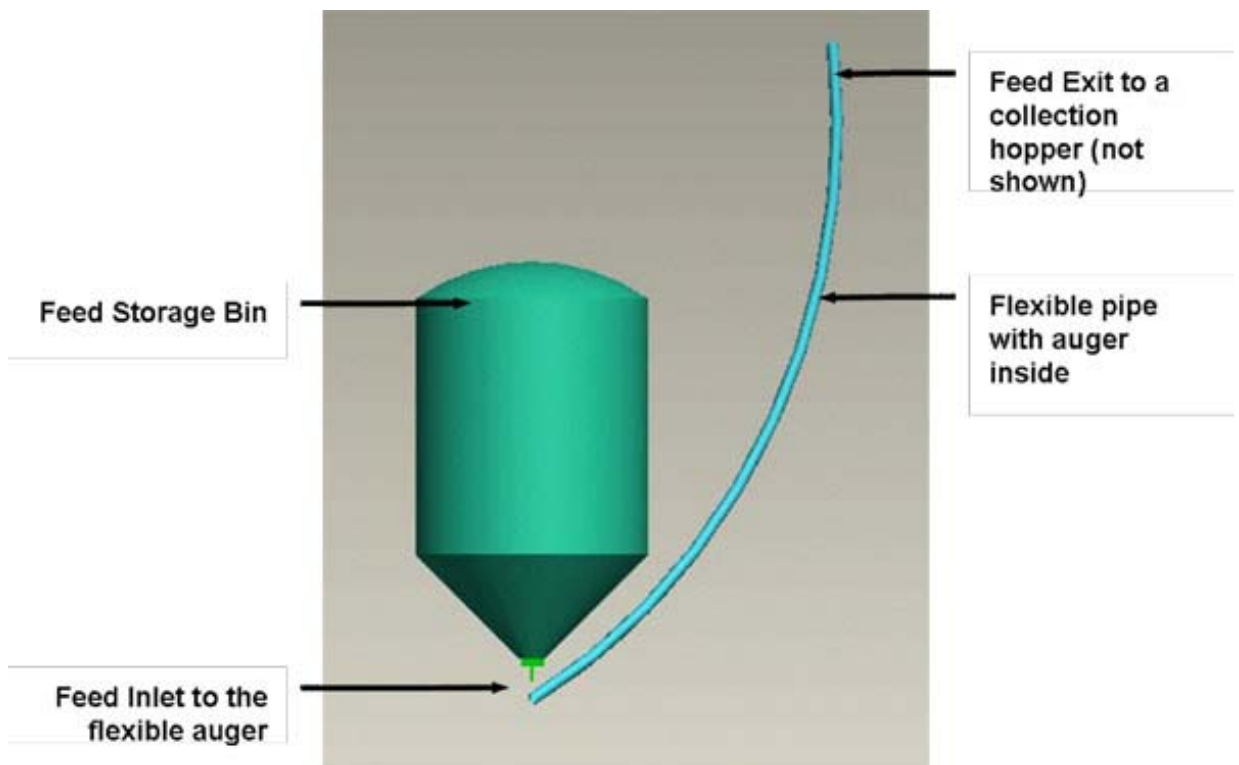
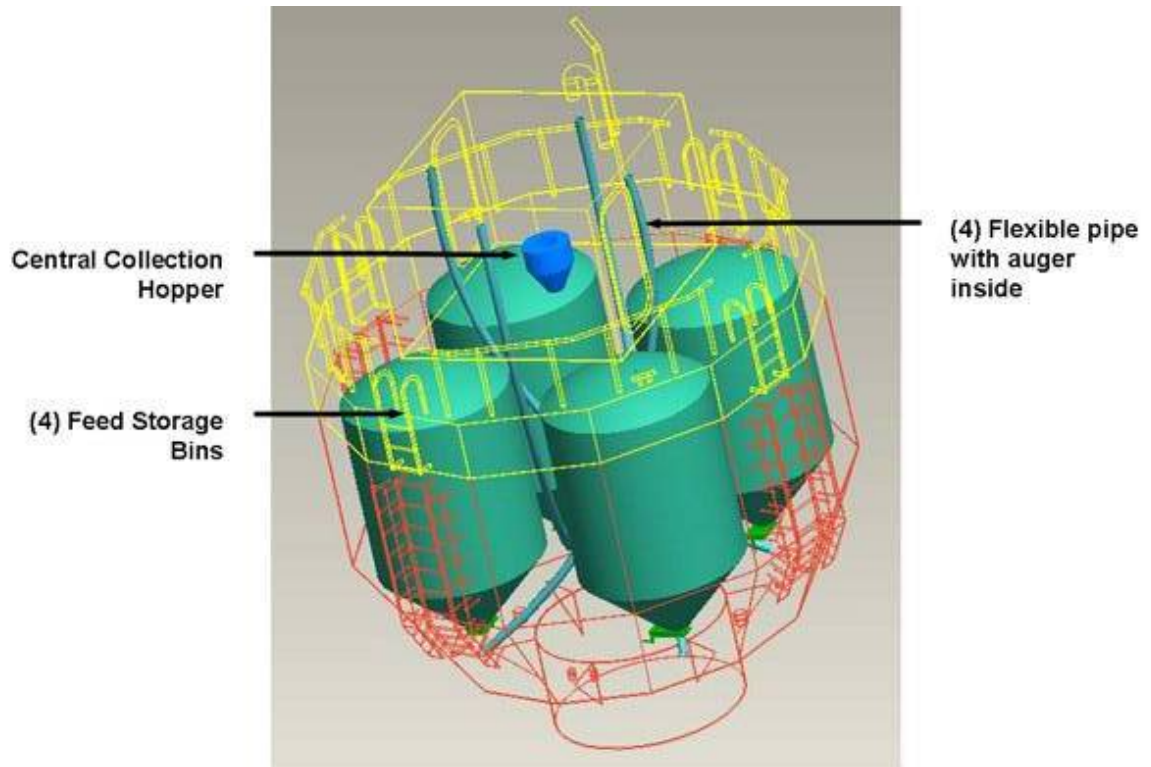
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Parameter	Load	Light
Waterline (m)	1,915	1,306
Draft (m)	3,134	2,525
Vertical Center of buoyancy - VCB (m)	0,889	0,495
Metacentric Height - GM (m)	0,881	1,354

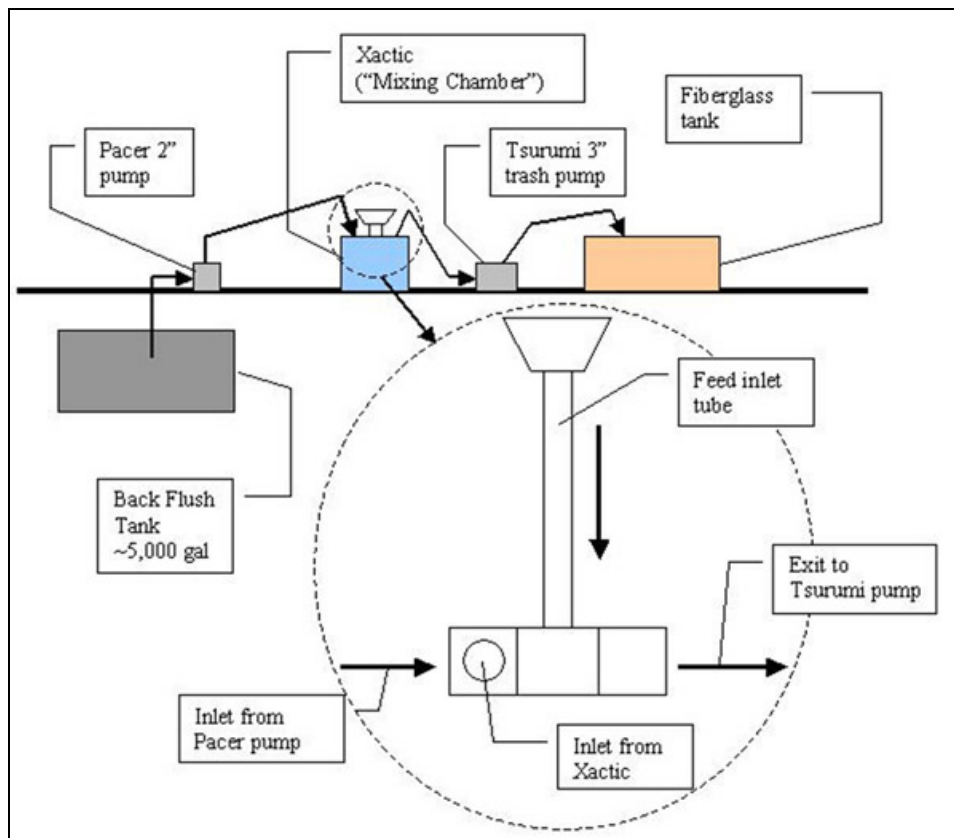
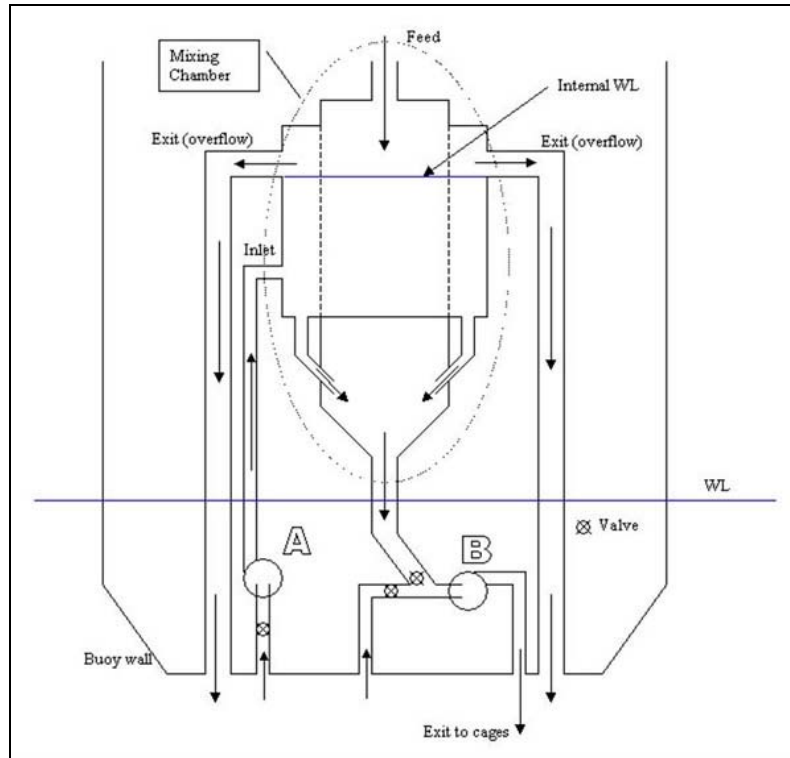
Parameter		Physical Model	Numerical Model
Damped Natural Period	Heave	8,43 sec	10,70 sec
	Pitch	13,76 sec	16,22 sec
Added Mass		0,980exp5 Kg	2,929exp5 Kg
Damping Constant	Heave	0,0615	0,0349
	Pitch	0,0282	0,0278
Undamped Natural Frecuency	Heave	0,744 rad/s	0,586 rad/s
	Pitch	0,456 rad/s	0,388 rad/s



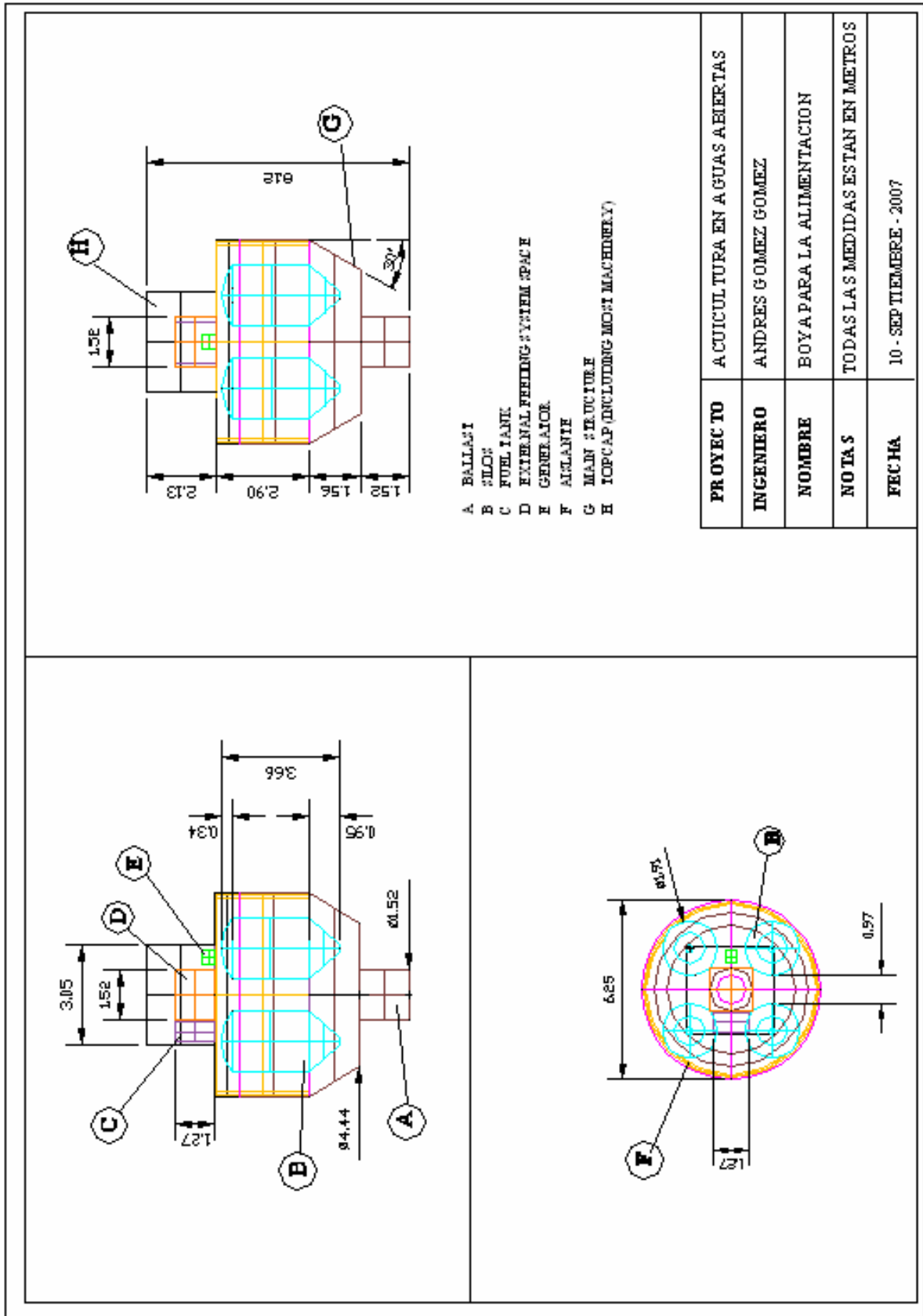
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
 ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



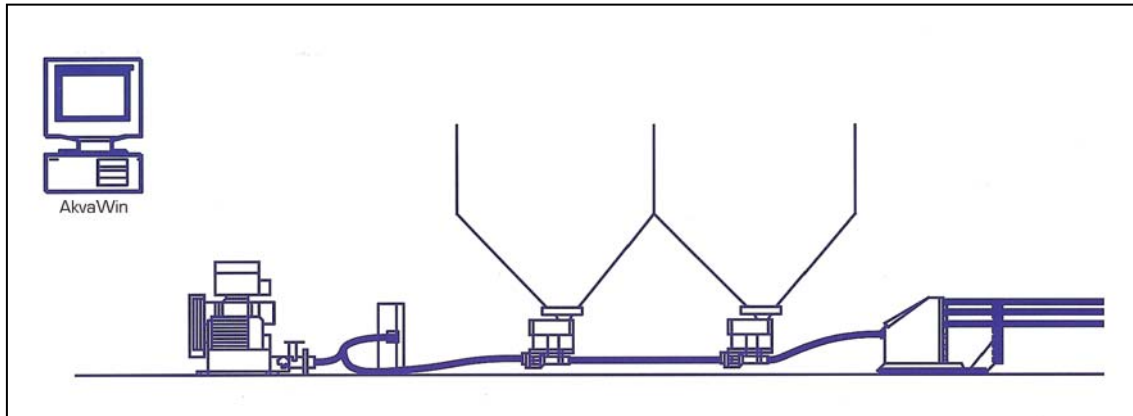
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
 ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.3.5.- *Esquema de alimentación.*

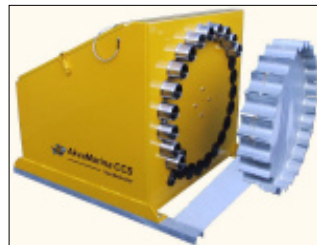
Un esquema de cómo se realizaría todo el proceso de esta actividad se muestra a continuación mediante las siguientes figuras:



BLOWER



SELECTOR VALVE



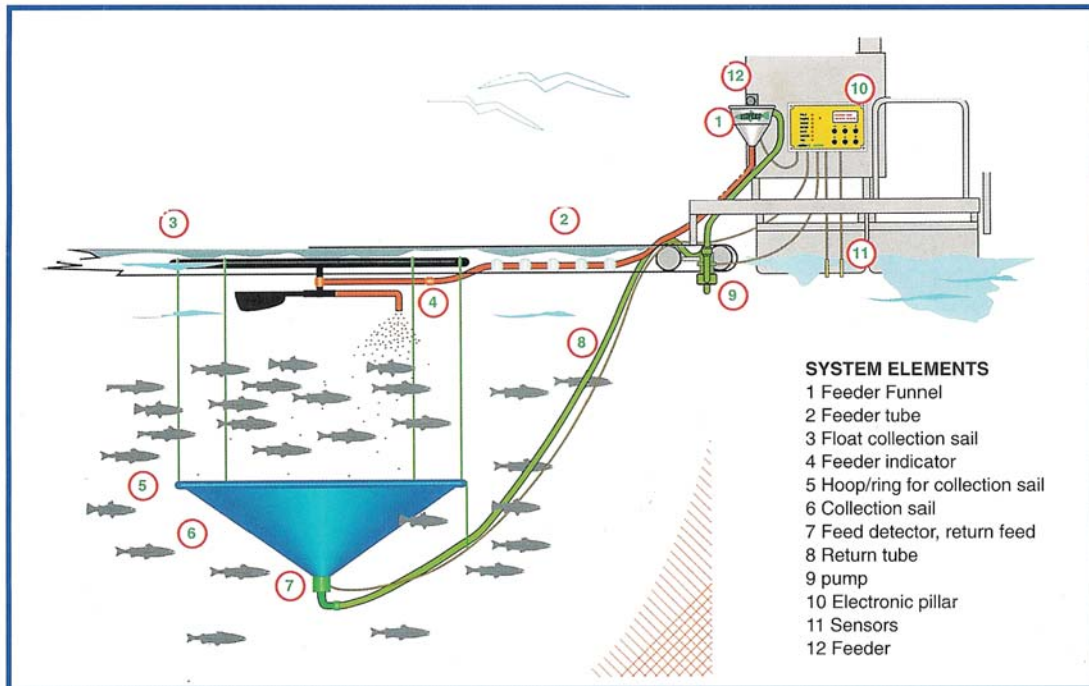
CONTROL PANEL



DOSAGE



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



8.2.3.6.-*Conclusión.*

Como ya se ha dicho, las operaciones de alimentación serán totalmente automatizadas, y serán controladas por control remoto desde tierra. Obteniendo una serie de ventajas frente a la alimentación manual:

- Ahorro en costes salariales
- Mejora en la distribución y dosificación del pienso.
- Automatización.
- Control sobre la alimentación.
- El pienso esta en silos seguros, secos y a una temperatura adecuada.
- Se reducirán el trasiego se sacos de piensos.
- Se podrá alimentar en condiciones meteorológicas que manualmente no se hacía por el riesgo que acarrea.

8.2.4.- Anclaje.

8.2.4.1.-Introducción.

El sistema de anclaje es uno de los elementos principales de las granjas acuícolas, debido a su alto grado de implicación en la seguridad del conjunto. En nuestro caso la gran profundidad a la que nos encontramos nos creará una serie de inconvenientes, como el mayor gasto económico, la inspección periódica de anclas, cadenas y otros elementos del sistema, mayor factor de seguridad, etc.

Otro de los factores de gran importancia será el tipo de fondo donde nos encontremos, arcilloso, arenoso o mixto.

8.2.4.2.- Tipos de anclaje.

En la actualidad existen muchos tipos de anclaje diferentes de los cuales nombraremos los de mayor relevancia:

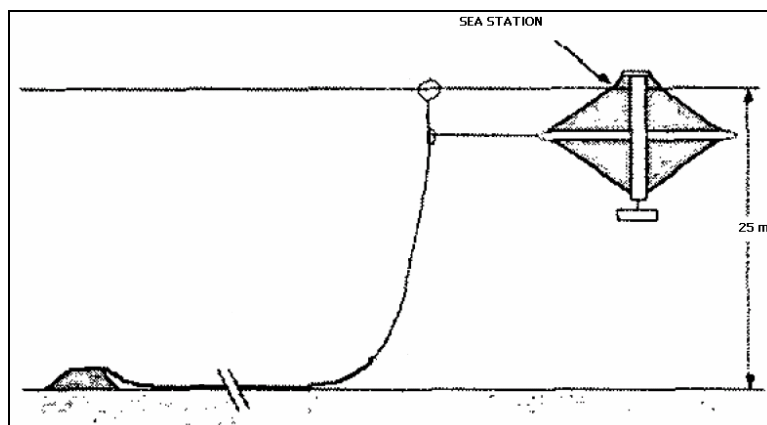
- Sistema de anclaje a un solo punto
- Sistema de tensión constante
- Sistema de anclaje conjunto para un número mayor de dos jaulas.

8.2.4.2.1.- Sistema de anclaje a un solo punto

Este sistema se usa con una sola jaula, dándonos la seguridad de que si cualquier elemento del conjunto fallase, solamente perderíamos una pequeña parte de nuestra producción.

Tiene el inconveniente de que se ocuparía mucho espacio si lo que se pretende es colocar un elevado número de jaulas usaríamos demasiada extensión, y además, actualmente solamente se está usando en aguas de poca de profundidad.

Usando este sistema, reducimos la complejidad en el emplazamiento de todo un sistema de anclaje, ya que se han eliminado muchos elementos, y con ello se reducirán los costes de montaje y también ahorramos gastos en elementos que aquí no se usarán. A la hora del mantenimiento el ahorro económico también repercutirá en los beneficios globales de la empresa.

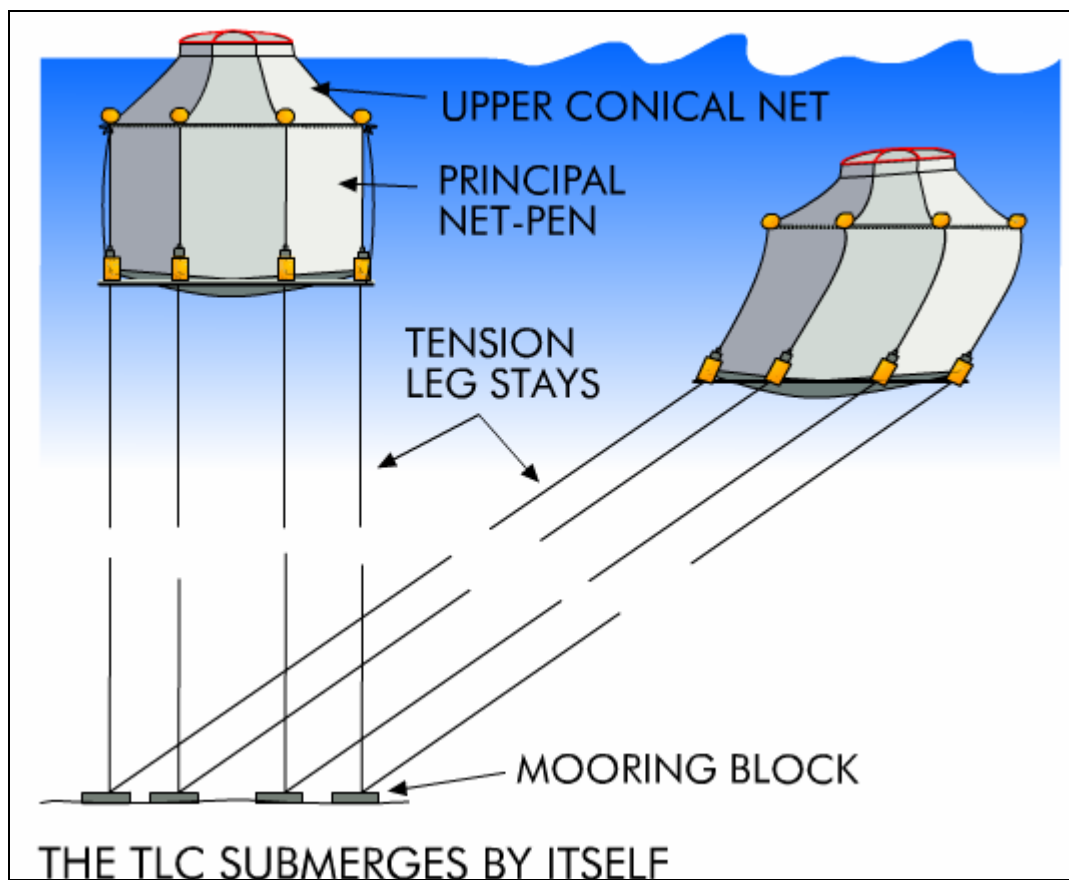


8.2.4.2.2.- *Sistema de tensión constante.*

Este sistema está basado en la dispersión de la energía de ola en el mar. Con el incremento de la profundidad las olas son secuencialmente filtradas, es decir, el mar está virtualmente en calma a una profundidad correspondiente a la longitud de ola.

Se trata de una estructura sumergible compuesta de red, polietileno y boyas, fondeada en la vertical y cuyo principio de acción se basa en la capacidad de sumergirse cuando la corriente supera los 0,3 m/s. La red mantiene su posición mediante boyas de profundidad, y dos estructuras de polietileno un anillo superficial y otro en profundidad.

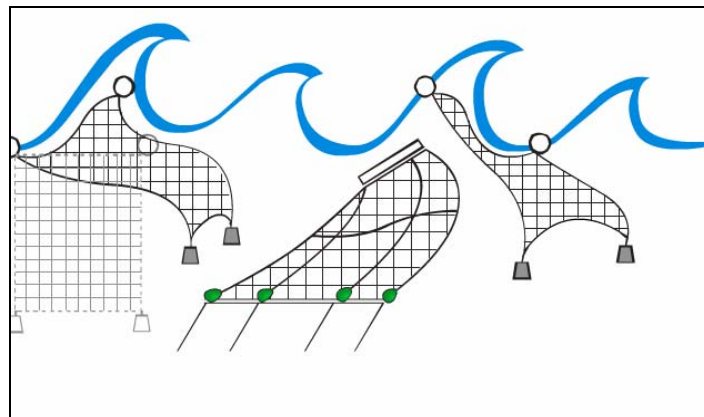
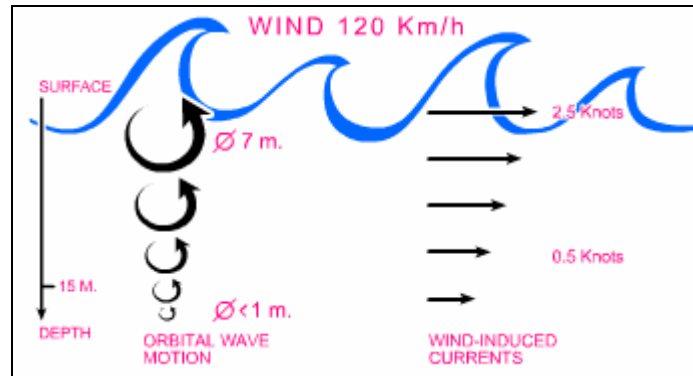
Además presenta una serie de boyas adicionales para adaptarse a las mareas existentes en esta zona. El sistema de anclaje vertical esta compuesto por 6 pesos de hormigón de 3,5 toneladas.



La jaula es flexible y pequeña en su parte superior, que es donde las olas golpean con más fuerza, mientras su estructura soporte está posicionada en el fondo. En condiciones de tormenta la jaula no está expuesta a las fuerzas marinas, siendo los movimientos sincronizados como lo hacen las algas, así se minimizan los esfuerzos en los elementos de las jaulas.

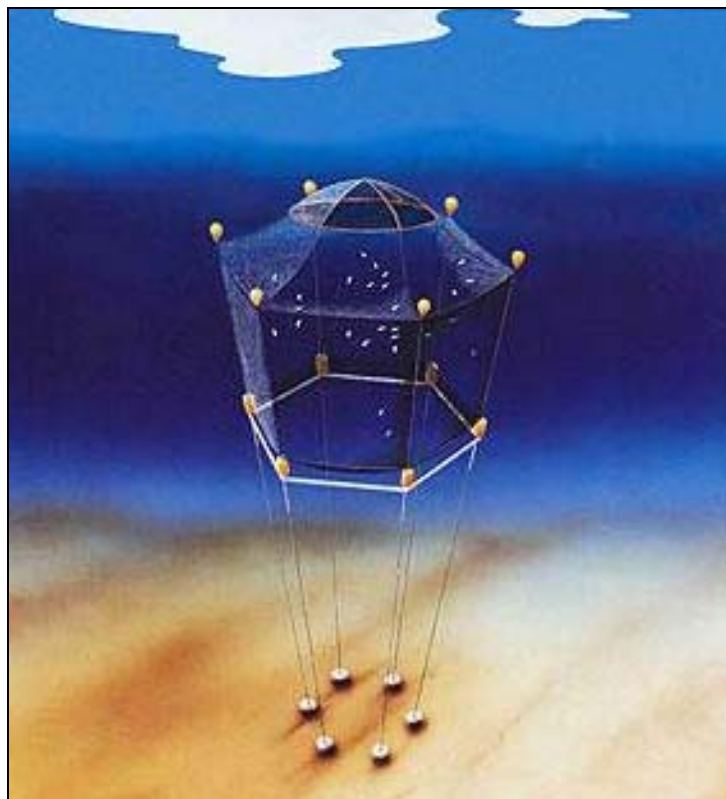
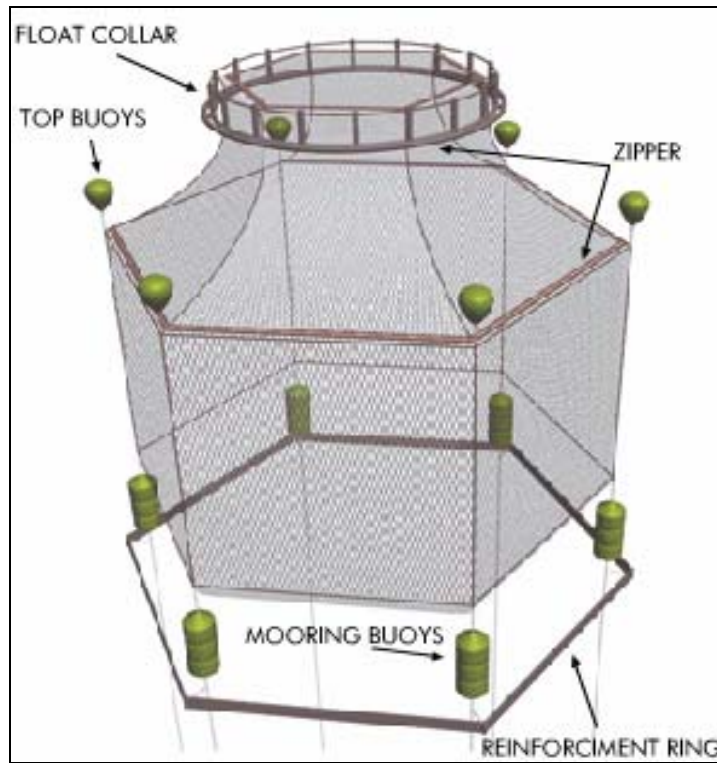
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Con las convencionales, la flotabilidad está concentrada en la superficie. La red y los pesos asociados están soportados por el anillo de flotabilidad sobre el cual el viento, corrientes y fuerzas actúan directamente. El anillo de flotabilidad y los respectivos amarres están así sujetos a violentos esfuerzos, mientras la red sufre deformaciones. Con corrientes altas la red puede ser reducida en volumen por encima del 30% de su original volumen, mientras los peces son confinados a las severas condiciones de la superficie, produciéndose daños y algunas muertes de peces.



La red principal de las jaulas de anclaje de tensión constante permanece estable bajo todas las condiciones, manteniendo su volumen, sin ningún movimiento violento, gracias también al efectivo tratamiento anti-fouling de la red. Esto asegura un ambiente libre de estreses para los peces. Las granjas con este tipo de jaulas pueden estar situadas a considerables profundidades. Los amarres verticales solamente ocupan el área que ocupa la red, y no interfiere con la navegación, pesca e intereses turísticos. En este sistema cada jaula es una unidad independiente. La instalación de este tipo de jaulas incluido el emplazamiento del sistema de anclaje será al menos 10 veces más fácil que las convencionales jaulas. Decir también que se pueden instalar en cualquier tipo de fondo marino

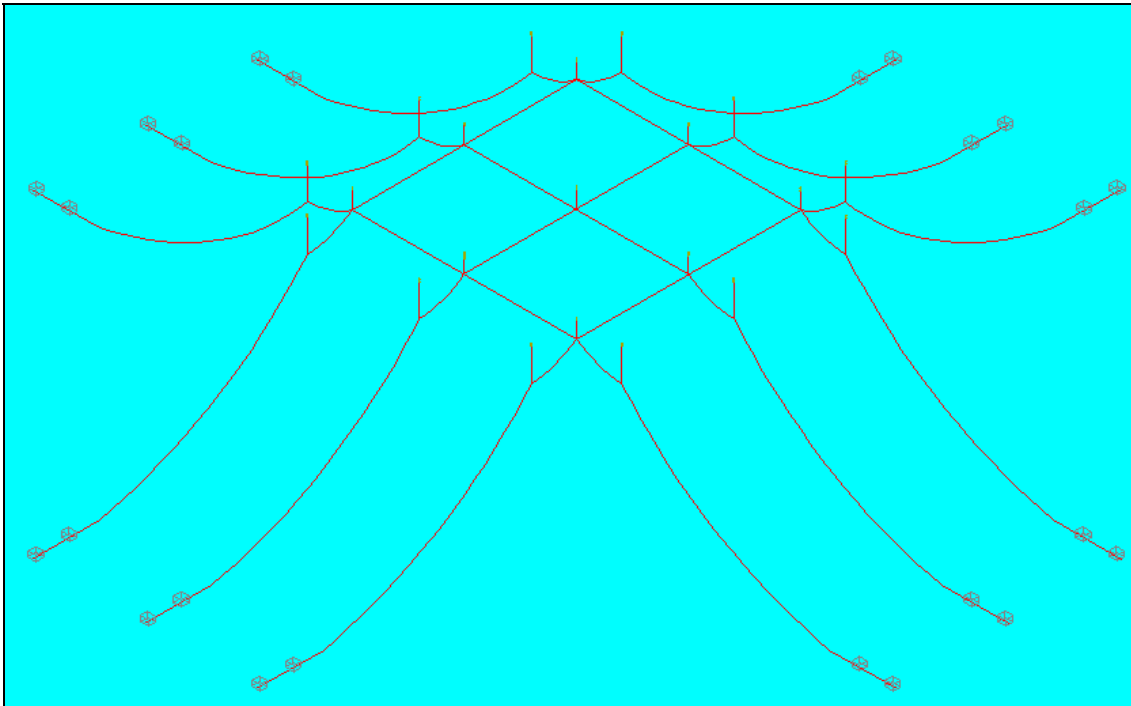
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



8.2.4.2.3.- *Sistema de anclaje conjunto, para un número mayor o igual de dos jaulas.*

Cuando el objetivo es situar más de una jaula, lo más lógico es buscar un sistema conjunto para todas ellas. En unos aspectos será peor, ya que por rotura de algún elemento se pondrá en peligro toda la instalación, pero en otros este sistema resulta mucho más rentable que el resto, debido a que el gasto económico en elementos es mucho menor.

Actualmente se tiende a colocar un conjunto de cables o cadenas, los cuales forman un entramado al cual iremos amarrando todas las jaulas. El entramado está anclado al fondo y las jaulas están amarradas al entramado.



El cálculo del entramado debe ser muy cuidadoso, y una vez finalizado habrá que dar un factor de seguridad, siendo este lo más elevado posible para poder asegurar la longevidad de la instalación,

En el cálculo de las fuerzas, la característica más dominante es la velocidad de corriente. Según un estudio realizado de las boyas de medidas de la zona hemos seleccionado como velocidad de corriente 1 m/s. Este dato será el crítico, alcanzándose solamente unos días al año, pero calcularemos el sistema de anclaje para esta velocidad de corriente, y además daremos el correspondiente factor de seguridad.

En nuestro caso vamos a utilizar 4 jaulas, y vamos a usar este sistema conjunto de anclaje. Hemos realizado una hoja de Excel para este cálculo donde podemos ir variando una serie de valores e ir viendo como se comporta la jaula y la cadena.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

La mayor componente de las fuerzas a las que se ve sometido este sistema es la resistencia a la que se ven sometidas las redes de las jaulas debido a la velocidad de corriente. Esta fuerza la vamos a calcular con un método de aproximación que en su día se estudio en la Universidad de Trondheim Marine Technology NTNU. A continuación vamos a desarrollar un pequeño resumen de cómo trabaja este método. Este método es una aproximación a nuestro cálculo ya que, en nuestro caso las jaulas son cilíndricas, y el método esta calculado para jaulas de sección rectangular.

8.2.4.3.- Método de Cálculo.

En el presente proyecto ha sido necesario calcular la tensión en las líneas de anclaje y amarre, donde hemos usado una serie de ecuaciones hidrodinámicas, así como simples operaciones trigonométricas.

8.2.4.3.1.- Fuerzas de corriente

Para calcular las fuerzas de corrientes sobre las jaulas debido a la corriente fueron usadas ecuaciones obtenidas mediante experimentos realizados en, Division of Marine Hydrodynamics, Norwegian Institute of Technology (NTH), Norway.

Este método esta basado en fundamentales consideraciones teóricas y en pruebas con modelos. El programa de pruebas con modelos incluye pruebas con un único panel de red con diferentes S_n (net solidity), medida de velocidades dentro del sistema de jaulas y medidas de fuerzas de corrientes para un gran numero de jaulas.

El nuevo método desarrollado en este proyecto fue encontrado para reproducir las fuerzas de corriente desde los modelos de prueba dentro de un rango [0.9-1.3] veces las medidas de las fuerzas. Así, la distribución de velocidad dentro de un arbitrario número de jaulas puede ser calculada con una razonable aproximación. El método desarrollado también dará resultados de la deformación de la red causada por la corriente y por lo tanto, puede ser usado para estimar los pesos necesarios para guardar las redes en su posición en la medida de lo posible.

8.2.4.3.2.- Método teórico para el cálculo de las fuerzas de corriente.

Los principales pasos para el cálculo de las fuerzas de corriente son lo siguientes:

- Establecer los coeficientes de las fuerzas de arrastre y sustentación para el actual tipo de red.
- Determinar la velocidad local de corriente en cada panel y cada elemento flotador.
- Calcular la fuerza de corriente sobre cada panel de red y cada flotador.
- Calcular la deformación producida sobre cada panel de red en el caso de que sea relevante.
- Realizar iteraciones referentes a la deformación del panel de red en caso de ser relevante.
- Encontrar la suma total de las fuerzas.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Es asumido que cada jaula de un sistema de jaulas puede ser modelada usando un número de paneles planos y elementos flotadores. El número de paneles y elementos flotadores depende de la forma de la jaula. Como ejemplo, una jaula de sección rectangular puede ser construida usando cuatro paneles de red laterales, uno sobre el fondo y otro en la parte superior de la jaula. El flotador de la superficie puede ser modelado usando cuatro elementos flotadores. Si la jaula esta encerrada por una estructura, esta puede ser modelada usando elementos flotadores.

Cada panel esta subdividido en un número de secciones. Las fuerzas de arrastre sobre las redes son calculadas en un número discreto de puntos sobre el panel. Estos puntos discretos están localizados en el centro de cada sección. Los elementos flotadores son tratados de una manera similar.

La deformación de cada panel puede ser representada como rotación de un rígido de una pared plana o usando un modelo de elementos más completo. Comparaciones muestran que el error introducido usando una pared rígida fue insignificante. La actual deformación de un panel de red está determinada por el equilibrio entre la actual fuerza de corriente actuando sobre el panel y la fuerza de inercia del peso colocado en el fondo.

Los coeficiente de arrastre y sustentación para las fuerzas de corrientes actuando sobre un plano de red plano generalmente estarán en función de la velocidad de corriente, el rumbo entre la corriente y el Sn de la red. El Sn, puede ser calculado por la siguiente aproximación:

$$S_n = 2 \cdot \frac{t}{Dt}$$

t = diámetro del hilo.

Dt = el ancho de malla de la red.

Las siguientes expresiones para los coeficientes de arrastre y sustentación, C_D y C_L han sido derivadas:

$$C_D = 0.04 + (-0.04 + S_n + 1.24S_n^2 + 13.7S_n^3) \cos(\alpha)$$

$$C_L = (0.057S_n - 3.54S_n^2 + 10.1S_n^3) \sin(2\alpha)$$

α es el ángulo entre la dirección de corriente y el vector normal del el panel de red. La constante 0.04 en la ecuación para C_D es incluida para tener en cuenta el arrastre del panel en el caso de que la dirección de la velocidad de corriente sea $\alpha=90$ deg.

Las fórmulas de arriba están parcialmente basadas en un trabajo teórico y parcialmente en comprensivos modelos de pruebas con paneles de red unitarios. Las fórmulas deberían solamente ser usadas para Sn menor de 0.35.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

El vector de la velocidad de entrada será reducido cuando pase un panel de red. Desde evaluaciones teóricas se ha podido demostrar que la velocidad de corriente es reducida según las series geométricas:

$$U_R = U \cdot \prod_{i=1}^{N_C} r_i$$

U es la velocidad inicial de corriente (sin reducción alguna), Nc es el número de pasos de panel aguas arriba antes de que la corriente incida en el panel a estudio. Esta observación fue verificada con los resultados de las pruebas con modelos. El factor de reducción de velocidad r_i puede ser determinado por consideraciones de momentos o por la distribución fuente y la función de teoría de chorro. El resultado puede ser escrito de la siguiente manera:

$$r_i = 1.0 - 0.46C_D$$

ésta fórmula verifica los resultados de las pruebas con modelos.

Esto implica que antes de los calcular la fuerza de arrastre sobre el panel de red, primero debemos establecer el número de paneles y acumular el efecto de reducción que expresa la fórmula de arriba.

Una vez la velocidad de corriente en el panel y los coeficientes de sustentación y arrastre son conocidos, el cálculo de fuerza de corriente para un panel dado es directo. Para los paneles de red, los cuales son fuertemente deformados debido a las fuerzas de corriente, la deformación debe ser tenida en cuenta usando procedimientos de iteración.

Los vectores de la fuerzas de arrastre y sustentación puede ser calculado por:

$$F_{CD} = 0.5\rho C_D \left(\iint_{dA} U_R U_R dA \right)$$

$$F_{CL} = 0.5\rho C_D \left(\iint_{dA} U_R^2 n_L dA \right)$$

ρ es la densidad del agua, n_L un vector unidad, el cual determina la dirección de la fuerza de sustentación. La dirección de este vector es dada por:

$$n_L = \frac{(U \times v_n) \times U}{|U| |v_n| |U|}$$

v_n vector normal fuera del panel de red (en el sentido positivo de la dirección de corriente).

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Las integraciones de arriba son realizadas numéricamente usando una subdivisión de panel de red. El valor de C_D y C_L es determinada por el S_n del panel de red y el ángulo de rumbo entre el vector de corriente y el panel de red.

La fuerza de corriente actuando sobre el panel de red es ahora obtenido por:

$$F_C^N = F_{CD} + F_{CL}$$

En los cálculos de fuerzas de corrientes sobre los flotadores, el principal flujo es aplicado. De acuerdo a esto, la fuerza de arrastre transversal sobre cada flotador puede ser entonces escrita como:

$$F_C^P = 0.5\rho C_{D,P} \cdot d_p \cdot l_p |U_{R,N}| U_{R,N}$$

d_p y l_p son calado y eslora respectivamente del flotador y C_{DP} es el coeficiente de arrastre del flotador. U_{RN} es la actual velocidad normal de corriente en el eje del flotador:

$$U_{RN} = r_{1,2} \times (U_R \times r_{1,2})$$

$r_{1,2}$ representa el vector unidad a lo largo de los ejes del flotador.

Las fuerzas totales de corriente actuando sobre el sistema de jaulas, es ahora obtenida como la suma de las fuerzas de corrientes actuando sobre las redes en su posición de equilibrio y las fuerzas de corrientes sobre el flotador:

$$F_C^T = \sum_{i=1}^{N_N} F_C^N(i) + \sum_{i=1}^{N_P} F_C^P(i)$$

N_P y N_N son el total número de elementos flotadores y paneles de red respectivamente.

8.2.4.3.3.- Pruebas de los modelos.

Las pruebas de los modelos fueron llevadas a cabo en el canal de experiencias en Marintek. La anchura, profundidad y longitud del canal son, 10.5 m, 10 m, 85 m, respectivamente.

Estas pruebas fueron llevadas a cabo para los siguientes casos:

- Pruebas con un único panel de red con profundidad y anchura igual a 1.5, y 1.5.
- Pruebas con un gran número de jaulas.

Fuerzas de corrientes, deformaciones de red y velocidad detrás de la red y dentro de las jaulas fueron medidas. Los resultados para un único panel de red fueron principalmente usados para establecer relaciones básicas para el método, es decir, los coeficientes de sustentación y arrastre, mientras los resultados de las pruebas para un sistema completo de jaulas fueron llevados a cabo para verificar el método teórico para una amplia gama de geometrías de jaulas.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Para la prueba de una única red, los siguientes parámetros fueron sistemáticamente variados:

- Velocidad de corriente
- Ángulo de rumbo entre la red y la corriente.
- Tipo de red (y también Sn).

Para las pruebas con un completo sistema de jaulas, el efecto de los siguientes parámetros fue considerado:

- Calado de las jaulas.
- Número de jaulas.
- Conexión para las redes (fijado a una estructura o equipado con pesos en el fondo de diferentes tamaños)
- Velocidad de corriente.
- Ángulo de rumbo entre el sistema de jaulas y la corriente.
- Tipo de red (y también Sn).

La corriente fue simulada remolcando al modelo.

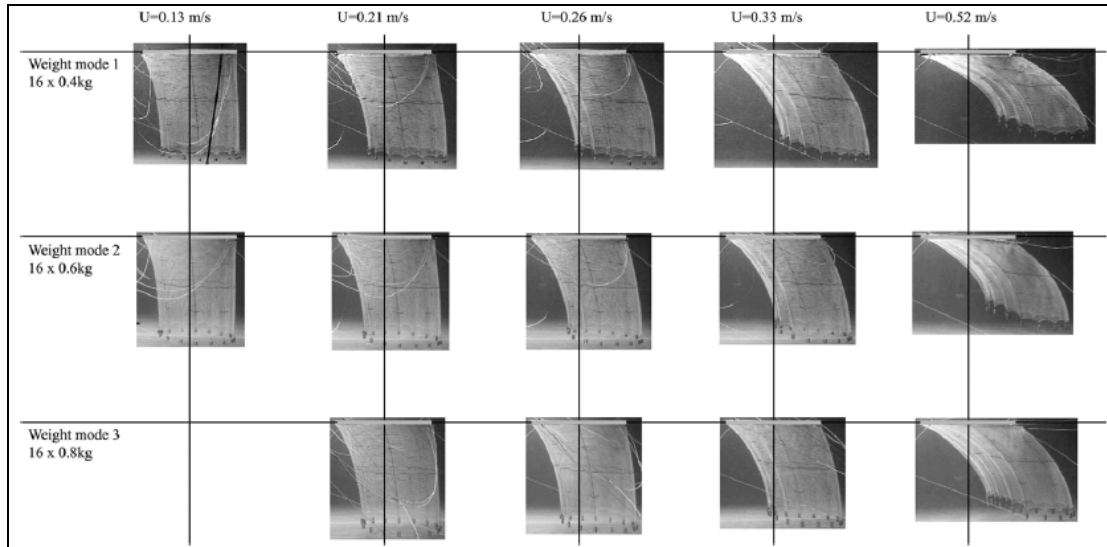
8.2.4.3.4.- Deformación de la red.

Las deformaciones de las redes en las corrientes son importantes para los cálculos de las fuerzas de corrientes. Otra importante consecuencia de la deformación de la es la reducción de volumen con el consiguiente cambio de comportamiento en los peces, lo que puede producirse en estrés para ellos.

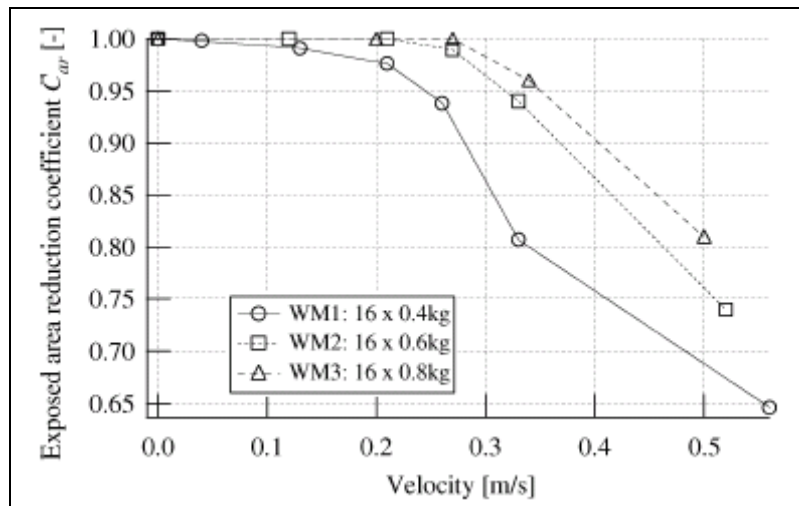
Generalmente la reducción de un volumen disponible debido a la deformación de las redes en las corrientes puede ser mostrada y depende de los siguientes factores:

- Velocidad de corriente.
- Pesos del fondo.
- Calado de las jaulas.
- Sn de las redes.

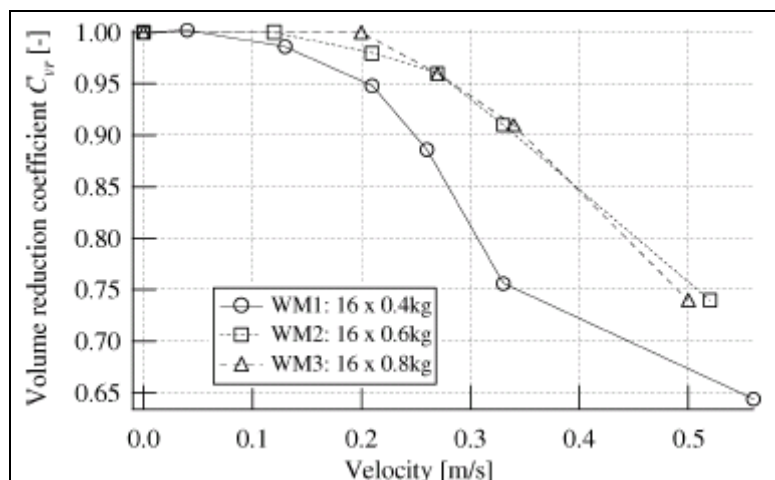
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
 ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Fig, Deformación de la red cilíndrica para diferentes configuraciones de pesos y velocidades de corriente



Fig, Coeficiente de reducción de área expuesta para estructuras de redes con diferentes pesos modelados como función de la velocidad de corriente.



Fig, Coeficiente de reducción de volumen para estructuras de redes con diferentes pesos modelado como función de la velocidad de corriente.

8.2.4.2.5.- *Efecto de protección biológica e intercambio de agua.*

La velocidad de corriente será reducida dentro de las jaulas. Esto implica que si varias jaulas son puestas en una fila según la dirección de corriente, el intercambio de agua se reducirá en las siguientes jaulas. El factor de reducción dependerá de S_n . El fouling en las redes podría fuertemente incrementar el problema reduciendo este intercambio.

La experiencia en cultivos acuícolas ha mostrado que el cambio de agua favorece en la producción final. Suficiente intercambio en el interior de las jaulas es uno de los más importantes factores para la salud y el crecimiento de los peces. Importantes factores serán:

- Adecuado suministro de oxígeno comparado con el tamaño y cantidad de peces.
- Eliminación de basura desde la jaula y debajo de ella.
- El movimiento natural de los peces dentro de la jaula proporcionará una ayuda a este intercambio de agua.

Una cantidad de oxígeno disponible en el agua dentro de la jaula es fuertemente dependiente de las condiciones de corrientes y de la reducción en el intercambio de agua debido al efecto de protección biológica, (factores como la temperatura salinidad son también importantes pero no serán discutidos aquí). La óptima velocidad de corriente es difícilmente determinable, pero obviamente será dependiente de la densidad de peces en la jaula y del tamaño de los peces. Sin embargo, es comúnmente asumido que la velocidad de corriente no debería ser menor que 0.1 dentro de las jaulas.

8.2.4.3.6.- *Conclusión.*

Este método para la predicción de la fuerza de arrastre debida a la corriente en un sistema de jaulas, ha sido una clara mejora con respecto a anteriores métodos. El método de Marintek ha sido desarrollado basándose en resultados con pruebas con modelos combinados con modelos matemáticos para flujos. Todo esto ha sido enfocado a los siguientes pasos:

- Ecuaciones simples han sido desarrolladas en conexión entre los coeficientes de arrastre y sustentación y S_n del panel de red. También la dependencia del ángulo de incidencia entre la velocidad de corriente y el vector normal es incluida.
- Una simple ecuación ha sido desarrollada para encontrar la reducción de velocidad como función del coeficiente de arrastre.
- La fuerza en cada panel es calculada teniendo en cuenta el efecto escudo aguas arriba de la red y la deformación de la red.
- La fuerza total es encontrada sumando todas las fuerzas en los paneles individuales.

8.2.5.-Amarre.

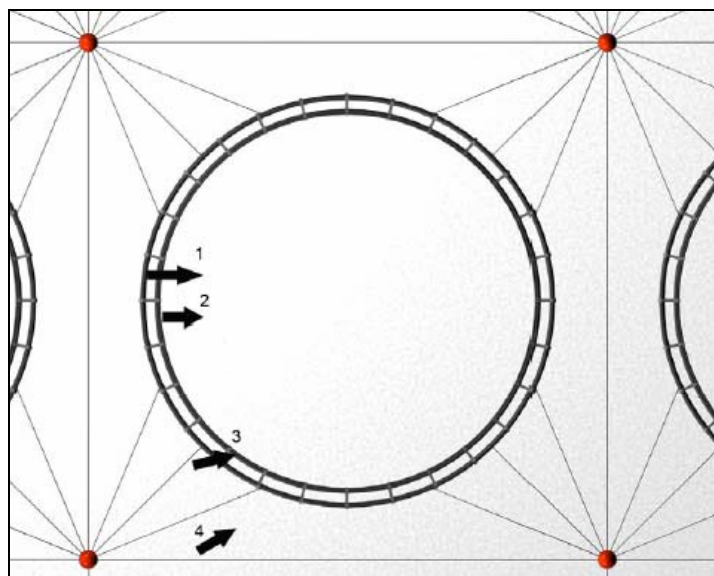
El sistema de amarre consiste en sujetar las jaulas al sistema de anclaje. Nuestro objetivo en esta parte de la instalación va a ser realizar el amarre lo más flexible posible para minimizar las fuerzas violentas sobre el entramado del sistema de anclaje. Así, usaremos estachas flexibles con capacidad de alargarse en situaciones de fuertes movimientos y volver a su posición cuando estos cesen.

Esta parte de la instalación, al igual que casi todas, también será parte fundamental de la granja debido a que por rotura de un amarre, una jaula podría perder su estabilidad e interponerse en el espacio el que disponen el resto de jaulas, provocándose una situación de peligro para la supervivencia de todas las jaulas.

El amarre se hará directamente mediante anillos de acero o en su caso grilletes, o un sistema conjunto, y los elementos de sujeción de los anillos de flotabilidad, las consolas de sujeción. Estas consolas serán especialmente diseñadas debido a las fuerzas que ejercerán sobre los anillos de flotabilidad, abarcando un mayor arco de circunferencia y usando entre la consola y el anillo algún material para evitar la excesiva fricción que se producirá en esa zona.

Las instalaciones convencionales, con las jaulas en superficie, los amarres no sufrirán las mismas tensiones que tendremos en nuestra instalación, ya que, nuestras jaulas estarán sumergidas para evitar los días de fuerte oleaje, y aunque nuestras jaulas estén sumergidas tendrán una tendencia a ir a la superficie debido a los anillos de flotabilidad y esto hará que los amarres estén en constante tensión.

Ya hemos dicho que el sistema de amarre se va a encontrar en un estado de tensión constante, por lo que tendremos que colocar los correspondientes sensores de lectura de datos para que, en caso de anomalía poder actuar rápidamente en su reparación. También estarán sujetos a periódicas inspecciones por nuestros buceadores, y para darle un nivel máximo de seguridad el sistema será redundante, usando 12 amarres por jaula, evitado que, por fallo de alguno de ellos, exista un peligro inminente.



8.2.6.-Sistema de limpieza.

La limpieza en estas granjas acuícolas va a ser una actividad constante y periódica a lo largo de toda la vida de la instalación, y los sistemas a utilizar serán varios.

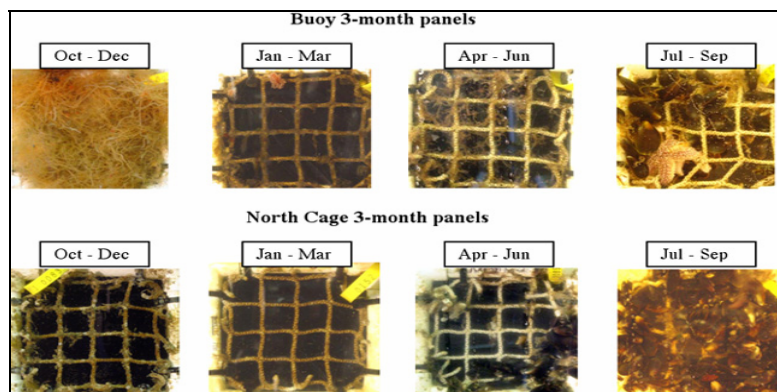
8.2.6.1.- Problemática.

Uno de los mayores focos de suciedad, que en realidad no es suciedad sino incrustaciones llamadas fouling, se van a localizar en las redes de las jaulas, provocando una serie de problemas.

- Disminución en el intercambio de agua dentro de las jaulas, provocando menos aportación de oxígeno para los peces que se encuentran dentro. Si por falta de limpieza existiese un intercambio mínimo de agua, la producción final se reduciría considerablemente.
- También, debido al fouling en la red, se va a incrementar las fuerzas de corriente sobre las redes, trasladándose estas fuerzas directamente al sistema de anclaje, y aunque al haber aplicado un factor de seguridad en nuestros cálculos no deberíamos tener ningún problema, tendremos que vigilar esta situación.
- Las deformaciones de las jaulas también serán mayores debido a este aumento de las fuerzas de corriente.

Otro foco de suciedad no menos importante es el que se produce en el fondo de la jaula, estamos hablando de los peces muertos. Estos han podido morir por muchos motivos, como por ejemplo debido a enfermedades. También, si hay un excesivo fouling en el fondo, se podrán acumular las heces y los restos de alimentos. Todos estos restos, peces muertos, heces y exceso de alimento se tendrán que eliminar ya que pueden producir:

- Aumento del riesgo de infección de los peces vivos.
- Incremento del peso de la jaula, pudiendo llegar a romperse el equilibrio realizado en los cálculos.



8.2.6.2.- *Métodos para evitar, o eliminar esta suciedad.*

Hasta no hace mucho este tipo de actividad, o no se realizaba, o se hacía a mano, o mediante métodos rudimentarios. En la actualidad, se han desarrollado nuevas técnicas y conseguidos nuevos productos que hacen que esta tarea sea algo más sencilla, consiguiendo con ello una mejora de las instalaciones de aquellas empresas han decidido implantarlas.

Existen diferentes tipos de fouling dependiendo de la zona donde nos encontremos, y por lo tanto tendremos que utilizar diferentes métodos para limpiarlos

8.2.6.2.1.- *Limpieza de las redes.*

Para esta parte de la limpieza se han investigado diversos métodos, pudiendo las empresas elegir entre cualquiera de ellos.

Anteriormente ya se hablo de algunos tipos de red con los cuales evitar el fouling:

- Redes con antifouling, las cuales son impregnadas con unas sustancias y van a durar todo un periodo de cultivo sin necesidad de limpiarlas, procediéndose con su limpieza una vez terminado este periodo.
- Redes sin antifouling, las cuales se deberán limpiar cada 4 meses.
- Redes con sistema de limpieza que se realizará cada 15 días.

En la actualidad un sistema usado para la limpieza de las redes in situ, es decir, es sacar la red fuera del agua, donde las incrustaciones estarán fuera de su hábitat, y por lo tanto morirán. Por medio de un chorro de agua a presión se limpiarán los restos que queden adheridos a la red.

Otro método es, la sustitución de la red por fuera de la actual, y cuando ambas estén colocadas en la jaula, la que se encuentra llena de fouling, la retiramos y la llevamos a tierra donde serán lavadas por medio de grandes lavadoras.

Actualmente hay muchos estudios sobre el tema del fouling y las redes en la acuicultura debido a las desventajas que supone este sobre ellas. Uno de esos estudios es el uso de redes rígidas fabricadas con cobre y semirígidas. Las semirígidas de poliéster fabricadas a telar, con un recubrimiento de PVC, además de mantener muy bien la forma de las jaulas son muy buenas contra el ataque de los depredadores. Las rígidas, normalmente fabricadas en cobre, también repelen el ataque de los depredadores y mantienen la forma de la jaula, además de resultar muy fácil su limpieza, pero no son muy respetuosas con el medio ambiente, ya que, dependiendo del material usado pueden producir lixiviación (fenómeno de desplazamiento de sustancias solubles o dispersables causado por el movimiento del agua en el suelo) del material que compone la red. Tanto las rígidas como las semirígidas tienen la desventaja de mayor peso y difícil instalación y manipulación.

8.2.6.2.2.- Limpieza del fondo.

Algunas empresas dejan que estos restos se precipiten al suelo marino mediante alguna abertura en el fondo de la red, pero al igual que dentro de la red pueden causar daño a los peces que le rodean, también lo hará fuera de ellas.

Una nueva técnica, y ya implantada en varias empresas, consiste en el aspirado de estos restos por medio de una bomba al barco de operaciones, con el posterior tratamiento de los desechos.

8.2.7.-Sistema de Buceo.

Como cualquier fábrica, instalación, o empresa, una granja acuícola necesita periódicas inspecciones. En nuestro caso al ser una instalación que se encuentra en su mayor parte sumergida, será necesario un equipo de buceo.

El sistema de buceo constará de la equipación necesaria para dos buceadores, como lo son las bombonas de oxígeno, trajes de neopreno, gafas, etc. También se necesitarán las herramientas para trabajar dentro del agua, en el caso de que se tenga que reparar algún elemento.

En este tipo de operaciones debe de existir una compenetración máxima entre los buceadores y el barco de operaciones, debiendo de instalar en la equipación un sistema de comunicaciones.

Uno de los mayores problemas para nuestra instalación será la inspección y reparación del sistema de anclaje debido a que estamos hablando de 100 metros de profundidad. Dado que los sistemas actuales para buceadores no nos permiten bajar a esa profundidad tendremos que contratar equipos submarinos robóticos especiales.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.8.-*Buque de operaciones.*

En este proyecto, una estación de acuicultura, se ha intentado que muchos de las actividades, que en otras instalaciones se realizan con ayuda de trabajadores, aquí sean prácticamente automatizadas. Estamos hablando de la alimentación y vigilancia de los peces. Esto lo hemos conseguido con la instalación de la boya de alimentación conjuntamente con la instalación de las jaulas, y de videocámaras controladas por la boya.

Sin embargo, existen otras muchas operaciones que requieren del uso de un barco de apoyo para los trabajadores:

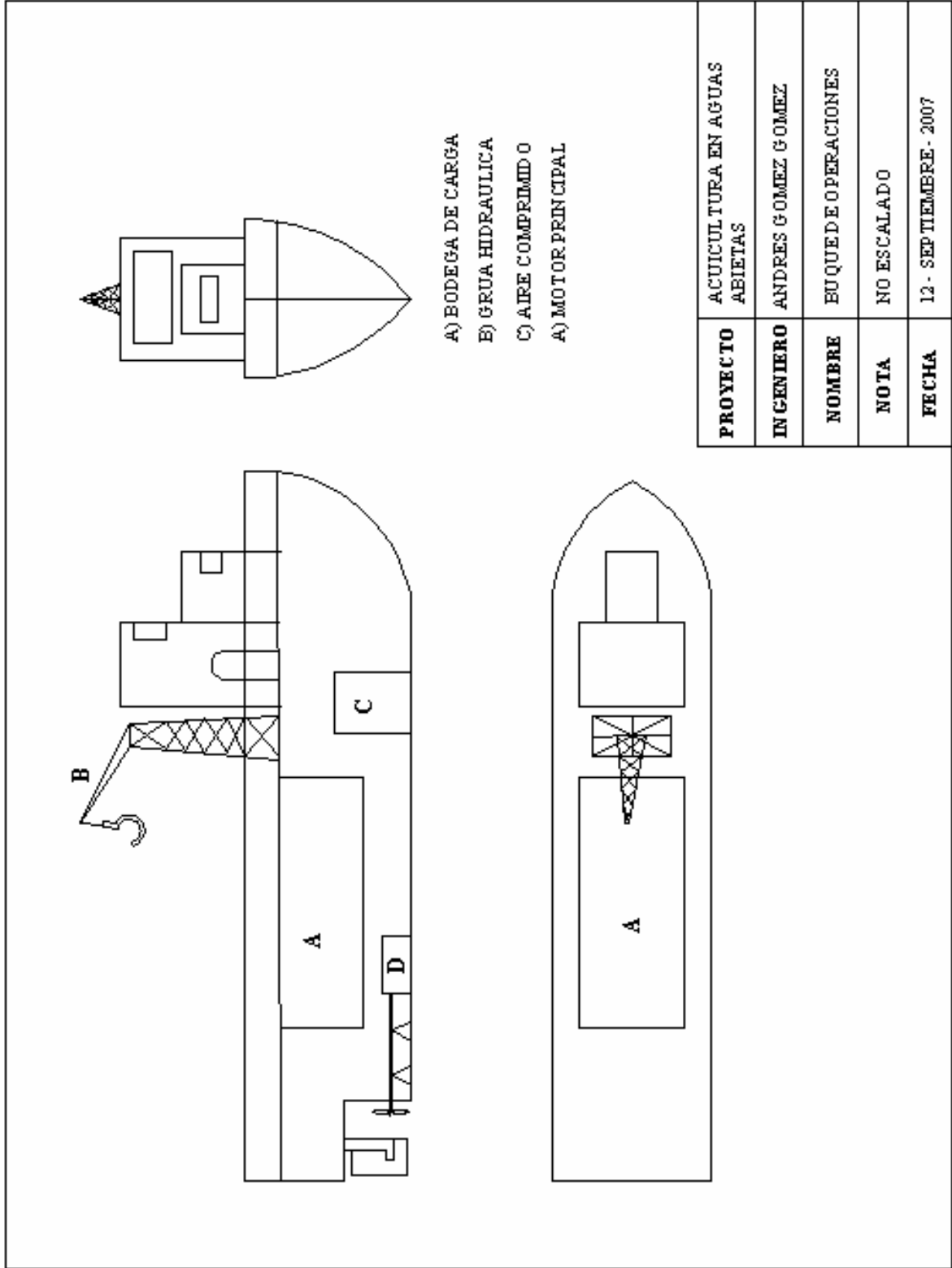
- En primer lugar se necesitará un barco para el transporte de los trabajadores a la instalación, así como el equipo necesario (equipo de buceo, herramientas, repuestos)
- Los silos de la boya de alimentación deberán de ser rellenados periódicamente.
- Para las operaciones de cosecha, limpieza de las redes o reparación de algún elemento el buque tendrá que ir provisto de un medio elevador.
- Transporte de la producción a tierra.
- Inspecciones

Para que todas estas actividades se puedan llevar a cabo, el buque de operaciones estará dispuesto de lo siguiente:

- Suficiente espacio en la cubierta para poder transportar todos los repuestos, herramientas, equipos de buceo, etc, para realizar cualquier actividad programada para ese día. La cubierta será antideslizante para que cualquier operación se realice en condiciones de máxima seguridad.
- Bodega de carga para el transporte de al menos la producción de una jaula completa, es decir, entre 100-140 Tn.
- Una grúa hidráulica con la potencia requerida para el izado de una jaula por completo fuera del agua.
- Equipo de aire comprimido para el deslastro del lastre no fijo de los pesos del fondo de la jaula.
- Equipo de limpieza de las redes.
- Equipo de comunicaciones con la boya de alimentación.

A continuación se muestra la disposición general de este tipo de buque de operaciones.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
 ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Sin embargo, para las inspecciones rutinarias, en las cuales no es necesario llevar grandes herramientas u otras necesidades, será mejor y más rápido, el uso de embarcaciones fabricadas en polietileno de alta densidad cuyas principales ventajas son su gran resistencia a la corrosión marina a la que es prácticamente inmune, y su gran resistencia al impacto que convierten este tipo de embarcaciones en una herramienta de trabajo preparada para las condiciones extremas de labor continuo.

Como ya se estableció anteriormente, el puerto más cercano desde tierra hasta nuestra instalación se encuentran separados unas 11 millas náuticas, por lo que podemos hacer una estimación del tiempo que se empleará en alcanzar las jaulas en función de la velocidad de la embarcación.

Velocidad (Kn)	Tiempo (horas)
12	3,21
13	2,96
14	2,75
15	2,57
16	2,41
17	2,26
18	2,14
19	2,03
20	1,92

La determinación de la velocidad de la embarcación será un dato de suma importancia, y tendrá que ser determinado entre el ingeniero y la persona que está demandando el proyecto, ya que, en función del número de trabajadores empleados para una actividad, se podría encarecer debido al tiempo que estarían inactivos tanto en la ida como en el retorno de la instalación, o por el contrario un aumento en la potencia del motor principal elevaría el coste de adquisición de la embarcación.

Consecuentemente, para el ahorro en ambos sentidos, se empleará una barca pequeña pero de elevada velocidad para alcanzar las jaulas y volver a puerto con rapidez para las actividades de labores continuas.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

8.2.9.-Contador de peces.

Otro medio para la vigilancia de nuestra producción consistirá en un contador de peces que hay dentro de la jaula. Con él, podremos determinar si hemos tenido pérdidas debido a temporales, escapes por rotura de la red, enfermedades, etc.

Un ejemplo de este tipo de equipamiento nos lo ofrece la empresa *Sterner Aqua Group Products*. El nombre del contador de esta empresa es CSF-counter, y está diseñado para sistemas donde la tubería está completamente llena de agua. Estos contadores son típicamente usados en aplicaciones como sifón y bombas con un flujo continuo.

Son compactos, y con conexiones estándar DN-flange, haciéndose sencilla su instalación. Una vez instalado, su uso es muy sencillo teniendo también una alta capacidad.

Algunas de las características se muestran a continuación:

AquaScan CSF2000 fish counter, 3-7000 g

	818x818x186 mm
Weight	35 kg
Flange connection	DN250
Capacity, ca	30000 fish/hr
Fish size	3-7000 g



10.- NUMERO DE TRABAJADORES

Para llevar acabo la actividad de acuicultura en nuestra instalación, aunque la alimentación y vigilancia de la planta este prácticamente en su totalidad automatizada, necesitaremos tener contratados una número de trabajadores para que realicen aquellas actividades que no estén automatizadas.

Para la elección del número de trabajadores vamos a elegir la actividad que requiera de mayor mano de obra, y en función de esta actividad se elegirá este parámetro.

Dado que en nuestra planta nos vamos a ahorrar mucho tiempo de mano de obra en las operaciones de alimentación y vigilancia, nuestros empleados podrán emplear su tiempo en otros trabajos productivos para la empresa, haciéndola más rentable.

Se ha estimado que la operación de en la que se necesitará mayor mano de obra va a ser la cosecha de la producción en el momento dado, ya que, necesitaremos los siguientes trabajadores:

- El capitán del barco al timón.
- Un operario al mando de la grúa.
- Dos trabajadores encargados de recoger el pescado y embarcarlo en la bodega de carga. (estos dos trabajadores podrían ser temporales en la época de la cosecha).
- Un par buceadores para las operaciones bajo el agua, como lo son, la conexión y desconexión del aire comprimido al lastre del fondo de las jaulas, soltar y amarrar las jaulas del entramado del anclaje, y en el caso de que exista algún problema, de enganche de red u otro similar.

Según este resumen podemos establecer un total de 4 trabajadores fijos en nuestra empresa, y en época de cosecha tendríamos que contratar temporalmente por lo menos a otros dos empleados.

Los trabadores tendrán que ir a la instalación tantas veces como sea necesario, por alarmas de los sensores, para intercambio de las redes, para vigilancia rutinaria, etc, pero aquellos días de temporal tendrán que quedarse en tierra.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

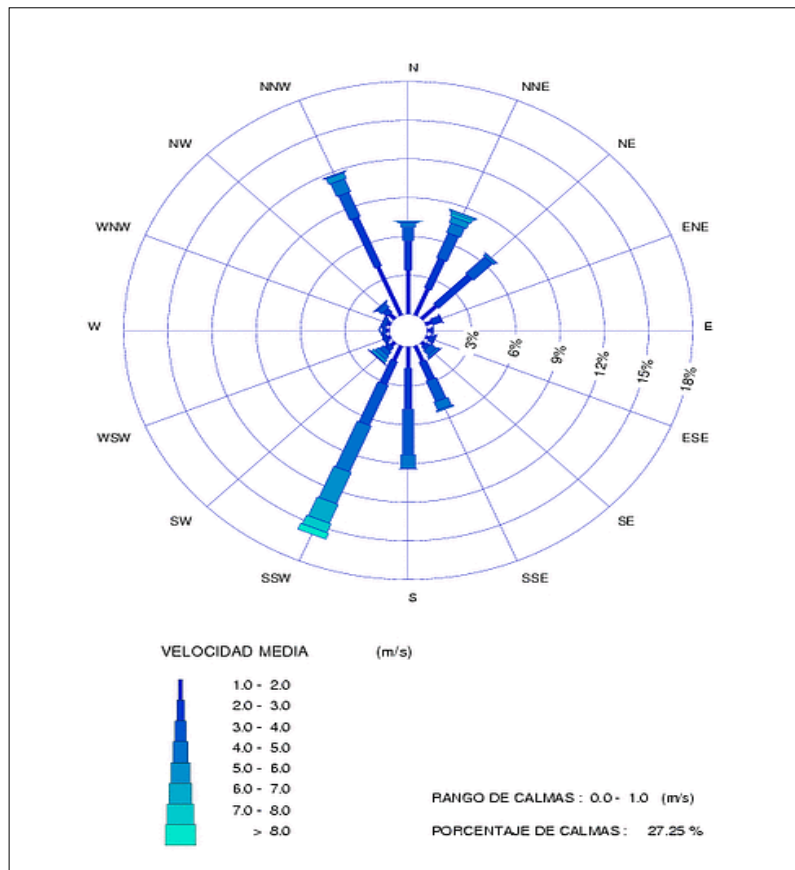
Si seguimos los valores de la Escala de Beaufort, con un valor 4 en esta sobre esta escala, habrá que observar al mar y decidir si se puede navegar en él. La escala sería la siguiente:

Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto de la mar
0	0 a 1	< 1	Calma	Espejado
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes.
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida
12	118 y más	64 a 71>	Temporal huracanado (Huracán)	El aire está lleno de espuma y rociones. Enorme oleaje. Visibilidad casi nula

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Si observamos los datos recopilados por los medidores de vientos de la página web de Puertos del Estado, podemos hacer una estimación de cuantos días al año, y en que épocas, y meses, tendremos que permanecer en tierra por culpa del temporal.

Hemos visto en la boya más cercana a nuestro emplazamiento que existe entre un [0,80 - 2,09] % al año de llegar al valor 4 de la Escala Beaufort, esto reflejado en días serán un total entre [3 – 8] días al año aproximadamente, siendo la dirección predominante SSW.



8.2.11.- Emplazamiento y montaje inicial- EMPLAZAMIENTO Y MONTAJE.

Para las operaciones de emplazamiento y montaje vamos a usar nuestros propios medios, es decir, nuestro barco de operaciones y nuestros empleados.

Esta operación es una de las más delicadas de la vida de nuestra planta, ya que la supervivencia de ella, depende en gran parte, en la correcta instalación de todos los elementos que intervienen en el amarre y anclaje de las jaulas.

8.2.12.-Apoyo de tierra.

El apoyo en tierra, es otra de las piezas fundamentales, debido a que el centro de operaciones en tierra será de un alto nivel tecnológico. Esta tecnología será en su mayor parte, para las comunicaciones con la boya de alimentación.

Será desde tierra, desde donde controlaremos la mayor parte de las operaciones de alimentación. Este control lo haremos mediante cámaras de vigilancia instaladas en las jaulas, ayudando a si al usuario a establecer en cada momento que decisiones tomar respecto a la alimentación.

Una vez que nuestro producto alcance el muelle, será vendido a un intermediario, el cual se encargará de su distribución. Esto, aunque nos hará perder algo de dinero, pero nos dejará toda nuestra concentración, enfocada a obtener la máxima calidad posible, centrándonos solamente en la crianza.

9.-CÁLCULOS.

9.1.- Cantidad de peces en toneladas.

9.1.1.-Número de peces.

Para conocer los parámetros de muchos de los elementos de nuestra instalación hemos de conocer que cantidad de peces queremos cultivar. Para ello necesitamos conocer la densidad de crecimiento del pez a criar.

Vamos a realizar unos cálculos sencillos para el caso de la Dorada (siendo similar para el caso de la Lubina) :

- Densidad de cultivo (DC) = 20 Kg / m³
- Peso de la Dorada en el momento de venta = 400 gr
- Tiempo que alcanzar el peso de venta la Dorada = 15 meses

1.- Si por ejemplo queremos producir 1000 Tn cada 15 meses, nos hacemos la pregunta de, ¿ Cuantos cantidad de peces necesitamos?

Nº de peces = Cantidad de peces en gramos / Peso de Dorada en gr

$$\text{Nº de peces} = 1.10^9 / 400 = 2,5.10^6$$

Luego podemos decir que para obtener un total de 1000 Tn cada 15 meses, hemos de tener en las jaulas un número de 2,5.10⁶ peces.

2.- En nuestro caso queremos conseguir 400 Tn, por lo que:

$$\text{Nº de peces} = 4.10^8 / 400 = 1.10^6$$

Luego podemos decir que para obtener un total de 400 Tn en 15 meses, hemos de tener en nuestras jaulas un total de 1.10⁶ peces.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

9.1.2.-Probabilidad de supervivencia.

Una vez conocido el número de peces que necesitamos para conseguir unas toneladas determinadas, vamos a realizar una serie de cálculos adicionales, ya que, algunos de estos peces pueden morir a lo largo de todo el proceso, reduciéndose cuantiosamente la producción final.

Para estos cálculos debemos diferenciar los peces según el peso que tienen. Llamaremos alevines aquellos peces que tengan menos de 16 gr / unidad, y a los que tengan 16 gr / unidad o más peso serán el resto.

Una vez realizada esta diferenciación establecemos los correspondientes rangos de mortalidad:

- Rango de mortalidad para los alevines: 17% $\rightarrow P(A) = 0,17$
- Rango de mortalidad para el resto: 6% $\rightarrow P(B) = 0,06$

1.- Si por ejemplo queremos producir 1000 Tn cada 15 meses, y sabemos que necesitamos $2,5 \cdot 10^6$ peces, vamos a calcular el número real de peces en relación al rango de mortalidad, que necesitaremos para que al final del periodo de cultivo tengamos $2,5 \cdot 10^6$ peces:

$$P(TA) = 2,5 \cdot 10^6 + 2,5 \cdot 10^6 * 0,17 = 2,925 \cdot 10^6$$

$$P(TB) = 2,925 \cdot 10^6 + 2,925 \cdot 10^6 * 0,06 = 3,1005 \cdot 10^6$$

Esto quiere decir que para conseguir 1000 Tn cada 15 meses, necesitamos un número de peces igual a $3,1005 \cdot 10^6$.

2.- En nuestro caso queremos conseguir 400 Tn cada 15 meses, es decir, un total de $1 \cdot 10^6$ peces, por lo que en función del rango de mortalidad el número real de peces será:

$$P(TA) = 1 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6 * 0,17 = 1,17 \cdot 10^6$$

$$P(TB) = 1,17 \cdot 10^6 + 1,17 \cdot 10^6 * 0,06 = 1,240 \cdot 10^6 \text{ (aprox)}$$

Esto quiere decir que para conseguir 400 Tn cada 15 meses, necesitamos un número de peces igual a $1,240 \cdot 10^6$, debido a que en el proceso algunos peces irán muriendo por motivos diversos.

9.2.- *Cálculo de las fuerzas sobre nuestra instalación.*

Para el estudio de estas fuerzas, lo primero es seleccionar una velocidad de corriente máxima:

$$V_{\text{corriente (max)}} = 4 \text{ nudos}$$

Este dato ha sido obtenido gracias a una boya situada en cabo de palos. A mayor velocidad de corriente mayor será el costo del sistema de anclaje. La característica del parámetro de la velocidad de corriente es que es variable a lo largo de todo el año, y por seguridad de la instalación se coge el valor mayor. Esta velocidad máxima puede que no se alcance en uno o varios años, pero el entramado debe de estar preparado para ella.

Para este cálculo hemos usado el método descrito anteriormente que se realizó en la Universidad de Trondheim, Noruega. En este método, los cálculos están descritos para jaulas de sección cuadrada. En nuestro caso hemos usado jaulas de sección circular, pero usaremos este método ya que la aproximación será bastante buena.

Aunque la velocidad de corriente es uno de los parámetros más influyentes, no es el único. A continuación se van a definir todas las variables necesarias para los cálculos de las fuerzas:

- Dimensiones de la jaula, circular:
 - D_c , Diámetro.
 - H_c , profundidad.
 - D_r , Diámetro del anillo.
 - Número de anillos.
 - M_{net} , Masa de la red.
- Dimensiones de la jaula, cuadrada:
 - a , lado de la jaula.
 - b , profundidad
 - S_1 , área de los lados.
 - S_2 , área del fondo y de la parte de arriba.
- Dimensiones de la red:
 - t , Diámetro de espesor del hilo de la red.
 - D_t , ancho de los agujeros de la red.
 - ρ_n , densidad del nylon.
 - S_n , solidez de la red.
- Otros datos:
 - $Amount$, cantidad en toneladas de peces.
 - GD , densidad de cultivo.
 - W_{fish} , peso de venta del pez en cuestión.
 - $P(A)$, mortalidad de los alevines.
 - $P(B)$, mortalidad de los peces adultos.
 - ρ , densidad del agua del mar.
 - w , peso para mantener la forma cilíndrica de la jaula.
 - g , gravedad.
 - $Row\ cages$, filas de jaulas.
 - $Column\ cages$, columnas de jaulas.
 - ρ_a , densidad del material del ancla.
 - C_f , coeficiente de rozamiento del fondo marino.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

9.2.1.- Hoja de datos de entrada

Para estos cálculos hemos empleado una hoja de Excel donde podemos ir variando una serie de valores y ver cual es la solución más apropiada para cada caso. A continuación se muestra la tabla de datos de entrada de dicha hoja Excel:

INPUT		
Amount	Tonnes	400,000
Gilthead Sea bream	GD (Kg/m ³)	15,000
Gilthead Sea bream	Wfish in 15 months(g)	400,000
Mortality rate young fishes	P(A)	0,170
Mortality rate rest of fishes	P(B)	0,060
Cage of Diameter	Dc (m)	25,000
Cage of Height	Hc (m)	15,000
Ring Diameter	Dr (m)	0,250
Ring number	nr	2,000
Mass of the net	Mnet Kg (air)	500,000

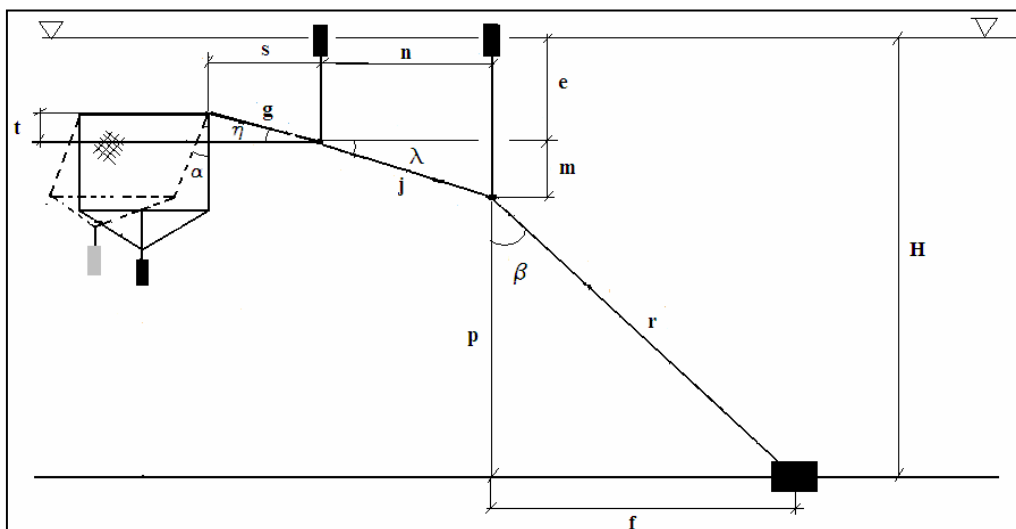
DRAG FORCE ON THE CAGES		
Sides of the square cage	a (m)	25,000
Depth of the cage	b (m)	15,000
Area(Front,back,sides)	S1(m ²)	375,000
Area(botton)	S2(m ²)	625,000
Mesh bars per alen	nr	25,000
Number	nr	30,000
Weight in gr each 9000 m of the yarn	(dernier) (9dernier-->1Tex)	210,000
Twine thickness	t(mm)	1,768
The mesh size	Dt (mesh bars per alen(2 feet)	25,000
Nylon Density	pn(g/cm ³)	1,140
Salty water Density	ρ(Kg/m ³)	1025,000
Net Solidity	Sn	0,141
Net Solidity (corrected)	Sn total	0,156
Current speed	U(m/s)	0,572
Weight	w(Kg) (water)	1000,000
Gravity	g(m/s ²)	9,810
Row nets	number	2,000
Column nets	number	2,000
Anchor density	ρa(Kg/m ³)	7800,000
Drag Coefficient (del fondo marino)	Cf	0,700

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

PONTOONS AND BALLASTS DIMENSION (Cilindrical shape)		
Pontoon2 Diameter	m	0,450
Pontoon2 Height	m	1,662
Pontoon2 Number		9,000
Pontoon3 Diameter	m	1,000
Pontoon3 Height	m	2,226
Pontoon3 Number		12,000
Ballast Diameter	m	1,500
Ballast Height	m	2,500
Ballast Density	$\rho_b(\text{Kg/m}^3)$	2403,000
Ballast Number		1,000
Drag Coefficient	C_f	1,198

Otros parámetros de interés son se muestran en la siguiente tabla:

DIMENSIONS		
H	m	100,000
e	m	10,875
p	m	79,000
r	m	158,000
β	$^\circ$	60,000
f	m	136,832
j	m	30,375
m	m	10,125
λ	$^\circ$	19,471
t	m	4,000
s	m	22,500
η	$^\circ$	6,042
Line Diameter	m	0,050
θ	$^\circ$	40,000
φ	$^\circ$	53,000



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

9.2.2.- Hoja de datos de salida.

A continuación se muestran el cálculo del volumen requerido de jaulas para nuestra instalación en función de la cantidad de toneladas buscadas, de la densidad de cultivo, y las probabilidades de mortalidad:

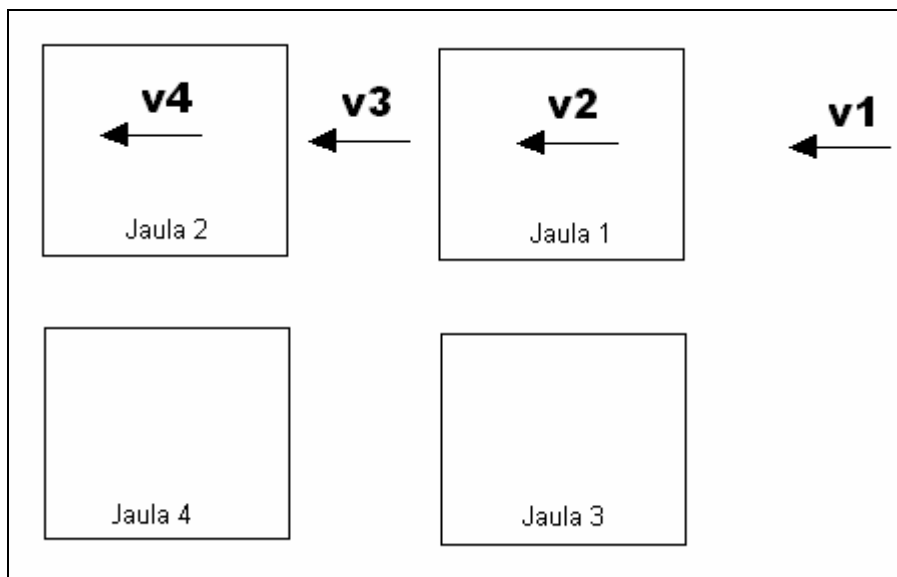
UNITS OF FISHES		
Wanted in 15 months	Nºfishes A	1000000
In need B	Nºfishes B	1170000
In need C	Nºfishes C	1240200

CAGE VOLUME		
Total Volume in m ³	Vol total	26666,6667
Unitary Volume in m ³	Vol u	7363,125
Cage number	Nºc	3,62

Aproximamos el número de jaulas a **CUATRO**. Podemos decir que para obtener 400Tn de Dorada cada 15 meses, hemos de usar cuatro jaulas de, 25 m de diámetro y 15 m de profundidad.

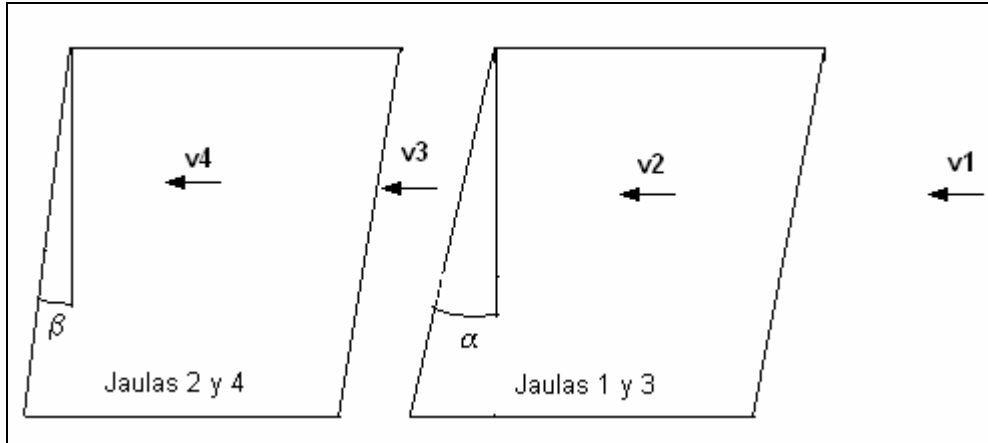
9.2.2.1.- Variación de la velocidad de corriente.

Como bien expone el método para el cálculo de la fuerzas de corrientes de la Universidad de Trondheim, la velocidad de corriente irá disminuyendo cada vez que el flujo de agua atraviese las diferentes paredes de las jaulas. Según la disposición de nuestra instalación hemos de calcular 4 velocidades de corriente diferentes.



Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Para nuestros cálculos hemos de tener en cuenta que, la jaula, debido a la velocidad de corriente, va a adquirir un determinado ángulo, el cual se puede reducir aumentando el lastre de fondo, reduciéndose con esto el volumen en su interior. Este ángulo será diferente para cada línea de jaulas. Se muestra una figura para visualizarlo gráficamente.



Ahora mediante una tabla de Excel, y usando las fórmulas expuestas en el método de cálculo, calculamos las cuatro velocidades hasta que se produce el equilibrio y los ángulos se mantienen fijos:

CURRENT VELOCITY WITH DIFFERENT NET POSITION					
Cd	ri	Ur1	Ur2	Ur3	Ur4
0,177	0,91848	0,5716	0,52500	0,48220	0,44289
0,093	0,95742	0,5716	0,54726	0,52396	0,50165
0,103	0,95260	0,5716	0,54451	0,51870	0,49411
0,102	0,95331	0,5716	0,54491	0,51947	0,49522
0,102	0,95321	0,5716	0,54485	0,51936	0,49506
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508
0,102	0,95322	0,5716	0,54486	0,51937	0,49508

Si observamos la ecuación que rige esta variación:

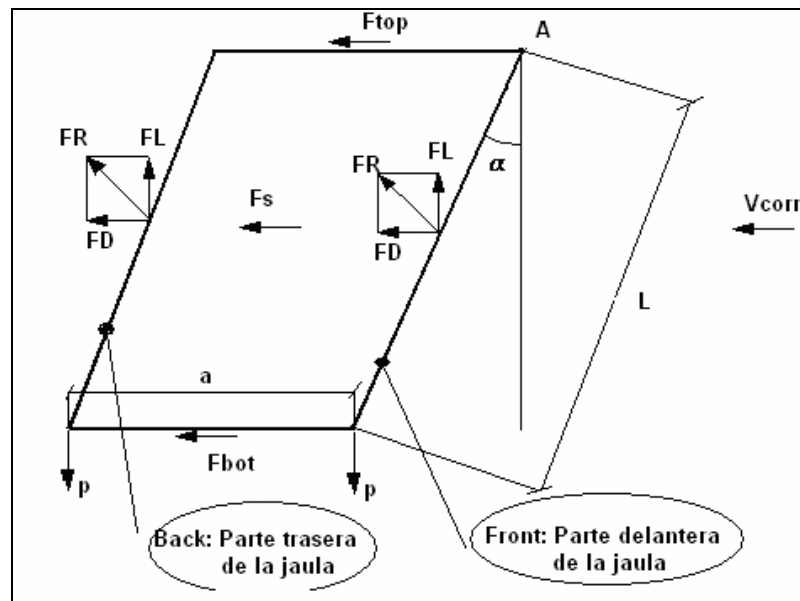
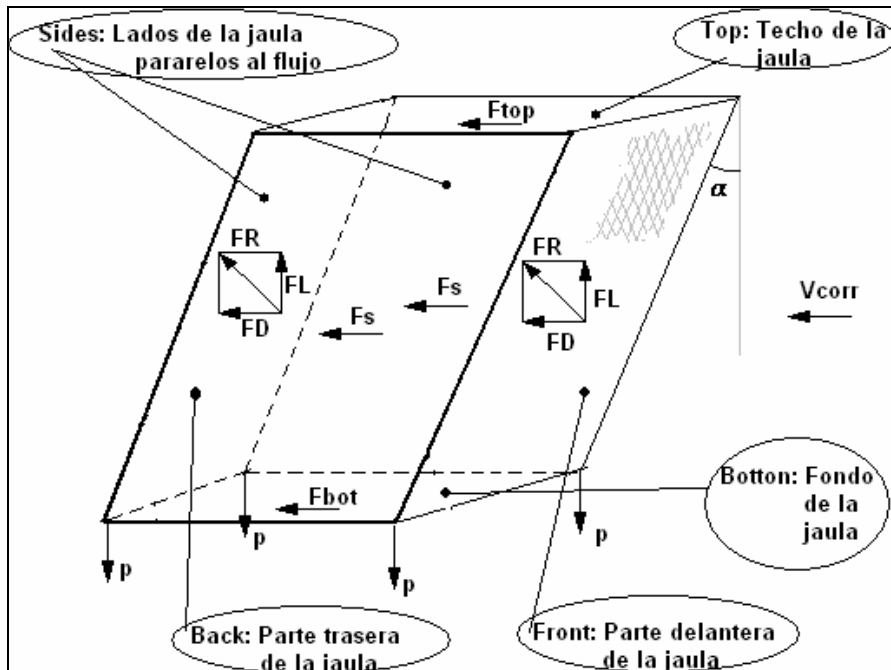
$$r_i = 1.0 - 0.46C_D$$

nos fijamos en que el Cd es el que rige la variación de estas velocidades, y como sabemos es igual a:

$$C_D = 0.04 + (-0.04 + S_n + 1.24S_n^2 + 13.7S_n^3) \cos(\alpha)$$

que es función de S_n (*Net Solidity*), y del ángulo que forman las jaulas con respecto a la corriente.

9.2.2.2.- Fuerzas que actúan sobre la jaula.



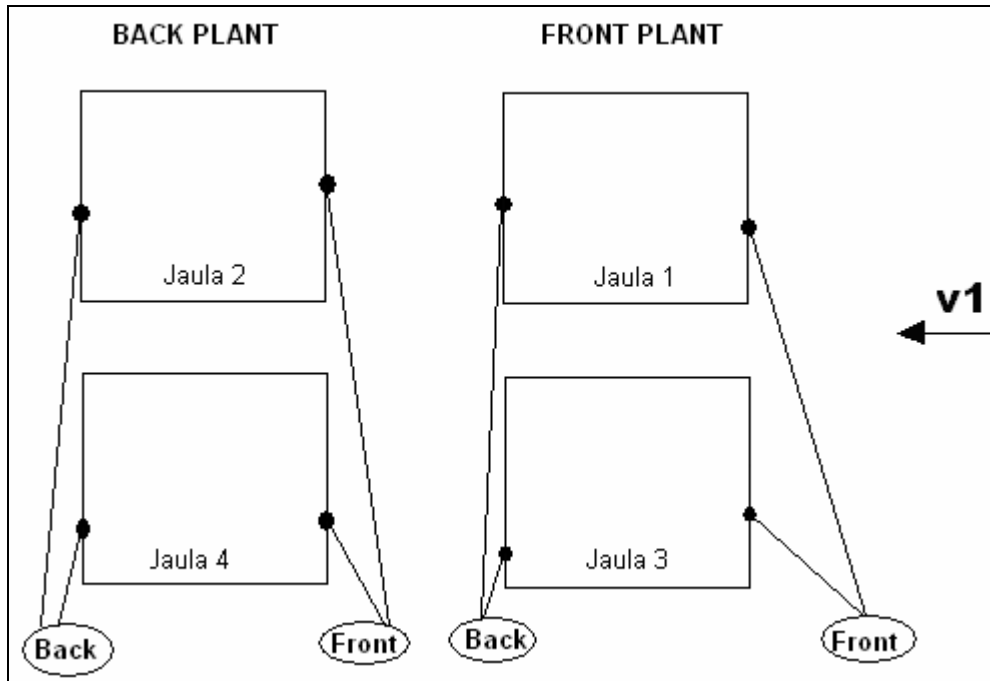
Si tomamos momentos respecto al punto A, obtenemos una ecuación igual a la que se muestra:

$$(L/2 * FD_{(front)} * \cos \alpha) + (L/2 * FD_{(back)} * \cos \alpha) + (L/2 * FL_{(front)} * \sin \alpha) + (L/2 * FL_{(back)} * \sin \alpha) + (2 * L/2 * Fs * \cos \alpha) + (L * Fbot * \cos \alpha) - (2 * p * g * L * \sin \alpha) - (2 * p * g * (L * \sin \alpha + a)) = 0$$

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Realizando un proceso de iteración, iremos dando valores al ángulo α hasta que se cumpla la ecuación anterior, obteniendo así, el ángulo de las jaulas.

Definimos gráficamente la vista en planta de la disposición de nuestra instalación:



El siguiente paso será el cálculo de aquellas fuerzas que intervienen para decidir que ancla hemos de colocar para que la fuerza de la corriente no arrastre las jaulas junto con el entramado.

A continuación se muestra un resumen de las fórmulas que serán usadas en la siguiente tabla:

$$F_{\text{total-cages-Hor}} = F_{\text{Htot}}(\text{front plant}) + F_{\text{Htot}}(\text{back plant})$$

A) $F_{\text{H-total}}(\text{front plant}) = (F_{\text{D front}} + F_{\text{D back}} + F_{\text{s}} + F_{\text{Top\&Bot}}) * n^{\circ} \text{ jaulas en columna1}$

B) $F_{\text{H-total}}(\text{back plant}) = (F_{\text{D front}} + F_{\text{D back}} + F_{\text{s}} + F_{\text{Top\&Bot}}) * n^{\circ} \text{ jaulas en columna2}$

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

La composición de las estas fuerzas horizontales sobre las jaulas son debidas a fuerzas de arrastre a causa de la velocidad de corriente. Estas fuerzas se resuelven mediante ecuaciones hidrodinámicas:

- Fuerza de corriente de la parte delantera y trasera de la jaula: Estos cálculos se van a ver afectados por la variación de la velocidad de corriente al paso de las diferentes paredes de malla de la jaula.

$$F_D = \frac{1}{2} * C_D * \rho * Area * V_c^2$$

donde ρ es la densidad del agua del mar, V_c la velocidad del flujo correspondiente en cada caso, Área según las dimensiones de la jaula y C_D según la siguiente ecuación recogida también en el método de la Universidad de Trondheim, Noruega:

$$C_D = 0,04 + (-0,04 + Sn - 1,24 * Sn^2 + 13,7 * Sn^3) * \cos\alpha$$

siendo Sn la solidez de la red, y α , el ángulo que forma la red con la dirección de flujo.

- Fuerzas de corriente de los laterales, fondo y parte de arriba de la jaula: La particularidad de estas zonas de la jaula es que el flujo incide en ellos paralelamente (F_D , para sides, top y botton).

$$F_D = \frac{1}{2} * C_D * \rho * Area * V_c^2$$

donde ρ es la densidad del agua del mar, V_c la velocidad del flujo correspondiente en cada caso, Área según las dimensiones de la jaula y C_D según la siguiente ecuación recogida también en el método de la Universidad de Trondheim, Noruega:

$$C_D = 0,04 + (-0,04 + Sn - 1,24 * Sn^2 + 13,7 * Sn^3) * \cos\alpha$$

siendo Sn la solidez de la red, y α , el ángulo que forma la red con la dirección de flujo, que en este caso es igual a 90° , teniendo en cuenta que α es igual a 0° cuando la red no tiene ningún ángulo, es decir, cuando la velocidad de corriente es 0, luego:

$$C_D = 0,04 + (-0,04 + Sn - 1,24 * Sn^2 + 13,7 * Sn^3) * \cos\alpha$$

$$\alpha = 90$$

$$C_D = 0,04$$

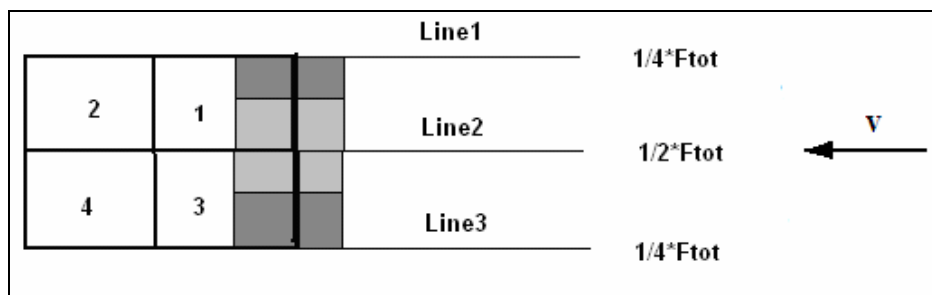
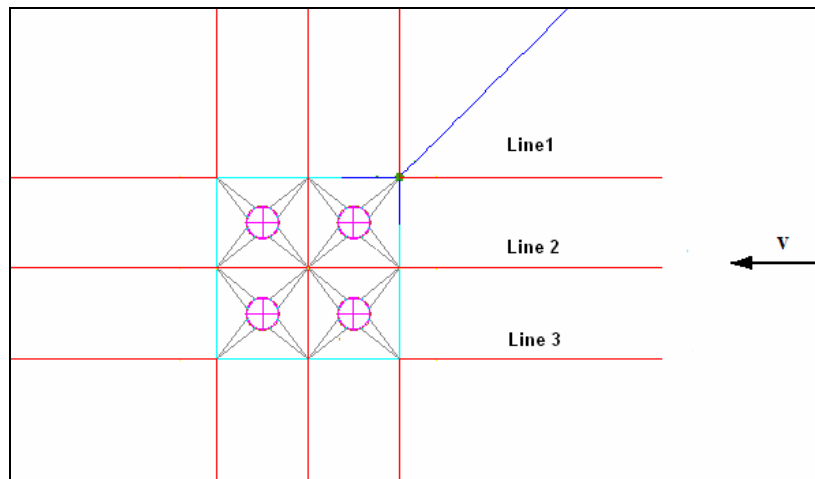
Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

- Resto de fuerzas de corrientes: Existen otras fuerzas, menos importantes debido a su magnitud, pero las cuales hemos de tener en cuenta. Al igual que el resto los cálculos son puramente hidrodinámicos. Los elementos son los siguientes, boyas de anclaje para el entramado, anillos de flotabilidad, el lastre de fondo y las líneas del entramado del anclaje y amarre, que aunque tendrán poca influencia, también las tendremos en cuenta. (pontoons, rings, ballasts and lines).

$$F_H = \frac{1}{2} * C_D * \rho * Area * Vc^2$$

donde ρ es la densidad del agua del mar, Vc la velocidad del flujo correspondiente en cada caso, Área según las dimensiones de los elementos y C_D es igual a 1,198 según la Universidad de Trondheim.

Sabemos que dirección tendrá la mayor velocidad de corriente y situaremos las jaulas en una posición para que aguanten bien ese temporal.



Una vez calculada la fuerza total resultante sobre la instalación hemos de repartirla sobre nuestras líneas de anclaje. Vemos que la línea central será la que mayores esfuerzos aguante, por lo que calcularemos el ancla de todas las líneas en función a esa fuerza.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Tabla tocha de los calculos

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

El cálculo del resto de fuerzas hidrodinámicas se exponen a continuación:

Ftotal_Cages_Hor	(N)	143986,790
-------------------------	-----	------------

Fh Ring	(N)	1253,762
FTh Ring	(N)	5015,048

Fh PONTOON2	(N)	75,015
FTh PONTOONS2	(N)	675,136

Fh PONTOON3	(N)	223,270
FTh PONTOONS3	(N)	2679,240

Fh BALLAST	(N)	752,257
FTh BALLASTS	(N)	752,257

Fh Lines(Par_Flow)	(N)	335,005
FTh Lines(Par_Flow)	(N)	1005,016
Fh Lines(Per_Flow)	(N)	3023,071
FTh Lines(Per_Flow)	(N)	18138,427

A continuación vamos a comprobar que la línea central de la instalación va a ser la que esta sujeta a mayores fuerzas:

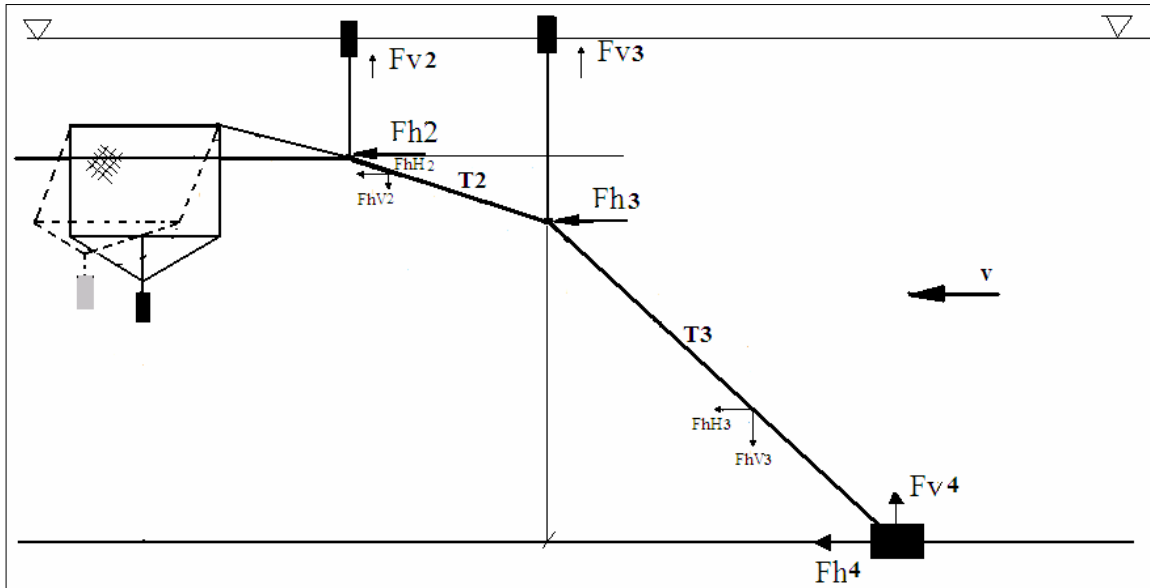
FORCES (Line 2)		
Fh2	(N)	86125,957
FhH2	(N)	18,054
Fv3	(N)	30432,070
FhV2	(N)	51,065
T2	(N)	91350,372
Fh3	(N)	86144,011
FhH3	(N)	316,951
Fv4	(N)	29883,095
FhV3	(N)	548,975
T3	(N)	99470,536
Fh4	(N)	86460,962

FORCES (Line 1 and 3)		
Fh2	(N)	43062,979
FhH2	(N)	18,054
Fv3	(N)	15207,008
FhV2	(N)	51,065
T2	(N)	45675,186
Fh3	(N)	43081,033
FhH3	(N)	316,951
Fv4	(N)	14658,033
FhV3	(N)	548,975
T3	(N)	49745,692
Fh4	(N)	43397,984

Se observa que Fh4 (line 2)>Fh4 (line 1 and 3)

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

La distribución de las fuerzas sobre la línea 2 es la que el siguiente dibujo nos muestra con mas detalle:



El objetivo de este cálculo es obtener el peso o fuerza requerida F_{h4} , para que la instalación tenga suficiente agarre al fondo marino en las condiciones más adversas, seleccionando entonces el ancla, o peso muerto más apropiado para la seguridad de todo el conjunto.

El conjunto global de estas fuerzas para una velocidad de corriente de 4 nudos son:

FORCES (Line 2)		
Fh2	(N)	86125,957
FhH2	(N)	18,054
Fv3	(N)	30432,070
FhV2	(N)	51,065
T2	(N)	91350,372
Fh3	(N)	86144,011
FhH3	(N)	316,951
Fv4	(N)	29883,095
FhV3	(N)	548,975
T3	(N)	99470,536
Fh4	(N)	86460,962

FORCES		
Fh1	(N)	38979,524
Fv2	(N)	4126,030

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

9.2.2.3.- Cálculo de la flotabilidad de las boyas de anclaje.

- Para el cálculo de la flotabilidad requerida por las boyas de anclaje a la superficie del entramado, se han usado los siguientes criterios.:

$$Fb = Fv2 - Fv1 \text{ (flotabilidad mínima)}$$

$$Ftotalb = Fb \cdot SafeFactor$$

Safe factor = 2, para dar un margen de flotabilidad

$$VolBuoy = \frac{Ftotalb}{g} \cdot \frac{1}{\rho}$$

obteniéndose así el volumen requerido por estas boyas, y será función nuestra la selección de las dimensiones de la boya. Según los cálculos vemos que para el caso de la boyas número2 tenemos que:

BUOYACY_2(pontoon2)		
Fb (min)	(N)	4126,030
Fb	(N)	8252,061
Vol buoy	(m ³)	0,821
Height	(m)	5,160

Se observa que para un diámetro de boya de 0,45 m, obtenemos una altura muy elevada, esto se debe a que la velocidad usada en el cálculo fue de 4 nudos. Ahora bien, la selección de la velocidad de corriente máxima de 4 nudos solamente será de máxima importancia para el cálculo del ancla, pudiéndose usar una menor para que las dimensiones de las boyas no sean disparatadas. Por lo que para el cálculo de las boyas usaremos una velocidad de corriente de 2 nudos, quedándonos unos resultados:

BUOYACY_2(pontoon2)		
Fb (min)	(N)	1312,865
Fb	(N)	2625,730
Vol buoy	(m ³)	0,261
Height	(m)	1,642

que como observamos es algo más acorde con la realidad, siendo las dimensiones de la boya número 2:

Diámetro = 0,45 m

Altura = 1,642 m

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Para el caso de las boyas número3, usaremos también la velocidad de corriente de 2 nudos, obteniéndose unos resultados de:

BUOYACY_3(pontoon3)		
Fb (min)	(N)	8730,108
Fb	(N)	17460,217
Vol buoy	(m ³)	1,736
Height	(m)	2,211

Las dimensiones finales de las boyas número3 serán:

Diámetro = 1 m

Altura = 2,211 m

9.2.2.4.- *Cálculo del peso del ancla.*

- Para el cálculo del peso del ancla vamos a usar las relaciones de ecuaciones que se exponen a continuación:

$$Ff = Cf \cdot (Fa - Fv3)$$

$$Cf \cdot (Fa - Fv3) > Fh3 \cdot LoadFactor$$

Load factor = 1,5 para tener un considerable margen de seguridad.

$$Ma(water) = \frac{Fa}{g}$$

$$Fa = Vol \cdot (\rho_a - \rho) \cdot g$$

$$Ma(air) = Vol \cdot \rho_a$$

Como ya hemos dicho arriba, para el cálculo de esta fuerza vamos a usar la velocidad de corriente máxima con la que nos podríamos encontrar en esta zona 4 nudos, que si bien no será muy común que se de el caso, nuestra instalación ha de estar preparada para ello, ya que su vida dependerá muy mucho de estos cálculos.

WEIGHT OF ANCHOR		
Ff=Cf*(Fa-Fv4)		
Cf*(Fa-Fv4)>Fh4*LoadFactor		
Fa	(N)	215156,585
Ma (water)	(Kg)	21932,374
Vol anchor	m ³	3,237
Ma (air)	(Kg)	25250,556

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Se ha obtenido que, necesitaremos una fuerza de agarre de unas 25Tn por cada línea de anclaje, lo cual nos lleva a pensar en seleccionar un ancla danforth de 1 Tn de peso, la cual nos dará unas 25 Tn de agarre.

Para una mayor seguridad se colocaremos una longitud de cadena sobre el fondo igual a la mitad de la profundidad en la que nos encontremos. En nuestro caso estamos a 100 metros de profundidad, luego colocaremos 50 metros de cadena.

9.3.- Cálculo del sistema de inmersión y emersión de las jaulas.

9.3.1.- Introducción.

Actualmente la mayoría de las instalaciones de jaulas para acuicultura en mar abierto se usan jaulas en superficie, ya que la simplicidad de la instalación es mucho mayor que si tratamos de sumergir estas. Sin embargo, una tendencia que se está siguiendo por muchos centros de investigación, es la de sumergir las jaulas, consiguiendo con esta operación, evitar que los grandes temporales que traen grandes olas incidan de una manera directa sobre la instalación.

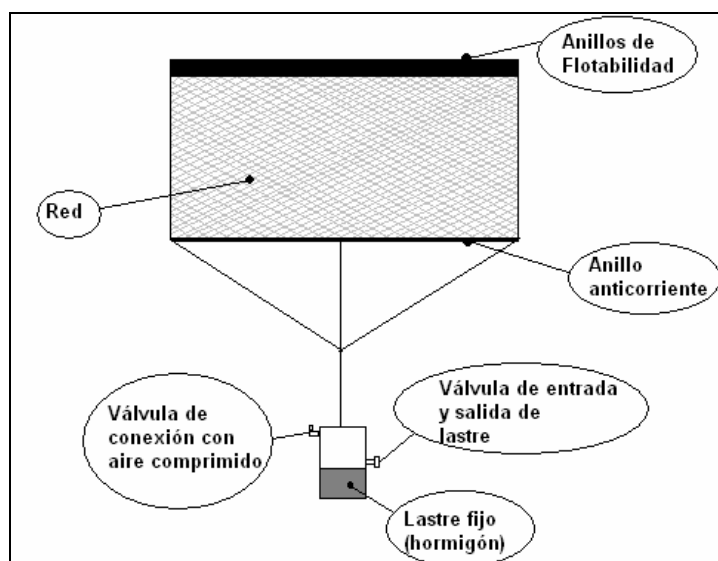
Se ha decidido para nuestra planta, la inmersión permanente de las jaulas, que si bien será negativa en algunos aspectos, como lo es la disminución de temperatura a medida que bajamos la profundidad, lo que repercutirá en el proceso de alimentación, siendo menos efectivo, en otros aspectos, como lo es la seguridad de la instalación, será mucho más beneficiosa que las antiguas disposiciones en superficie.

Sin embargo, algunas operaciones, tal como la recogida de la producción una vez alcance el peso deseado o reparaciones, se harán en superficie. Vamos a distinguir 5 fases para este proceso de inmersión y emersión:

1. Jaula flotando en superficie.
2. Lastrado del depósito del fondo para la inmersión.
3. Amarre de la jaula al entramado.
4. Deslastrado del depósito de fondo, para dejar la jaula en su posición normal.
5. Soltamos las amarras del entramado, emergiendo la jaula a la superficie.

Para realizar estas operaciones vamos a necesitar un sistema de aire comprimido, para inyectarlo en el depósito de fondo y deslastrarlo. Este, lo llevaremos en el barco de operaciones. Constará del equipo necesario, y de una manguera suficientemente larga para alcanzar las válvulas de los depósitos de los lastres de fondo de las jaulas.

Usaremos buceadores para la conexión y desconexión entre la manguera y la válvula. Esta operación la haremos, evitando los días de temporal, donde encontraríamos vientos, olas y corrientes elevadas.

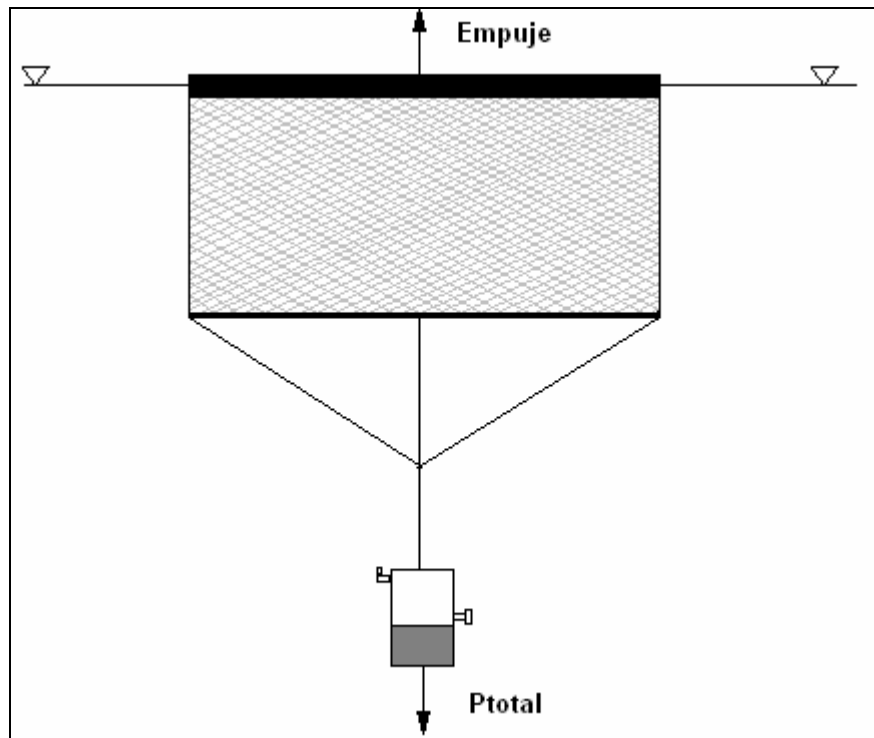


9.3.2.- *Jaula flotando en superficie.*

En esta situación, la jaula se encontrará flotando libremente, con el depósito del fondo sin lastre, solamente con el lastre colocado para mantener la forma cilíndrica de a red.

Aquí, se tiene que cumplir la ecuación fundamental:

$$\text{Peso} = \text{Empuje}$$



Ptotal = Peso de la jaulas con todos sus elementos

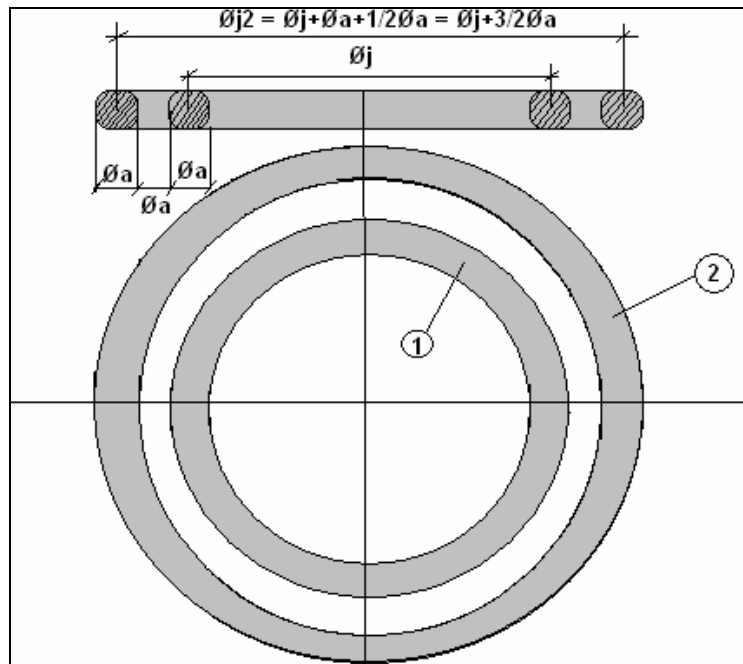
- Red
- Anillos
- Elementos de sujeción
- Depósito de fondo

Empuje = Proporcionado por los anillos de flotabilidad

El peso total será igual a 5000 Kg, siendo 1000 Kg correspondiente al lastre fijo del fondo, por lo que la jaula tendrá aproximadamente unos 4000 Kg.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

La flotabilidad de la jaula se consigue con los dos anillos de flotabilidad que se encuentran en la parte superior de la jaula. Estos tienen el mismo diámetro pero distinta circunferencia:



Suponiendo que los anillos de flotabilidad están sumergidos la mitad de su diámetro obtenemos un empuje de. Partimos de unos datos iniciales iguales a:

$\text{Øa} = 250 \text{ mm}$
 $\text{Øj} = 25 \text{ m}$
 $\rho = 1025 \text{ Kg/m}^3$

Ahora decimos que:

$$\text{Empuje} = \rho * (\text{Vol}_1 + \text{Vol}_2) = \rho * \text{Vol}_{\text{TOTAL}}$$

- $\text{Vol}_1 = [\pi * (\text{Øa}/2)^2 * \text{LAnillo}] / 2 = [\pi * (\text{Øa}/2)^2 * 2 * \pi * (\text{Øj}/2)] / 2 = [\pi^2 * (\text{Øa}/2)^2 * \text{Øj}] / 2$
 - $\text{LAnillo} = 2 * \pi * (\text{Øj}/2)$
- $\text{Vol}_2 = [\pi * (\text{Øa}/2)^2 * 2 * \pi * (\text{Øj}/2)] / 2 = [\pi * (\text{Øa}/2)^2 * 2 * \pi * (\text{Øj} + 3/2 * \text{Øa})] / 2 =$
 $= [\pi^2 * (\text{Øa}/2)^2 * (\text{Øj} + 3/2 * \text{Øa})] / 2$
- $\text{Vol}_{\text{TOTAL}} = [\pi^2 * (\text{Øa}/2)^2 * \text{Øj}] / 2 + [\pi^2 * (\text{Øa}/2)^2 * (\text{Øj} + 3/2 * \text{Øa})] / 2 =$
 $= (\pi^2 * (\text{Øa}/2)^2) / 2 * [2 * \text{Øj} + 3/2 * \text{Øa}]$

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

$$\text{Empuje} = \rho * (\pi^2 * (\varnothing a / 2)^2) / 2 * [2 * \varnothing j + 3 / 2 * \varnothing a] = 1025 * (\pi^2 * (0,25 / 2)^2) / 2 * [2 * 25 + 3 / 2 * 0,25]$$

$$\text{Empuje} = 4090 \text{ Kg (aproximadamente)}$$

9.3.3.- *Lastrado del depósito de fondo para la inmersión.*

Esta operación consiste en lastrar con agua del mar el depósito del fondo de la jaula. La cantidad de lastre será mayor o igual a la flotabilidad disponible, es decir:

$$\circ P_{\text{LASTRE}} = \text{Vol}_{\text{LASTRE}} * \rho$$

$$\circ \text{Vol}_{\text{LASTRE}} = \text{Vol}_{\text{ANILLOS}} - \text{Vol}_{\text{TOTAL}} = (\pi^2 * (\varnothing a / 2)^2) / 2 * [2 * \varnothing j + 3 / 2 * \varnothing a]$$

$$\square \text{Vol}_{\text{ANILLOS}} = \pi^2 * (\varnothing a / 2)^2 * [2 * \varnothing j + 3 / 2 * \varnothing a]$$

$$\square \text{Vol}_{\text{TOTAL}} = (\pi^2 * (\varnothing a / 2)^2) / 2 * [2 * \varnothing j + 3 / 2 * \varnothing a]$$

$$P_{\text{LASTRE}} = (\pi^2 * (\varnothing a / 2)^2) / 2 * [2 * \varnothing j + 3 / 2 * \varnothing a] * \rho = (\pi^2 * (0,25 / 2)^2) / 2 * [2 * 25 + 3 / 2 * 0,25] * 1025$$

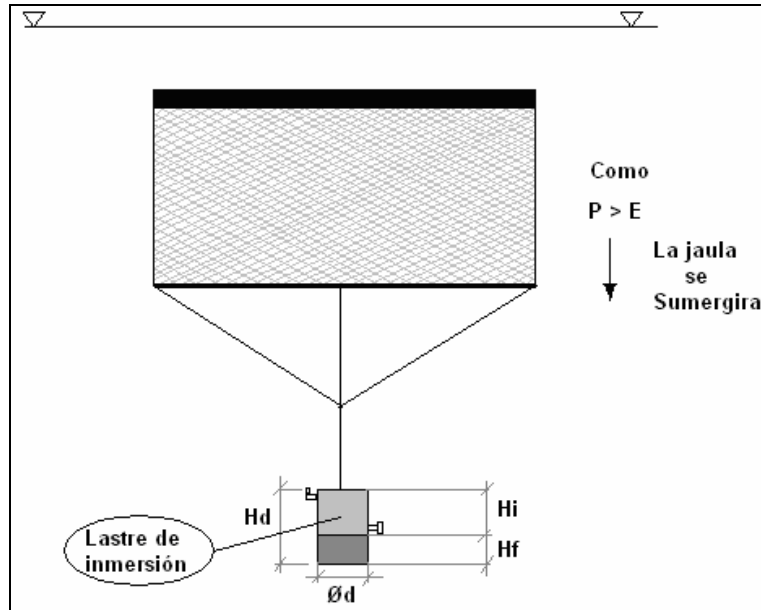
$$P_{\text{LASTRE}} = 4090 \text{ Kg}$$

Si lastramos el depósito del fondo con agua del mar una cantidad de 4090 Kg, la jaula empezará a sumergirse. Esta operación será de extrema precaución ya que esta en juego tanto la jaula, el barco de operaciones y los buceadores.

La jaula estará sujeta, antes del inicio del lastrado, por la grúa del barco de operaciones. Una vez estemos seguros de que la jaula está bien amarrada a la grúa, nuestros buceadores bajarán con el equipamiento correspondiente, al depósito del fondo, abriendo la válvula correspondiente para posibilitar la entrada de agua en el espacio vacío.

En esta fase, es importante calcular las dimensiones que tendrá el depósito de fondo, las cuales estarán en función del volumen de lastre requerido para la inmersión.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS



El depósito de fondo será de forma cilíndrica, por lo que mediante unos sencillos cálculos que exponemos a continuación podemos obtener las dimensiones de este:

- Para el lastre fijo: Hemos dicho que colocaremos un peso de 1000 Kg y que el material será hormigón de una densidad de 2400 Kg/m^3 . Entonces tenemos que:

$$P_{\text{LASTRE}} = \text{Vol}_{\text{LASTRE}} * \rho$$

- $\text{Vol}_{\text{LASTRE}} = \pi * (\text{Ød}/2)^2 * \text{Hf}$

$$\text{Ød} = 1,5 \text{ m}$$

$$1000 = \pi * (1,5/2)^2 * \text{Hf} * 2400$$

$$\text{Hf} = 0,236 \text{ m}$$

- Para el lastre de inmersión: El lastre de inmersión será de unos 4090 Kg, y será agua del mar con densidad de 1025 Kg/m^3 . Entonces tenemos que:

$$P_{\text{LASTRE}} = \text{Vol}_{\text{LASTRE}} * \rho$$

- $\text{Vol}_{\text{LASTRE}} = \pi * (\text{Ød}/2)^2 * \text{Hi}$

$$\text{Ød} = 1,5 \text{ m}$$

$$4090 = \pi * (1,5/2)^2 * \text{Hi} * 1025$$

$$\text{Hi} = 2,258 \text{ m}$$

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Quedando de esta manera el depósito de fondo dimensionado:

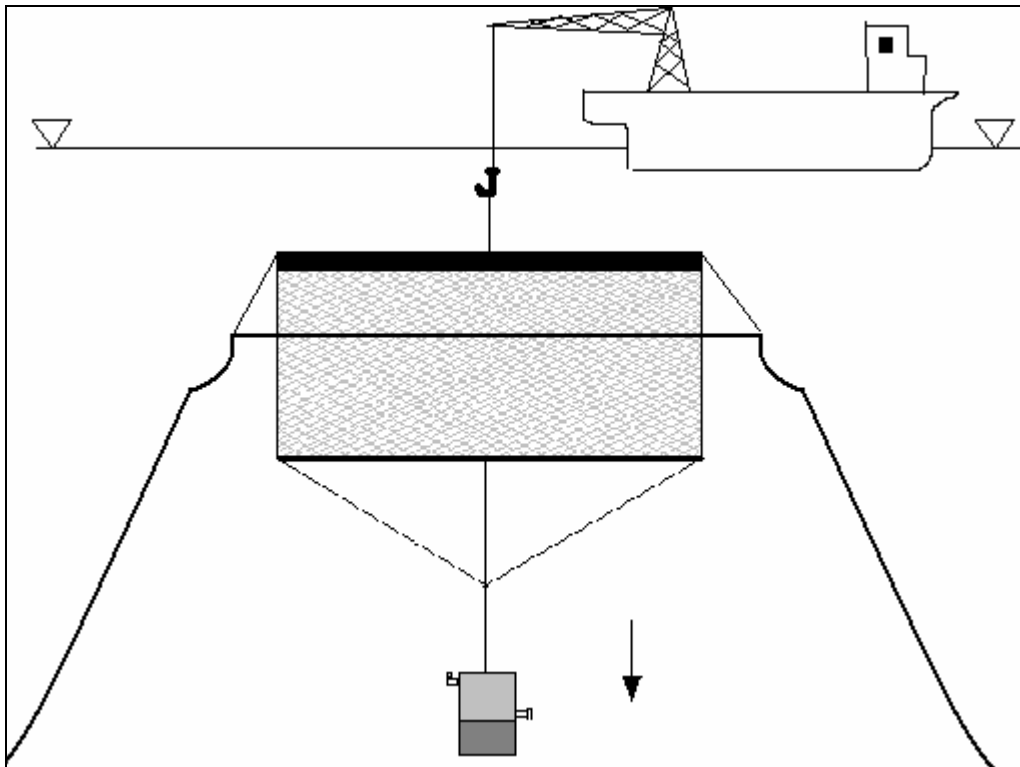
$$\text{Ød} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Hd} = 0,236 + 2,258 = 2,494 \text{ m}$$

9.3.4.-Amarre de la jaula al entramado.

Una vez hemos lastrado el depósito de fondo, la jaula esta en disposición de sumergirse, ya que $P > E$. Para poder tener control total sobre esta operación, la jaula ha sido previamente enganchada a la grúa del barco de operaciones, pudiéndose frenar esta inmersión cuando se deseamos.

Una vez alcanzada la posición, los buceadores se encargan de amarrar las estachas entre el entramado del anclaje y las jaulas.

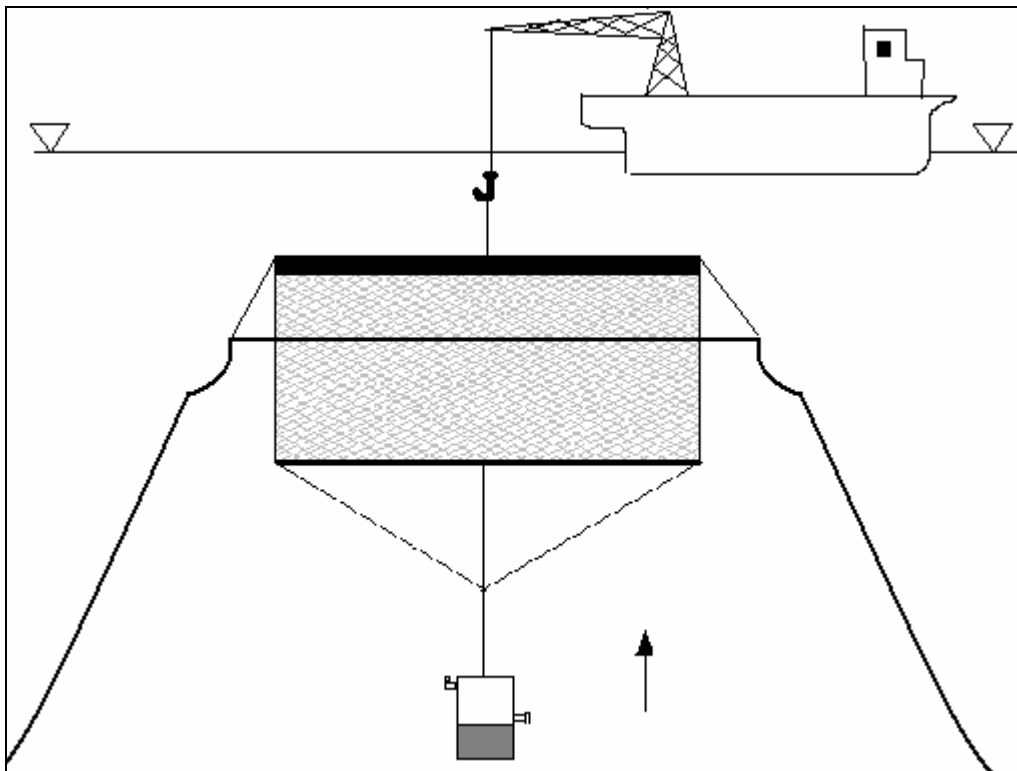


9.3.5.- *Deslastrado del depósito de fondo, para dejar la jaula en su posición normal.*

Una vez la jaula está amarrada al entramado, los buzos se encargan de conectar la manguera por donde viene el aire a presión, la cual viene del buque de operaciones, a la válvula que se encuentra en el depósito de fondo.

Con la manguera y válvula conectadas correctamente, se inyecta el aire a presión en el recipiente, con la consiguiente expulsión del lastre por la válvula contraria.

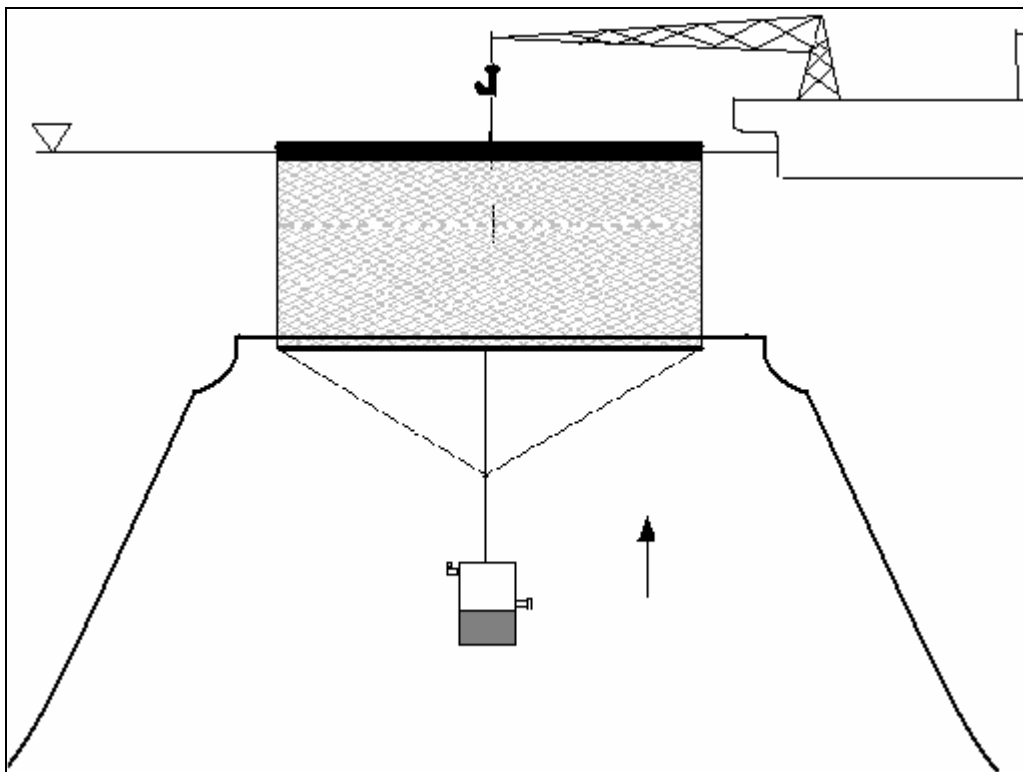
Una vez se ha conseguido deslastrar toda el agua del depósito, la jaulas junto con todos sus elementos vuelve a tener flotabilidad suficiente, lográndose una tendencia a ir a la superficie, pero la cual se ve frenada debido a que se encuentra amarrada al entramado.



9.3.6.- *Soltamos las amarras del entramado, emergiendo la jaula a la superficie.*

En el momento, en que necesitamos llevar la jaula a la superficie de nuevo, los buceadores bajarán a la posición de las amarras de las jaulas, y siempre con la ayuda de la grúa del barco de operaciones, soltaremos estas amarras. La jaula entonces, tenderá a subir a superficie.

El hecho de tener la jaula enganchada al cable de la grúa, evitará que la corriente desplace a la jaula a un lugar no deseado.



10.- COSTES Y BENEFICIOS.

10.1.- Costes de los sistemas.

- Inversión de las instalaciones iniciales
 - Jaulas (anillos, redes, amarre y anclaje)
 - Barco de operaciones
 - Equipamiento e infraestructura, tanto en tierra como en mar.
 - Boya de alimentación.
 - Suministro de energía (en nuestro caso un generador diesel eléctrico)
- Mantenimiento.
- Amortización y depreciación.
- Impuestos.
- Interés del capital circulante.

10.2.- Costes de producción.

- Existencias de peces (alevines).
- Productos químicos (control de enfermedades, fertilizantes adicionales).
- Piensos.
- Mano de obra.
- Fuel (operaciones y transporte).
- Suministros diversos.
- Cosecha.
 - Equipos.
 - Mano de obra.
 - Transporte.

Para nuestra instalación vamos a realizar un presupuesto de viabilidad para 10 años. En el caso de que los beneficios obtenidos al final de año sean negativos, vamos a ir aumentando de 4 en 4 el número de jaulas hasta obtener beneficios positivos.

En el primer estudio partimos de 4 jaulas, que el precio de puesta en muelle de producto final el primer año es de 1,55 €/Kg y que contaremos con 4 trabajadores. Conforme vayamos aumentando el número de jaulas, todos los requisitos del sistema se irán multiplicando por un factor debido a las mayores exigencias de la instalación.

También se ha tenido en cuenta que, con el paso de los años, tanto el coste de los equipos o salarios de los trabajadores, como el precio de puesta en muelle del producto final, irán aumentando según lo haga el nivel de vida.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

10.3.- Proyecto de viabilidad

PRESUPUESTO DE VIABILIDAD PARA 4 JAULAS

INVERSION INICIAL	Cantidad	Coste unidad	Coste Total
Barco de operaciones	1	481.927,00 €	481.927,00 €
Boya de alimentacion	1	500.000,00 €	500.000,00 €
Balizamiento	8	1.200,00 €	9.600,00 €
Infraestructura en Tierra	1	602.409,00 €	602.409,00 €
TOTAL			1.593.936,00 €

COSTES ANUALES		Vida Util (Años)	Cantidad	Unidad	Coste Unidad	Coste 1º año
4 JAULAS	Anillos	5	4	nº	15.000,00 €	60.000,00 €
	Redes	3	12	nº	4.000,00 €	48.000,00 €
Anclaje y Amarre		10	4	nº	15.000,00 €	60.000,00 €
Salarios		1	4	Trabajadores	15.000,00 €	60.000,00 €
Adquisicion de alevines		1	1000000	nº	0,30 €	300.000,00 €
Precio Alimentacion		1	320	Tn/año	0,55 €/Kg	176.000,00 €
Otros Costes		1	320	Tn/año	0,01 €/Kg	3.200,00 €
Fuel		1	200	dias/año	200,00 €/dia	40.000,00 €
					TOTAL	747.200,00 €

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Coste 9º año	Coste 10º año	
	58.802,06 €	
82.114,14 €	85.398,71 €	
515.455,85 €	551.537,76 €	
240.868,15 €	250.502,88 €	
4.379,42 €	4.554,60 €	
68.727,45 €	73.538,37 €	
911.545,02 €	1.024.334,38 €	TOTAL COSTES 10 AÑOS
		9.562.506,39 €

GANANCIAS ANUALES			Ganancias 1º	2º	3º	4º
320	Tn/año		1,55 €/Kg	1,71	1,88	2,06
		TOTAL	496.000,00 €	545.600,00 €	600.160,00 €	660.176,00 €

5º	6º	7º	8º	9º	10º
2,27	2,50	2,75	3,02	3,32	3,42
726.193,60 €	798.812,96 €	878.694,26 €	966.563,68 €	1.063.220,05 €	1.095.220,05 €

TOTAL GANANCIAS 10 AÑOS
7.830.640,60 €

BENEFICIOS	-1.731.865,80 €
	NO VIABLE

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

PRESUPUESTO DE VIABILIDAD PARA 8 JAULAS

INVERSION INICIAL	Cantidad		Coste unidad	Coste Total
Barco de operaciones	1	5%	481.927,00 €	506.023,35 €
Boya de alimentacion	1	10%	500.000,00 €	550.000,00 €
Balizamiento	16		1.200,00 €	19.200,00 €
Infraestructura en Tierra	1	10%	602.409,00 €	662.649,90 €
TOTAL				1.737.873,25 €

COSTES ANUALES		Vida Util (Años)	Cantidad	Unidad	Coste Unidad	Coste 1º año
8 JAULAS	Anillos	5	8	nº	15.000,00 €	120.000,00 €
	Redes	3	24	nº	4.000,00 €	96.000,00 €
Anclaje y Amarre		10	8	nº	15.000,00 €	120.000,00 €
Salarios		1	5	Trabajadores	15.000,00 €	75.000,00 €
Adquisicion de alevines		1	2000000	nº	0,30 €	600.000,00 €
Precio Alimentacion		1	640	Tn/año	0,55 €/Kg	352.000,00 €
Otros Costes		1	640	Tn/año	0,01 €/Kg	6.400,00 €
Fuel		1	200	dias/año	210,00 €/dia	42.000,00 €
TOTAL						1.411.400,00 €

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Coste 9º año	Coste 10º año	
	117.604,13 €	
102.642,68 €	106.748,39 €	
1.030.911,71 €	1.103.075,53 €	
481.736,31 €	501.005,76 €	
8.758,84 €	9.109,20 €	
72.163,82 €	77.215,29 €	
1.696.213,35 €	1.914.758,28 €	TOTAL COSTES 10 AÑOS
		16.609.714,20 €

GANANCIAS ANUALES			Ganancias	2º	3º	4º
640	Tn/año		1,55 €/Kg	1,71	1,88	2,06
		TOTAL	992.000,00 €	1.091.200,00 €	1.200.320,00 €	1.320.352,00 €

5º	6º	7º	8º	9º	10º
2,27	2,50	2,75	3,02	3,32	3,42
1.452.387,20 €	1.597.625,92 €	1.757.388,51 €	1.933.127,36 €	2.126.440,10 €	2.190.440,10 €

TOTAL GANANCIAS 10 AÑOS
15.661.281,19 €

BENEFICIOS	-948.433,00 €
	NO VIABLE

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

PRESUPUESTO DE VIABILIDAD PARA 12 JAULAS

INVERSION INICIAL	Cantidad		Coste unidad	Coste Total
Barco de operaciones	1	5%	506.023,35 €	531.324,52 €
Boya de alimentacion	1	10%	550.000,00 €	605.000,00 €
Balizamiento	24		1.200,00 €	28.800,00 €
Infraestructura en Tierra	1	10%	662.649,90 €	728.914,89 €
			TOTAL	1.894.039,41 €

COSTES ANUALES		Vida Util (Años)	Cantidad	Unidad	Coste Unidad	Coste 1º año
12JAULAS	Anillos	5	12	nº	15.000,00 €	180.000,00 €
	Redes	3	36	nº	4.000,00 €	144.000,00 €
Anclaje y Amarre		10	12	nº	15.000,00 €	180.000,00 €
Salarios		1	6	Trabajadores	15.000,00 €	90.000,00 €
Adquisicion de alevines		1	3000000	nº	0,30 €	900.000,00 €
Precio Alimentacion		1	960	Tn/año	0,55 €/Kg	528.000,00 €
Otros Costes		1	960	Tn/año	0,01 €/Kg	9.600,00 €
Fuel		1	200	dias/año	220,00 €/dia	44.000,00 €
TOTAL						2.075.600,00 €

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Coste 9º año	Coste 10º año	
	176.406,19 €	
123.171,21 €	128.098,06 €	
1.546.367,56 €	1.654.613,29 €	
722.604,46 €	751.508,64 €	
13.138,26 €	13.663,79 €	
75.600,19 €	80.892,21 €	
2.480.881,69 €	2.805.182,18 €	TOTAL COSTES 10 AÑOS
		23.669.150,91 €

GANANCIAS ANUALES		Ganancias	2º	3º	4º
960	Tn/año	1,55 €/Kg	1,71	1,88	2,06
	TOTAL	1.488.000,00 €	1.636.800,00 €	1.800.480,00 €	1.980.528,00 €

5º	6º	7º	8º	9º	10º
2,27	2,50	2,75	3,02	3,32	3,42
2.178.580,80 €	2.396.438,88 €	2.636.082,77 €	2.899.691,04 €	3.189.660,15 €	3.285.660,15 €

TOTAL GANANCIAS 10 AÑOS
23.491.921,79 €

BENEFICIOS	-177.229,11 €
	NO VIABLE

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

PRESUPUESTO DE VIABILIDAD PARA 16 JAULAS

INVERSION INICIAL	Cantidad		Coste unidad	Coste Total
Barco de operaciones	1	5%	531.324,00 €	557.890,20 €
Boya de alimentacion	1	10%	605.000,00 €	665.500,00 €
Balizamiento	36		1.200,00 €	43.200,00 €
Infraestructura en Tierra	1	10%	728.914,89 €	801.806,38 €
			TOTAL	2.068.396,58 €

COSTES ANUALES		Vida Util (Años)	Cantidad	Unidad	Coste Unidad	Coste 1º año
16JAULAS	Anillos	5	16	nº	15.000,00 €	240.000,00 €
	Redes	3	48	nº	4.000,00 €	192.000,00 €
Anclaje y Amarre		10	16	nº	15.000,00 €	240.000,00 €
Salarios		1	8	Trabajadores	15.000,00 €	120.000,00 €
Adquisicion de alevines		1	4000000	nº	0,30 €	1.200.000,00 €
Precio Alimentacion		1	1280	Tn/año	0,55 €/Kg	704.000,00 €
Otros Costes		1	1280	Tn/año	0,01 €/Kg	12.800,00 €
Fuel		1	200	dias/año	230,00 €/dia	46.000,00 €
					TOTAL	2.754.800,00 €

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Coste 9º año	Coste 10º año	
	235.208,26 €	
164.228,29 €	170.797,42 €	
2.061.823,42 €	2.206.151,05 €	
963.472,61 €	1.002.011,52 €	
17.517,68 €	18.218,39 €	
79.036,56 €	84.569,12 €	
3.286.078,56 €	3.716.955,76 €	TOTAL COSTES 10 AÑOS
		30.926.870,24 €

GANANCIAS ANUALES		Ganancias	2º	3º	4º
1280	Tn/año	1,55 €/Kg	1,71	1,88	2,06
	TOTAL	1.984.000,00 €	2.182.400,00 €	2.400.640,00 €	2.640.704,00 €

5º	6º	7º	8º	9º	10º
2,27	2,50	2,75	3,02	3,32	3,42
2.904.774,40 €	3.195.251,84 €	3.514.777,02 €	3.866.254,73 €	4.252.880,20 €	4.380.880,20 €

TOTAL GANANCIAS 10 AÑOS
31.322.562,39 €

BENEFICIOS	395.692,15 €
	VIABLE

10.4.- Solución óptima.

Según los cálculos de viabilidad realizados, se ha verificado que, utilizando cuatro jaulas junto con la boya de alimentación sería un proyecto no rentable ni a medio ni a largo plazo.

En este punto hemos de recurrir a otro concepto, como lo son los parques tecnológicos acuícolas, explicados en el *tema 4*. Este concepto, a mi juicio tan lógico como inevitable, que debe ser una evolución de las actuales granjas de cultivo y una extensión de los clásicos Parques Tecnológicos donde se concentran la producción y los servicios con claras ventajas competitivas.

Los Parques Acuícola se ubicarían en los ya escasos espacios litorales - preferiblemente inhábiles para otros usos- con la suficiente amplitud para albergar a varias empresas. Su acondicionamiento, como cualquier otra gran infraestructura pública, correría a cargo de la Administración (Obras Públicas o Pesca), procediendo posteriormente a su parcelación y concesión a la empresa privada, la cual abonaría periódicamente el correspondiente canon. La Dirección del Parque, inicialmente pública y más tarde (una vez consolidados) también privada, emitiría, junto con los productores asentados en el mismo, normativas y objetivos comunes de investigación, producción, transformación y comercialización.

El resultado más inmediato, entre otras ventajas, es la absoluta eliminación de toda tramitación administrativa, con un total desentendimiento por parte del productor de las nuevas normativas y obligaciones que puedan ir surgiendo (que pasan a ser controladas por los promotores del Parque), y una importante reducción de los costes de producción.

Para la utilización de este concepto, la boya de alimentación que en este proyecto se ha desarrollado, ya no será tal, sino que sus dimensiones tendrán que ser de un tamaño considerable, pasando a ser una estructura offshore. En esta plataforma de apoyo para todas las empresas, con el objetivo de realizar principalmente las operaciones de alimentación, estará gobernada, debido a sus dimensiones, por personal permanentemente.

De esta manera, es decir, con personal cerca de las jaulas, se reducirán las comunicaciones con tierra, realizándose de una manera más efectiva la operación de alimentación. Además, según las dimensiones elegidas para la plataforma, se podrán realizar, además de la alimentación, muchas otras operaciones tales como, elaboración, congelación, empaquetado, cultivo de alevines, almacenamiento, investigación in situ...

El proyecto de viabilidad que aquí hemos calculado, el cual, es ficticio, pero nos da una indicación de que una empresa de acuicultura de estas características, es decir, con alto coste inicial en inversión tecnológica, no podrá sobrevivir con un número reducido de jaulas.

De esta manera, un pequeño o mediano empresario no podría hacer frente a una tecnología tan elevada, pero en cambio, si estas inversiones iniciales fuesen subvencionadas por el gobierno, todo aquel que tenga la iniciativa en introducirse en el mercado de la acuicultura, lo haría de una manera más fácil.

Proyecto Final de Carrera por Andrés Gómez Gómez
ACUICULTURA EN AGUAS ABIERTAS

Estas inversiones serían amortizadas a corto plazo, ya que es muy conocido que la demanda mundial de pescado ha incrementado últimamente, y se espera un continuo crecimiento. También es conocido que la pesca extractiva hace ya tiempo que alcanzó sus límites máximos, por lo que si se continua aumentando la flota pesquera, la sostenibilidad de nuestros mares empezará a recibir consecuencias en próximos años.

Esta demanda de pescado a nivel mundial tendrá que ser cubierta con los productos de acuicultura, y aquellos países que no sean capaces de actualizarse en este campo tendrán que importar de otros, con el adicional coste que esto implica.

La propuesta que este proyecto expone, tal vez no sea la solución más acertada, pero según los estudios realizados se aproxima mucho al futuro de la acuicultura. La acuicultura es una práctica que la humanidad ha utilizado desde hace muchísimos años, incluso más de lo que nos podemos imaginar, y aunque parezca increíble, aún podemos mejorar las instalaciones que se usa para la cría de peces en cautividad.

La acuicultura, a parte de ayudar a la sostenibilidad de los mares, evitando que la pesca se incremente para satisfacer la demanda mundial, se puede usar para repoblar caladeros que en la actualidad encuentran en peligro, ayudando a especies que se encuentren en peligro de extinción. Una tendencia de la práctica de la acuicultura es aumentar la diversidad de la especies a cultivar.

Este proyecto de investigación, parte fundamentalmente de todas estas ideas expuestas los párrafos anteriores, y la solución que aquí se expone, para hacerla viable tecnológicamente, habría que desarrollarse más ampliamente en todos los aspectos. El trabajo, que un futuro Ingeniero Naval y Oceánico ha realizado en estos folios, es aplicar todos sus conocimientos, para agruparlos todos en una instalación conceptual para la cría en cautividad de peces. Involucrarse en un estudio más exhaustivo de este proyecto, sería algo de lo más interesante. Pero después de año invertido en conocer más profundamente la tecnología actual y el mercado en el que se mueve la acuicultura, creo suficiente el trabajo realizado, y realmente me quedo satisfecho con él. Espero que futuros ingenieros navales interesados en el tema puedan usar algunas de estas ideas para el desarrollo de sus futuros proyectos, y que también, la Escuela de Navales de Cartagena tenga cada vez más interés, y se vaya enriqueciendo en este campo de estudio que tanto nos afecta a ingenieros navales, y en el cual podemos destacar frente a otros ingenieros. Sinceramente espero que el actual trabajo ayude a todo ello.