



Escola Superior d'Agricultura
de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUES CON
RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE
LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA
PISCIFACTORIA DE 480 t/año.**



Autor: Antonio Clerencia Abelanet

Tutor: Francisco José Iranzo Iranzo

Fecha: 26/09/2018

Título: PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 t/año.

Autor: Antonio Clerencia Abelanet

Tutor: Francisco José Iranzo Iranzo

Resumen:

El Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía ha autorizado a la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural a conceder una ayuda de 3,51 millones de euros a la empresa *Epic Aqua Solea SA* con el fin de respaldar su proyecto de instalación de una piscifactoría intensiva de lenguado en El Puerto de Santa María (Cádiz).

Estas instalaciones acuícolas contarán con sistemas de recirculación de agua y albergarán todos los procesos de reproducción, preengorde y engorde de los lenguados. Estarán formadas por un criadero y dos naves de engorde (ya construidas) con una previsión de producción de 480 toneladas anuales.

El Proyecto que se presenta, diseña la parte de la instalación responsable del crecimiento de los reproductores que a su vez producirán los alevines para que sean engordados en las naves de engorde.

Al efecto, se diseña un sistema hidráulico compuesto por un módulo de recirculación de agua formado por dos tanques de 15 m³ capaces de soportar una carga de biomasa de hasta 4 kg/m³.

El proyecto recoge las especificaciones técnicas, planos e información técnica que permitirá la construcción de dicho módulo.

Títol: PROJECTE PER A LA CONSTRUCCIÓ DE TANCS AMB RECIRCULACIÓ PER EL MANTENIMENT DE LLENGUADOS REPRODUCTORS EN UNA PISCIFACTORIA DE 480 t/any.

Autor: Antonio Clerencia Abelanet

Tutor: Francisco José Iranzo Iranzo

Resum:

El Consell de Govern de la Junta d'Andalusia ha autoritzat a la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Desenvolupament Rural a concedir una ajuda de 3,51 milions d'euros a l'empresa Epic Aqua Solea SA ha fi d'ajudar a la construcció del seu projecte d'instal·lació d'una piscifactoria intensiva de llenguados al Puerto de Santa María.

Aquestes instal·lacions aquícoles contaran amb sistemes de recirculació d'aigua i albergaran tots els processos de reproducció, preengreix i engreix dels llenguados. . Estarán formades per un criader i dos naus d'engreix (ja construïdes) amb una previsió de producció de 480 toneladas anuales.

Per aconseguir aquesta producció s'ha encarregat el disseny d'un mòdul de recirculació d'aigua amb dos tancs que contindran els reproductors que donaran a llum els alevins. Aquests tancs es trobaran situats en l'àrea de reproductors, amb una capacitat de 15 m^3 cadascun, capaços de suportar una carga de biomasa de fins 4 kg/m³.

Aquest mòdul s'encarrega de controlar tots els paràmetres necessaris per al correcte funcionament del procés, com la temperatura, oxigen, renovació d'aigua, així com alarmes i mecanismes de control en cas de fallida del sistema.

El projecte recull les especificacions tècniques, plànols e informació pressupostaria per la construcció del mòdul.

Title: PROJECT FOR THE CONSTRUCTION OF TANKS WITH RECIRCULATION FOR THE MAINTENANCE OF REPRODUCTIVE SOLE IN A PISCIFACTORY OF 480 t / year.

Autor: Antonio Clerencia Abelanet

Tutor: Francisco José Iranzo Iranzo

Summary:

The Governing Council of the Junta de Andalucía has authorized the Ministry of Agriculture, Fisheries and Rural Development to grant aid of 3.51 million euros to the company Epic Aqua Solea SA in order to support its project for the installation of a intensive sole farm in El Puerto de Santa María (Cádiz).

These aquaculture facilities will have water recirculation systems and will house all the processes of reproduction, pre-fattening and fattening of the sole. They will be formed by a hatchery and two fattening sheds (already built) with a production forecast of 480 tons per year.

The Project that is presented, designs the part of the facility responsible for the growth of the broodstock that in turn will produce the fry so that they are fattened in the fattening sheds.

To this end, a hydraulic system consisting of a water recirculation module consisting of two tanks of 15 capable of supporting a biomass load of up to 4 kg / m³ is designed.

The project includes the technical specifications, plans and technical information that will allow the construction of said module.

Documento 1: MEMORIA Y ANEJOS



MEMORIA



INDICE DE LA MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	10
2. ANTECEDENTES.....	11
2.1. Marco del proyecto	11
2.2. Estudios previos y documentación consultada.....	11
3. BASES DEL PROYECTO.....	12
3.1. Directrices	12
3.1.1. Finalidad y objetivos	12
3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor	13
3.1.3. Infraestructuras existentes.....	13
3.2. Condicionantes del proyecto.....	13
3.2.1. Parámetros del agua	13
3.2.2. Normativa.....	14
4. INGENIERIA DEL PROCESO	14
4.1. Fisiología de los peces planos.....	14
4.1.1. Parámetros de cultivo.....	15
4.2. Plan y programa productivo	15
4.3. Proceso productivo	16
4.3.1. Obtención de reproductores	16
4.3.2. Acondicionamiento	16
4.3.3. Tratamientos de cuarentena	16
4.3.4. Mantenimiento de los reproductores.....	17
4.3.5. Inducción a la puesta.....	17
4.3.6. Puesta	17
4.3.7. Extracción de esperma y oocitos	18
4.3.8. Alimentación.....	19
5. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	19
5.1. Cálculos hidráulicos y equipo de bombeo.....	19
5.2. Equipos	20
5.2.1. Tanques	20
5.2.2. Biofiltro	20
5.2.3. Bomba de calor	21
5.2.4. Desinfección UV	21
5.2.5. Automatización y control.....	21

5.2.6. Sistema de aireación	22
6. INSTALACION ELECTRICA	23
7. PRESUPUESTOS	25

ANEJOS DE LA MEMORIA

Anejo I: Condicionantes

Anejo II: Fisiología de los peces planos

Anejo III: Plan productivo

Anejo IV: Dimensionado de equipos

Anejo V: Instalación eléctrica

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objeto el diseño de un sistema RAS (recirculated water system) en la planta de producción Epic Aqua Sole, para el cultivo de lenguados reproductores (*Solea Senegalensis*), situada en el Puerto de Santa María (Cádiz) según se indica en el **Plano 1/9**.

El cultivo de estos reproductores permitirá la producción de 480 t/año de lenguados en las salas de engorde de la empresa.

El sistema RAS, se basa en la recirculación del agua en los tanques de cultivo y su continuo tratamiento, garantizando un control de calidad, temperatura y estabilidad del agua. Así como un aislamiento de problemas externos y reducción del impacto ambiental.

La propuesta atiende a la petición de la empresa Epic Aqua que pretende tener una producción propia de alevines, a fin de tener un suministro fiable y constante.

La propuesta contempla como principales actuaciones,

- Preparar una **sala existente** de una superficie de 120 m^2 , como zona de reproducción donde se albergaran dos tanques de 15 m^3 .
- Un equipo de tratamiento del agua con capacidad de $30\text{ m}^3/h$, que se encargará del filtraje, desinfección y eliminación de nitratos, así como mantener los parámetros correctos de cultivo.
- El diseño de las instalaciones básicas como iluminación y electricidad.
- El proyecto contempla la automatización del sistema RAS y se ha evaluado económicamente, si bien no ha sido objeto del diseño de su arquitectura e ingeniería del detalle.

Por tratarse de un proyecto con perfil académico, no se ha desarrollado documentos de carácter administrativo como los Pliegos de condiciones o el Estudio de Seguridad y Salud entre otros.

2. ANTECEDENTES

2.1. Marco del proyecto

La piscicultura ha evolucionado en los últimos 50 años hasta convertirse en una industria segura y avanzada que suministra más del 50% del consumo mundial de pescado. En los últimos años la industria ha desarrollado un sistema de producción más controlado y preciso, capaz de suministrar pescado todo el año.

En este sentido la empresa Epic Aqua SA, ubicada en el Puerto de Santa María (Cádiz), posee una planta de cultivo de lenguado intensivo, con una superficie de 16 hectáreas, apuesta por una producción propia de semilla de lenguado, autoabasteciendo su propia planta de engorde y ampliando sus instalaciones para una producción más sostenible y segura.

La empresa prevé construir la planta en un total de 8 fases. La primera fase ya construida consta de dos naves de engorde y preengorde, cuatro tanques de cultivo de copépodos, un área de cultivo larval y un área de reproductores, en total suma una superficie de 34.000 m^2 .

El proyecto se ubica en el área de reproductores, en el marco de la Fase I y dentro de una nave climatizada de 400 m^2 , como se ilustra en el **Plano 2**. La propuesta de implementación del sistema se situará en la sala de 120 m^2 contigua a la sala de máquinas, con acceso a la red de suministro de agua y electricidad.

2.2. Estudios previos y documentación consultada

El objetivo de la Compañía es proporcionar el máximo rendimiento posible de la inversión. Las ganancias conseguidas en la Fase 1 con producción de 480 t/año son suficientes para financiar las 7 posteriores, permitiendo así que la instalación produzca 3.840 toneladas de lenguado anuales, con ventas de 50 millones de euros.

Con este nivel de producción, la empresa satisfará el 7% del mercado español de lenguado, por lo que todavía queda una amplia oportunidad para seguir expandiéndose.

Como estudios previos se han analizado los requisitos necesarios para la viabilidad del proyecto, siendo estos satisfactorios. Además, la ubicación es idónea para la distribución por toda España y Europa, en mercados que pagan una prima significativa por pescado fresco. El lenguado se puede cultivar en las instalaciones de Cádiz y ser enviado a los mercados de Londres, Berlín, París o Nueva York en 24 horas.

La instalación cuenta con abastecimiento de agua salada proveniente de la bahía de Cádiz. Esta agua es captada y almacenada en unos tanques con el fin de abastecer toda la planta.

El diseño del proceso ha seguido los criterios de bibliografía acreditada así como conocimientos empíricos de la empresa promotora.

La mayoría de las figuras y tablas expuestas en el proyecto, son igualmente de la bibliografía utilizada en el diseño del proceso.

3. BASES DEL PROYECTO

3.1. Directrices

3.1.1. Finalidad y objetivos

La finalidad de este proyecto es diseñar y construir los tanques necesarios para albergar los reproductores que suministrarán los alevines para que sean engordados en las naves de engorde ya construidas y funcionales.

El proyecto tiene como objetivo principal mejorar la calidad de semilla (alevines), evitando así daños originados en el transporte o la mala gestión externa, que llegan a ocasionar elevadas tasas de mortalidad.

Como otros objetivos y gracias al sistema propuesto, también se prevé un ahorro significativo de agua, lo que conlleva un menor gasto energético y una mejor gestión de aguas residuales.

El sistema permitirá regular la producción, controlando factores como la temperatura o fotoperiodo.

3.1.2. Condicionantes impuestos por el promotor

El sistema le ha de proporcionar el suministro continuo y necesario para una producción de **480 t/año** de lenguado.

Por otra parte, el promotor sugiere un sistema capaz de albergar una población sana durante todo el año, siendo esto capaz solo con el sistema de producción RAS propuesto en este proyecto. Mantener una población de reproductores durante un largo periodo de tiempo, le permitirá trabajar a nivel genético, seleccionando los mejores reproductores.

3.1.3. Infraestructuras existentes

La sala de reproductores donde está ubicado el proyecto tiene unas dimensiones de **13 m x 9 m**, con una altura de **4 m**.

La sala dispone de sistema de desagüe, así como tomas de agua salada y dulce provenientes de depósitos donde se ha realizado un filtrado previo. El agua de estos depósitos proviene de la bahía de Cádiz.

La instalación está provista de una laguna donde se recoge el agua residual de los tanques, y se realiza un tratamiento para posteriormente ser devuelta a la bahía.

3.2. Condicionantes del proyecto

3.2.1. Parámetros del agua

Los datos básicos de calidad del agua se recogen en el **Anejo I, Condicionantes**. Estos datos se han obtenido de la red de vigilancia y control de inmisión hídrica de Andalucía, durante el mes de agosto.

La **temperatura** del agua se comprende entre un máximo de 24,51 °C y un mínimo de 22,53 °C. El recuento de 158 tomas de datos proporciona una temperatura media de 23,47 °C.

Los valores de **pH** evolucionan dentro de los límites establecidos, siendo de media 7,89. Se llegan a alcanzar valores máximos de 8,02 y 7,79 en el puerto de Santa María, pero aceptables para el cultivo.

Se observan importantes oscilaciones en los valores de **oxígeno disuelto**, esto se debe a la proliferación de algas y el contraste entre noche y día. Los valores oscilan entre 12,91 y 5,11 $mg\ O_2/l$, por ello es importante regular y controlar el oxígeno.

Por último, los valores medios de **conductividad** se sitúan en 61.821 $\mu S/cm$, óptimos para el cultivo.

3.2.2. Normativa

La gestión y producción de peces atiende a los requerimientos impuestos por las leyes vigentes en la Comunidad de Andalucía.

- Ley 3/2015, de 29 de diciembre, de medidas en materia de gestión integrada de calidad ambiental, de aguas, tributaria y de sanidad animal.
- Decreto 65/2012, de 13 de marzo, por el que se regulan las condiciones de sanidad y zootécnicas de los animales.

El diseño eléctrico atiende a los requerimientos de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente. RD 842/2002.

4. INGENIERIA DEL PROCESO

4.1. Fisiología de los peces planos

Los detalles del estudio sobre la fisiología de las peces planos, en concreto *Solea Senegalenis*, se recogen en el **Anejo II, Fisiología de los peces planos**. Para elaborar el estudio se ha obtenido la información del libro de *acuicultura marina, fundamentos biológicos y tecnología de la producción UB*.

4.1.1. Parámetros de cultivo.

Los parámetros óptimos de cultivo en *Solea Senegalensis* se resumen en la **Tabla 1**, A partir de estos datos se controlará el fotoperiodo y la temperatura, cruciales en la época de puesta.

Tabla 1 Periodo de puesta

Duración (días)	110
Temperatura (°C)	
Mínima	8
Óptima	10,5-11
Máxima	22
Fotoperiodo (Horas/Luz)	
Mínima	11
Óptima	11,5-12
Máxima	16

Por lo que se refiere a los valores de oxígeno, éstos no deben ser inferiores a **5 mg O₂/L**.

4.2. Plan y programa productivo

Epic Aqua Solea SA prevé una producción de 480 toneladas por año, esa producción se ha de ver respaldada por una producción de alevines acorde a ese volumen.

El volumen de producción, acorde a la demanda del promotor, se ha calculado a partir de datos medios en estudios realizados sobre reproducción de *Solea senegalensis*. Concretamente el estudio realizado por la junta nacional asesora de cultivos marinos en el estudio del *Desarrollo de los principales aspectos para el cultivo integral del lenguado*. Estos datos son recogidos y explicados en el **Anejo 3, plan productivo**.

Como resultado de los cálculos se han obtenido valores de producción de **150.000 ejemplares** por año a partir de dos periodos de puesta. . Un primer periodo comprendido entre febrero y mayo, y un segundo entre septiembre y octubre.

El volumen necesario de reproductores hembra es de **53,57 kg**. Se ha optado por una relación macho-hembra de **1:1**. Esto implica un total de **107 kg** de reproductores repartidos en los dos tanques.

4.3. Proceso productivo

4.3.1. Obtención de reproductores

Durante el primer año de producción se llegará a un acuerdo con la cofradía de pescadores de la bahía de Cádiz, para la obtención de reproductores sanos.

Se tendrán en cuenta las técnicas de pesca más respetuosas con el ejemplar, que son la **traíña** y el **trasmallo**. Se evitara ejemplares con lesiones y que no superen la talla mínima de 24 cm correspondiente a esta especie en el golfo de Cádiz.

4.3.2. Acondicionamiento

Los reproductores son recibidos y estabulados en tanques con una renovación de agua de mar continua a 18 °C, cubriéndolos con malla de sombreado, obteniendo una intensidad lumínica de 50 lux. Los dos primeros días se les aplica un tratamiento profiláctico, y posteriormente se inicia su alimentación “ad libitum”, con mejillón y calamar durante 5 días semanales.

4.3.3. Tratamientos de cuarentena

Al recibir los ejemplares se les realiza un baño de agua oxigenada antes de incorporarlos al tanque de reproductores. El tratamiento con agua oxigenada consiste en incorporar 0,2 mL H₂O₂/ L H₂O durante media hora, evitando la recirculación del agua o su batimiento. Una vez transcurrida la media hora se procede a batir el agua con aireadores para que se elimine el exceso de oxígeno.

Este tipo de tratamiento es efectivo contra parásitos y bacterias que puede traer consigo los animales que se incorporarán posteriormente a los tanques.

4.3.4. Mantenimiento de los reproductores

Los tanques de reproductores al estar casi siempre llenos, es importante hacer limpiezas periódicas, evitando en medida de lo posible, la proliferación de algas y fouling¹ en las paredes del tanque.

La temperatura y oxigenación del agua se mide constantemente con los sensores ubicados dentro de los tanques. La temperatura ha de estar situada sobre los 18-19 °C, y con una oxigenación de 5-6 mL O₂/L.

Se realizaran muestreos semanales del agua de los tanques, donde se analizaran los niveles de amonio y nitritos para comprobar el funcionamiento del sistema y del biofiltro, y así poder reaccionar según los resultados.

4.3.5. Inducción a la puesta

Para inducir la puesta se comienza a aumentar el fotoperiodo de forma gradual hasta alcanzar valores de 13 h de luz y 11 h de oscuridad, mientras que la temperatura se controla para inducir cambios cíclicos semanales desde 16 °C hasta 19 °C. En los meses de abril y mayo se comienzan los tratamientos hormonales que inducen a la maduración ovárica, con inyecciones intramusculares de LH-RH (hormona liberadora de la hormona luteinizante) a razón de 5 µg/kg por semana. Solo reciben tratamiento hormonal las hembras.

4.3.6. Puesta

Durante el periodo de puesta se controla y anota la maduración de los óvulos, para controlar la puesta y la dosis de hormonas a suministrar. Este control se puede llevar a cabo con el uso de ecógrafos o con la extracción de oocitos manual. Respecto a la puesta hay dos maneras distintas de proceder, una consiste en extraer los huevos a través de masajes abdominales, igual que en la extracción de esperma en machos. Otra

¹ Parásitos y contaminantes orgánicos que se adhieren a la superficie de barcos y superficies en contacto con el agua.

consiste en inyectar hormona FSH, como resultado se induce a la puesta en un periodo de 48 h aproximadamente.

Una vez extraído el esperma y los huevos se mezclan manualmente y son trasladados a los tanques de cultivo larvario.

4.3.7. Extracción de esperma y oocitos

Para la extracción de esperma, primero se anestesia el lenguado con bajas dosis de NS-222, posteriormente se efectúa un masaje abdominal estimulando los genitales con un masaje circular y empujando el esperma a través del conducto espermático, donde se recoge con una jeringuilla.

Ilustración 1. Extracción de esperma en lenguado macho



4.3.8. Alimentación

La alimentación de los lenguado reproductores se basa en una alimentación 'Ad libitum' a base de mejillón y anélidos. Esta alimentación también es combinada con pienso para lenguados reproductores. Se les fracciona la alimentación en dos tomas diarias, cinco días semanales. Tres veces a la semana se les alimenta con alimento fresco como mejillón y anélidos, y las otras dos con pienso como se muestra en la **tabla 2** de alimentación semanal.

Tabla 2. Plan de alimentación semanal.

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Pienso para Reproductores					
	Alimento Fresco a base de mejillón y anélidos					

5. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

Los datos básicos sobre el dimensionamiento del sistema se muestran en el **Anejo IV, Cálculo hidráulico y dimensionado de equipos**. En el dimensionado de los equipos se ha tenido en cuenta la producción objetivo marcada por el promotor.

En base a esa producción se ha determinado el volumen de reproductores necesarios, un total de **107 kg** repartidos en ambos tanques.

5.1. Cálculos hidráulicos y equipo de bombeo

En los cálculos hidráulicos se ha considerado el valor de recirculación necesaria en el sistema, equivalente a **30 m³/hora**. Este valor atiende a la necesidad de eliminación de nitrógeno generado en los tanques.

Para el sistema de canalización del agua se utilizan tuberías de **PVC-PN6-DN50** con un total de **60 m**.

En las pérdidas de carga se han tenido en cuenta los diversos elementos del sistema tal como se muestran en la **Tabla 1**.

Las necesidades de potencia hidráulica del sistema se suplirán con una bomba serie GNI a 50Hz de **acero inoxidable de 7 kW**, marca IDEAL o equivalente, con el punto de funcionamiento en los siguientes parámetros:

- Un caudal de 30 m³/h
- Una altura de 61,09 m.c.a.

5.2. Equipos

5.2.1. Tanques

El sistema consta de dos tanques de **15 m³**. Se ha considerado la capacidad de los tanques a partir del volumen de reproductores y la densidad de cultivo. Los detalles constructivos y diseño se muestran en el **Plano 9/9**.

Estos tanques están contruidos a partir de un armazón de acero y fibra de vidrio, proporcionando durabilidad. A más, la elección de estos materiales es dada a su capacidad como aislante térmico, aparte de evitar la alta corrosión causada por el agua salada.

5.2.2. Biofiltro

El biofiltro es un filtro biológico que se basa en el proceso de nitrificación. Transforma el amonio producido por los peces y restos de alimentos del agua del sistema. Este biofiltro tiene una capacidad de **0,8 m³**.

Las partículas usadas para la fijación de las bacterias dentro del biofiltro son de polietileno, con una superficie específica de 800m²/m³ y una eficiencia de eliminación de **400-1200 gNH₄/m³**.

El equipo dispone de una válvula de 6 vías que le permite realizar limpiezas por presión, eliminando restos y sedimentos que se pudieran ir acumulando. Incluye un manómetro al objeto de determinar las necesidades de lavado.

5.2.3. Bomba de calor

La temperatura de cultivo debe situarse sobre los 18 °C. Para alcanzar esta temperatura se utiliza una bomba de calor con una potencia de **5,5 kW**.

La potencia de la bomba de calor y las frigorías necesarias se han calculado teniendo en cuenta el momento más desfavorable, que representa **6,51 °C** de diferencia entre el agua exterior y la de cultivo.

Esta bomba de calor estará situada en la sala de máquinas, ya que la alta humedad y el salitre son agentes muy corrosivos para sus componentes, y reducen significativamente su vida útil.

5.2.4. Desinfección UV

Con el fin de evitar patógenos en el sistema, provenientes del agua exterior, se utilizan **lámparas UV de 8 W**. Estas lámparas inactivan bacterias, virus, mohos y esporas que perjudicarían la salud del cultivo.

5.2.5. Automatización y control

El módulo cuenta con unos elementos de control que gestionan el sistema según los parámetros de cultivo. El sistema dispondrá de un PLC de 8 entradas digitales y 4 salidas, dos sondas de oxígeno disuelto y dos sensores de temperatura.

Este PLC tal como se muestra en la **Figura 1**, actúa sobre la bomba, bomba de calor, iluminación y apertura de aireación, según los parámetros obtenidos.

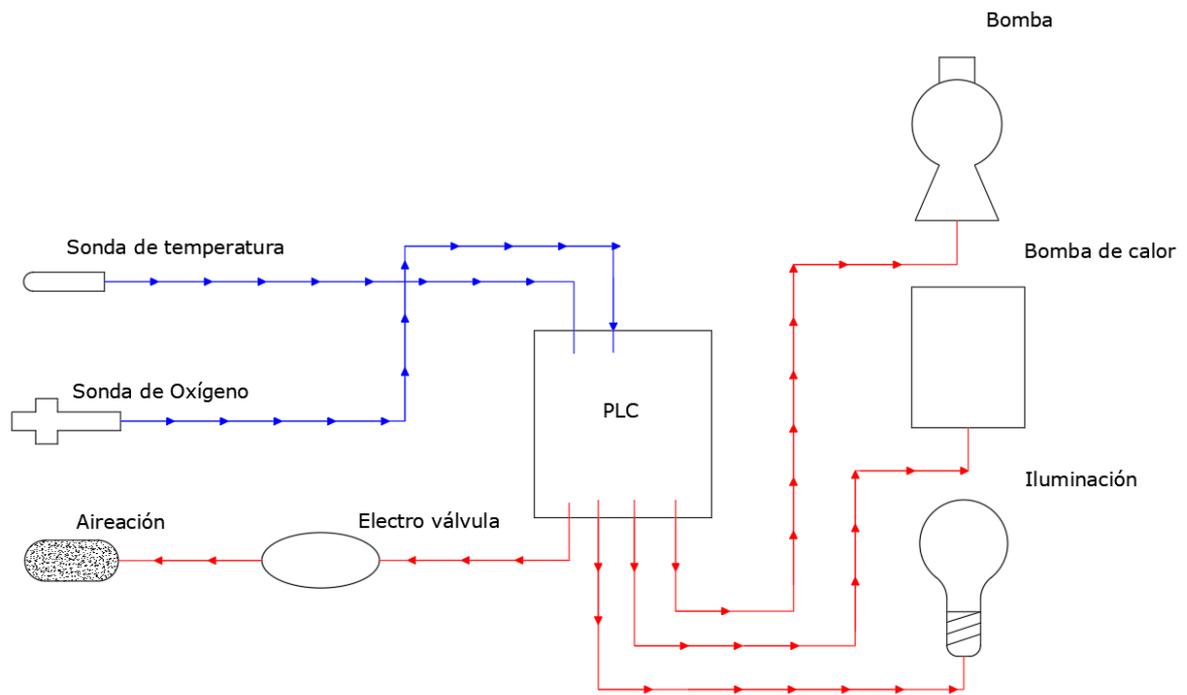


Figura 2. Esquema de conexión al PLC

5.2.6. Sistema de aireación

La instalación cuenta con una red de canalizado de aire a presión para airear los tanques de cultivo. Este aire es captado del exterior a través de unos compresores que distribuyen el aire por toda la instalación.

Se colocaran piedras aireadoras en los tanques de expansión y conectadas a la red de aire. El tubo de suministro de aire es controlado por una electroválvula conectada al sistema de control, el cual la abrirá en caso de que los niveles de oxígeno en el tanque sean inferiores a los establecidos.

6. INSTALACION ELECTRICA

Se han diseñado **8 líneas eléctricas** para atender la demanda de la bomba, el alumbrado, equipos de control y tratamiento del agua.

En el **Plano 7/9 y 8/9** se muestra el diseño de las diferentes líneas dónde se dimensionan las secciones del cableado, así como las correspondientes protecciones.

La potencia total instalada en la sala es de **14.562 W**.

Todas las líneas están protegidas contra sobre intensidades mediante interruptores magneto térmicos y contra contactos directos e indirectos con diferenciales. La instalación contará con toma de tierra con una resistencia menor a 20 Ohms.

La iluminación de la sala consta de **24 fluorescentes** IP55 con tubos de 54W cada uno. Además, se instalarán 3 lámparas de alumbrado de emergencia con una potencia de 8 W.

7. BIBLIOGRAFIA

- F.Castelló Orvay: Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción. Editorial Universitat de Barcelona, 1993.
- Metcalf & Eddy: Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Editorial Mc Grau Hill.
- Wheaton: Aquacultural engineering. Editorial Krieger.
- Degrémont: Manual Técnico del agua. Editorial Grafo.
- John E. Huguenin & John Colt: Design and operating guide for aquaculture seawater systems. Editorial Elsevier.
- Michael B. Timmons & Thomas M. Losordo: Aquaculture water reuse systems: Engineering design and management. Editorial Elsevier.
- Aquacultural Engineering Society Proceedings: Advances in Aquacultural Engineering, technical sesión at the fourth international symposium on tilapia in aquaculture, 1997.
- The second international Conference on: Recirculating Aquaculture, Virginia 1998.
- Timmons, Ebeling, Wheaton, Summerfelt, Vinci: Sistemas de recirculación para acuicultura. Edición en Español. Editorial Quebecor world Chile.

Páginas web:

- <https://metabase.itec.cat/vide/es/bedec> 15/10/2018 12:45
- http://epic-aqua.eu/epic-aqua_es/index_es.html 15/10/2018 13:10

8. PRESUPUESTOS

Presupuesto parcial de la instalación hidráulica			Importe (€)
Capítulo	I	Obra civil	9.675,10
Capítulo	II	Conducciones	459,05
			10.134,15
 Presupuesto parcial de la instalación eléctrica			
Capítulo	III	Valvulería y elementos de control	2.602,00
Capítulo	IV	Equipos	2.500,83
Capítulo	V	Equipos de bombeo	3.677,00
Capítulo	VI	Tanques	2.399,46
Capítulo	VII	Iluminación	196,95
Capítulo	VIII	Protecciones	1.818,22
Capítulo	IX	Caja de protección	376,00
Capítulo	X	Cableado	229,22
Capítulo	XI	Canalizaciones	374,88
			14.174,00
 Presupuesto de ejecución material (PEM)			24.308,62
Gastos generales (13%)			3.160,12
Beneficio industrial (6%)			1.458,52
 Suma total			28.927,26
 IVA (21%)			6.074,72
 Presupuesto de ejecución por contrato (PEC)			35.001,98

El presente presupuesto de ejecución por contrato es de TRENTA Y CINCO MIL UN EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS (**35.001,98 €**).

Castelldefels, Barcelona 26 de Septiembre de 2018.

Antonio Clerencia Abelanet

INDICE

1. OBJETO	3
2. CONDICIONANTES	3
2.1. Condicionantes ambientales	3
2.2. Parámetros físico-químicos del agua	3
2.2.1. pH	5
2.2.2. Oxígeno disuelto.....	6
2.2.3. Conductividad.....	7
2.2.4. Temperatura.....	8
2.3. Condicionantes del promotor	9
2.3.1. Instalaciones.....	9
3. NORMATIVA	9
3.1. Normativa sobre bienestar animal.....	9
3.2. Normativa sobre equipos de baja tensión	10

1. OBJETO

Este anejo tiene como objetivo analizar los condicionantes que afectan al diseño de la ingeniería del proyecto, proceso productivo e instalaciones.

En el anejo se analizan los parámetros del agua en la bahía de Cádiz así como los, condicionantes impuestos por el promotor y la normativa que afectará al proyecto.

2. CONDICIONANTES

2.1. Condicionantes ambientales

El sistema se sitúa dentro de la instalación, por lo que los factores climatológicos externos no afectan al funcionamiento del sistema. La temperatura ambiental dentro de la nave se sitúa sobre los 20 °C.

La iluminación es controlada para regular el fotoperiodo en la maduración ovárica de los reproductores, y así tener más controlado el proceso de reproducción.

El ambiente ha de ser lo más estéril posible a fin de prevenir contaminación por patógenos, se colocan pediluvios en la entrada y salida de la sala. Estos pediluvios contienen una solución de base acuosa e hipoclorito de sodio (*lejía*). También se recomienda el uso de desinfectante de manos a base de etanol y glicerina, así como el uso de equipos exclusivos para la sala.

2.2. Parámetros físico-químicos del agua

Los parámetros del agua y su calidad a la entrada del sistema son factores importantes a tener en cuenta. La temperatura, el oxígeno disuelto y el pH, así como la conductividad en relación al total de sólidos en suspensión y salinidad, son fundamentales para el correcto desarrollo de la producción.

El agua utilizada en el sistema es extraída directamente de la bahía de Cádiz, por ello su análisis periódico es muy importante. Los siguientes datos son proporcionados por la red de vigilancia y control de inmisión hídrica de Andalucía, durante el mes de agosto.

Cada apartado incluye una serie de figuras donde se representan los resultados del mes de agosto, reflejando los datos de pH, oxígeno disuelto, conductividad y temperatura, con un periodo de integración horaria.

En la **ilustración 1** se observa la localización de las cabinas de inmisión hídrica donde se recogen dichos valores.



Ilustración 1. Red de inmisión hídrica de la Junta de Andalucía

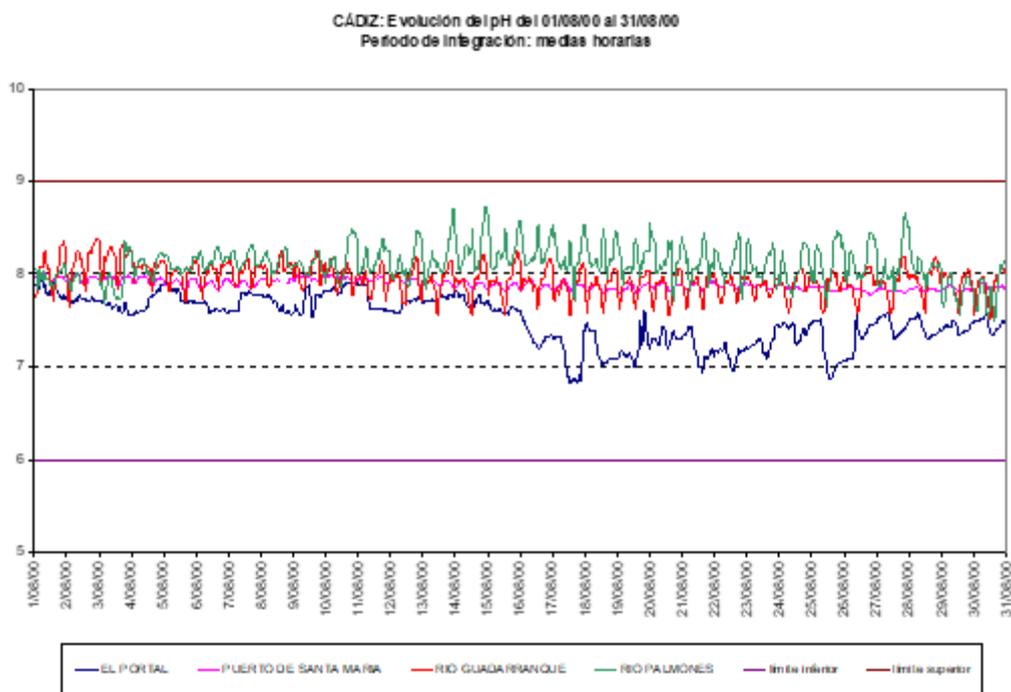
En el caso del pH los valores deben de situarse entre 6 y 9.

Para el caso del oxígeno disuelto, los límites de calidad exigible para aguas continentales, se fijan en valores entre 4 y 6 mg/L para aguas salmonícolas y ciprinícolas respectivamente.

Por último, se toma el valor 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (conductividad de agua de mar) como valor de referencia a la hora de representar gráficamente dicho parámetro.

2.2.1. pH

Como se muestra en la **gráfica 1**, los valores de pH evolucionan, en general, dentro de los límites establecidos.



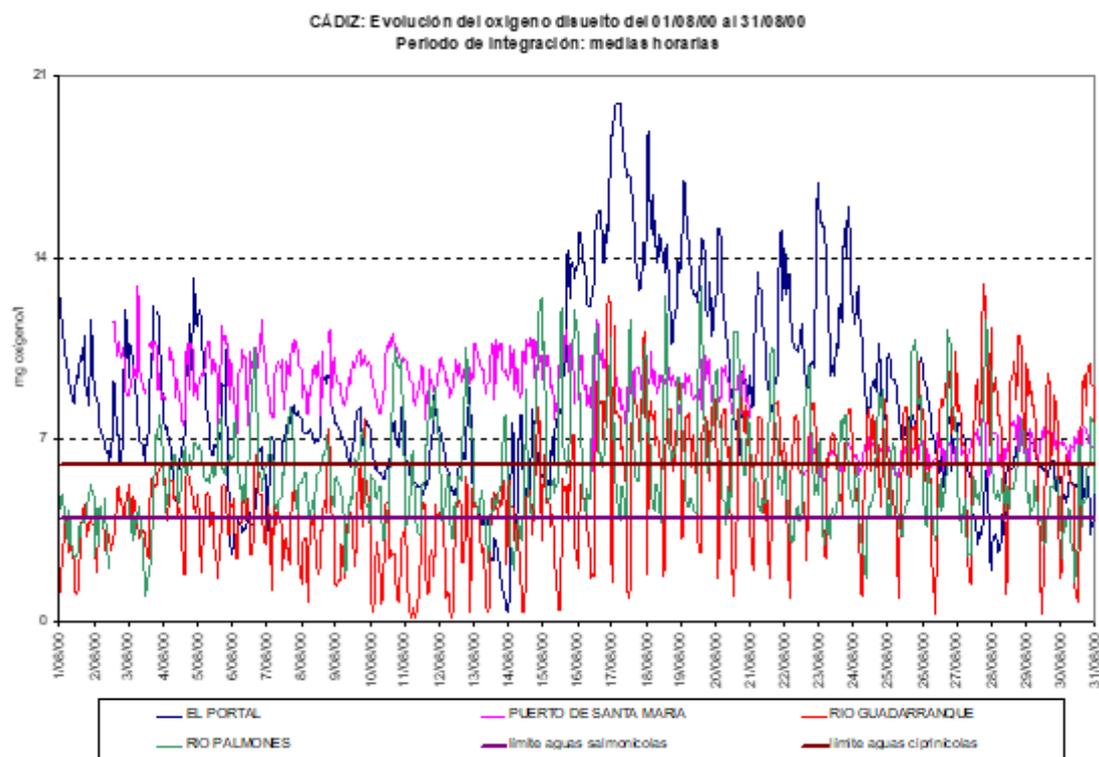
Gráfica 1. Valores del pH en la bahía de Cádiz.

Datos de pH						
Estación	Máximo	Mínimo	Medio	Nº datos	Nº datos fuera del rango	% datos fuera del rango
El Portal	7,95	6,83	7,50	744	0	0
Pto Santa María	8,02	7,79	7,89	740	0	0
Río Guadarranque	8,38	7,53	7,95	744	0	0
Río Palmones	8,71	7,51	8,10	731	0	0

Figura 1. Valores del pH en la bahía de Cádiz.

2.2.2. Oxígeno disuelto

Se observan importantes oscilaciones en los valores de todas las estaciones como se muestra en la **gráfica 2**, con valores especialmente altos en El Portal. Esto se debe a la proliferación de algas (*lentejas de agua*) que producen gran cantidad de oxígeno.



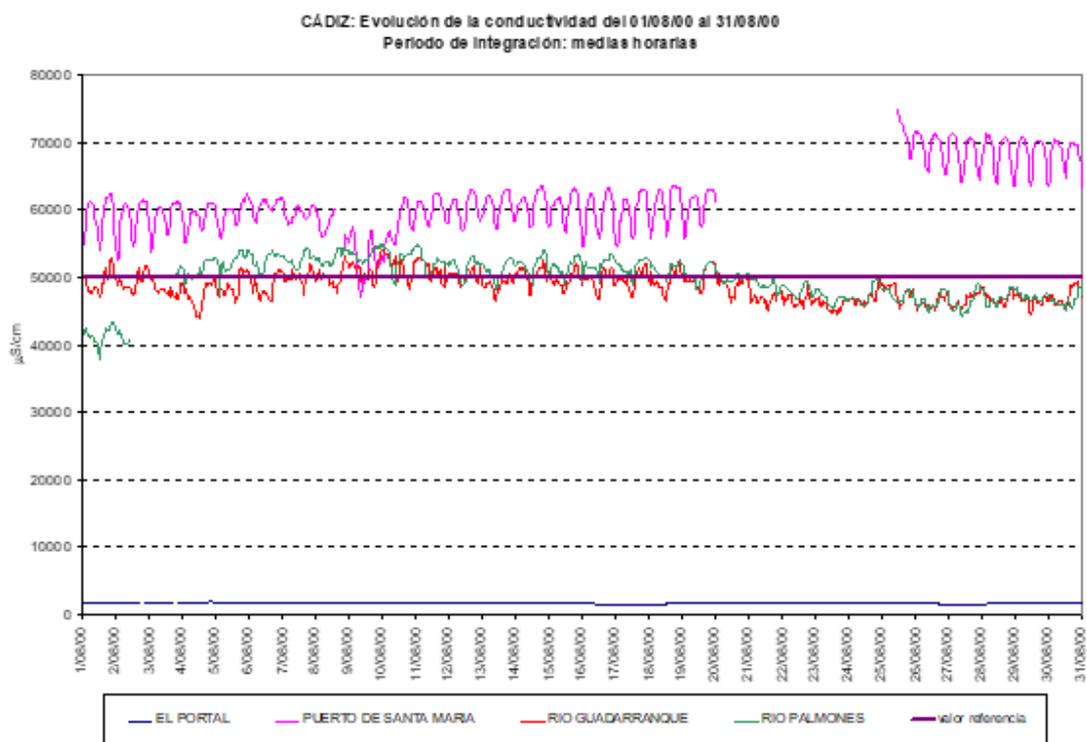
Gráfica 2. Valores de oxígeno disuelto en la bahía de Cádiz.

Datos de oxígeno disuelto, mg O ₂ /l								
Estación	Máximo	Mínimo	Medio	Nº datos	Nº datos <6 mg/l	% datos <6 mg/l	Nº datos <4 mg/l	% datos <4 mg/l
El Portal	19,98	0,40	8,43	742	206	27,8	62	8,6
Pto. Santa María	12,91	5,11	8,51	663	32	4,8	0	0
R. Guadarranque	13,00	0,11	5,09	744	493	66,3	263	35,3
R. Palmones	12,89	1,00	5,81	731	457	74,8	113	15,4

Figura 2. Valores de oxígeno disuelto en la bahía de Cádiz.

2.2.3. Conductividad

En la **gráfica 3** se observa la evolución en los valores de las cuatro estaciones durante el mes de agosto. La discontinuidad que se observa en las lecturas del puerto de Santa María obedece a operaciones de limpieza en el sensor.



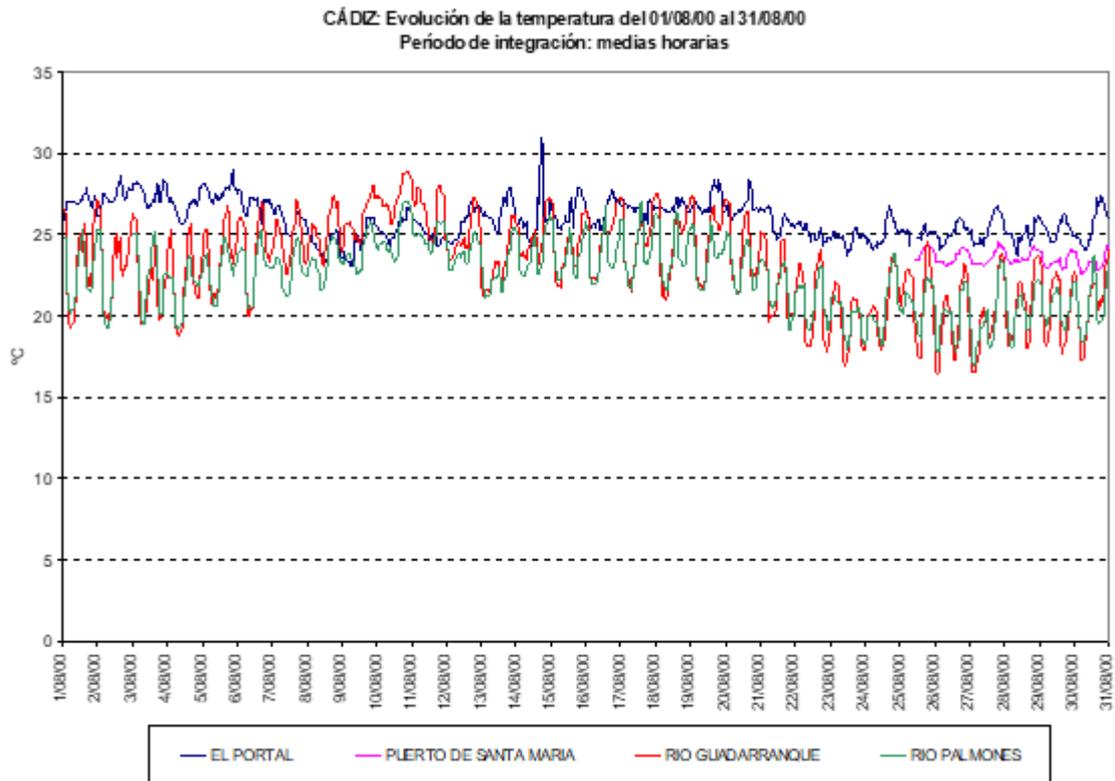
Gráfica 3. Valores de conductividad en la bahía de Cádiz.

Conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$				
Estación	Máximo	Mínimo	Medio	Nº datos
El Portal	1.944	1.530	1.682	740
Puerto de Santa María	74.969	47.060	61.821	611
Río Guadarranque	54.097	43.960	48.697	744
Río Palmones	55.080	37.781	49.627	710

Figura 3. Valores de conductividad en la bahía de Cádiz.

2.2.4. Temperatura

En la **gráfica 4** se muestran los datos sobre temperatura.



Gráfica 4. Valores de la temperatura en la bahía de Cádiz.

Datos de temperatura, °C				
Estación	Máximo	Mínimo	Medio	Nº datos
El Portal	30,92	23,04	25,95	741
Puerto de Santa María	24,51	22,53	23,47	158
Río Guadarranque	28,90	16,43	23,07	744
Río Palmones	27,03	17,03	22,36	731

Figura 4. Valores de la temperatura en la bahía de Cádiz.

2.3. Condicionantes del promotor

El promotor solicita un proyecto acorde a la producción marcada de 480 t/año a más de realizar las instalaciones en el interior de una nave existe de forma y dimensiones indicadas en el **Plano 2/9**.

El proyecto RAS tendrá que estar situado en la sala de reproductores, contigua a la sala de máquinas donde se sitúan los equipos de refrigeración.

2.3.1. Instalaciones

La sala de reproductores donde está ubicado el proyecto tiene unas dimensiones de 10 m x 40 m, con una altura de 4 m.

La sala dispone de sistema de canalizado de aguas en el suelo, así como tomas de agua salada y agua dulce provenientes de depósitos donde se ha realizado un filtrado previo. El agua de estos depósitos es proveniente de la bahía de Cádiz.

La instalación está provista de una laguna donde se recoge el agua residual de los tanques, donde se realiza un tratamiento para posteriormente ser devuelta a la bahía.

3. NORMATIVA

3.1. Normativa sobre bienestar animal

La gestión y producción de peces atiende a los requerimientos impuestos por las siguientes leyes vigentes en la comunidad de Andalucía:

- Ley 3/2015, de 29 de diciembre, de medidas en materia de gestión integrada de calidad ambiental, de aguas, tributaria y de sanidad animal.
- Decreto 65/2012, de 13 de marzo, por el que se regulan las condiciones de sanidad y zootécnicas de los animales.

3.2. Normativa sobre equipos de baja tensión

El diseño eléctrico atiende a los requerimientos de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión vigente. RD 842/2002.

INDICE

1. OBJETO	3
2. BIOLOGIA DESCRIPTIVA.....	3
2.1. Morfología.....	3
3. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION.....	4
3.1. Reproducción	4
3.2. Captura y mantenimiento de reproductores	5
3.3. Puesta.....	6

1. OBJETO

Este anejo tiene como objetivo mostrar y analizar los rasgos principales de la fisiología de *sp. Solea Senegalensis*, con el fin de mejorar y ajustar el diseño del sistema acorde a las necesidades de la especie.

La información sobre este anejo ha sido extraída del libro de acuicultura marina, *fundamentos biológicos y tecnología de la producción*.

2. BIOLOGIA DESCRIPTIVA

El lenguado senegalés se encuentra entre los denominados “peces planos”, es una especie que en estado adulto es *bentónica*². Viven apoyados sobre el fondo marino y su cuerpo se vuelve asimétrico.

Especie que pertenece a la Familia de los Soleidos (Orden Pleuronectiformes), distribuida por el Atlántico Este, desde las costas de Escandinavia hasta las del Senegal. También se le encuentra en todas las costas mediterráneas, excepto en las de Túnez y Egipto.

2.1. Morfología

El lenguado senegalés es un pez plano, de cuerpo ovalado y asimétrico. La membrana interradaial de la aleta pectoral del lado ocular es de color negro, este carácter lo diferencia del lenguado común (*Solea solea*) en el que dicha aleta presenta una mancha negra compacta en su mitad posterior.

La boca es pequeña de forma semicircular que alcanza el borde inferior del ojo derecho, hocico redondeado. Aletas dorsal y anal de base muy amplia. Aleta caudal unida por una membrana basal a la aleta anal. Línea lateral recta formando un pequeño arco en la zona supratemporal.

Abundante mucosidad corporal. La cara ocular presenta varias tonalidades de pigmentación de marrón muy claro a más oscuro, pudiendo presentar pequeñas manchas de diferente tonalidad distribuidas por todo el cuerpo.

Son animales de hábitos básicamente nocturnos, predadores bentónicos (principalmente Anélidos y Moluscos), viviendo enterrados en la arena durante el día.

Se adaptan perfectamente a los cambios de salinidad (dentro de un rango de 3 a 50 ppm) y temperatura (2 °C hasta 30 °C) y su ritmo de crecimiento es regular, con unos 300 g y 30 cm al tercer año, con una talla máxima de 60 cm y unos 800 g. de peso.

3. FISILOGIA DE LA REPRODUCCION

Es un animal de sexos separados sin caracteres sexuales externos diferenciales, madurando por primera vez entre el tercer y cuarto año de vida (25-30 cm de longitud). El índice de fecundidad de la hembra, en la naturaleza, alcanza el millón de oocitos por kg.

La maduración sexual es invernal (enero-febrero) alargándose en nuestras costas, hasta el mes de junio. Los huevos miden entre 0,9 y 1,5 mm, son pelágicos³ y la temperatura del agua del mar, durante la puesta, puede oscilar entre los 6 °C y los 13 °C.

La Larva pelágica y simétrica, durante los dos primeros meses, mide en el momento de la eclosión entre 2,5 y 3,5 mm. Las larvas son arrastradas por las corrientes hacia la costa, realizan la metamorfosis (se vuelven disimétricas) y descienden hasta el fondo, con un tamaño de 5-10 mm, y un peso de 8-9 mg.

3.1. Reproducción

El lenguado presenta un ciclo reproductor muy definido, el cual se caracteriza por el desarrollo máximo de las gónadas en una determinada época del año, invierno-primavera. Esta especie presenta un desarrollo ovárico de tipo asíncrono, es decir, las gónadas poseen oocitos en distintos estados de crecimiento, y por tanto, se emiten los productos germinales en sucesivas puestas, de manera que existen ciclos ovulatorios cada 2-4 días.

Esta especie no presenta un dimorfismo sexual muy definido, ya que están desprovistos de caracteres sexuales secundarios. Pudiéndose observar la diferenciación de sexos tan solo durante la época de puesta cuando tiene lugar el desarrollo de las gónadas. Por lo general, existe un crecimiento desigual entre los sexos de forma que las hembras son más grandes que los machos.

Los machos desarrollan la primera espermiación a los 2-3 años y las hembras la primera ovoposición a los 3-4 años.



Ilustración 1. Detalle de lenguado macho.



Ilustración 2. Detalle de lenguado hembra con las gónadas desarrolladas.

3.2. Captura y mantenimiento de reproductores

El desarrollo del cultivo en cautividad de esta especie se inicia con la adquisición y constitución de un stock de genitores (machos y hembras) a partir de capturas realizadas en el medio natural mediante diferentes artes de pesca, siendo los más idóneos para estas especies la traña y el trasmallo.

La desinfección (antiparasitarios, antibióticos, etc.) y el cuidado intensivo en los tanques de mantenimiento durante un cierto periodo de tiempo, entre 15 y 30 días, es vital para conseguir genitores en buenas condiciones vitales.



Figura 3. Detalle de lenguados reproductores en cuarentena, alimentándose con mejillón.

El mantenimiento de los reproductores tiene lugar en tanques poco profundos con volúmenes y cargas que van de los 20 a 40 m³ y 1.2-2 kg/m³. La colocación de una ligera capa de arena en los tanques ayuda a una mejor aclimatación de los genitores a las condiciones de cautividad. Esta tiene una duración mínima de 2 a 3 años.

3.3. Puesta

La metodología de obtención masiva de huevos se realiza mediante masaje abdominal de ambos sexos y fecundación artificial. Por lo tanto, es importante conocer el desarrollo ovárico con exactitud, pues la presencia de oocitos maduros, durante un periodo superior a 24 horas en el ovario produce un decrecimiento significativo de la viabilidad de los mismos. Sin embargo, en algunos países suelen recolectar los huevos a partir de frezas naturales.

Fecundidad relativa (nº huevos*kg/año)	
Puestas naturales	20000- 120000
Puestas artificiales	20000- 50000
tasa de viabilidad (% medias anuales)	
Fecundaciones naturales	2-95
Fecundaciones artificiales	11-29
tamaño de los huevos	1-1,6

Tabla 1. Datos comparativos entre puesta artificial y natural

En el lenguado, la recolección de huevos tiene lugar en los tanques de puesta a partir de fecundaciones naturales. Sin embargo se han realizado experiencias de fecundación artificial pero con resultados negativos y mediocres debido a que los testículos de los machos son muy pequeños e impiden la obtención masiva de esperma.

El ciclo reproductor puede ser estimulado por el uso de hormonas, aunque es una pauta normal en otros teleósteos marinos, en éstas ha sido poco estudiado y sólo se han realizado algunas experiencias marginales. El desfase del período de puesta puede llevarse a cabo modificando el fotoperiodo y la temperatura que controlan la gametogénesis, a través de los mecanismos hormonales y nerviosos aún no muy bien conocidos. En lenguado se ha conseguido que el período de puesta se extienda a los meses de verano, utilizando para ello fotoperiodos estacionales comprimidos de 6,9 o 10 meses, llegándose a obtener frezas viables. También se ha podido acelerar la primera madurez sexual a los 18 meses en las hembras y a los 12 meses en los machos. Por otro lado, la temperatura puede influir tanto sobre la puesta como sobre el desarrollo gonadal; temperaturas inferiores a 8 °C y superiores a 16 °C pueden producir frezas de mala calidad.

Periodo de puesta

Duración (días)	110
Temperatura (°C)	
Mínima	8
Óptima	10,5-11
Máxima	22
Fotoperiodo (Horas/Luz)	
Mínima	11
Óptima	11,5-12
Máxima	16

Tabla 2. Resumen de valores óptimos para la puesta.

INDICE

1. OBJETO	3
2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	3
3. PROCESO PRODUCTIVO	4
3.1. Obtención de reproductores	4
3.2. Acondicionamiento	4
3.2.1. Tratamientos de cuarentena	5
3.3. Mantenimiento.....	5
3.4. Inducción a la Puesta	5
3.5. Puesta	6
3.5.1. Extracción de esperma y oocitos	6
3.6. Alimentación	7
3.7. Flujo de Proceso.....	7

1. OBJETO

Este anejo tiene como objeto la planificación y estructuración del proceso productivo, desde la obtención hasta el manejo de los reproductores.

2. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Epic Aqua Solea SA prevé una producción de 480 toneladas por año, esa producción se ha de ver respaldada por una producción de alevines acorde a ese volumen.

Para determinar el número de reproductores en función de la producción se han realizado los siguientes cálculos teniendo en cuenta diferentes parámetros de la reproducción de peces planos expresados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Parámetros de reproducción en *Solea Senegalensis*

Parámetro	Rango	Valor	Unidad
Fecundidad relativa	20000-120000	70000	nº huevos*kg/año
Tasa de viabilidad	2-95	40	%
Talla comercial	300-350	320	g*pez
Relación macho - hembra	1:1 - 2:1	1:1	
Profundidad tanques	0,7-1,7	1	m
Carga de biomasa	2-5	4	kg/m3

Con las siguientes formulas se ha calculado el número necesario de alevines para llegar a dicha producción anual, teniendo en cuenta la supervivencia de dichos huevos. Obteniendo así el volumen de lenguados reproductores necesarios.

$$\frac{n^{\circ} \text{ alevines}}{\text{año}} = \frac{\text{Producción esperada}}{\text{Talla comercial}} = \frac{480000\text{kg}}{0.32\text{kg/pez}} = 15000$$

$$\text{fecundidad relativa} * \text{tasa de viabilidad} = 70000 * 0.4$$

$$= 28000 \frac{n^{\circ} \text{ huevos viables}}{\text{kg de reproductor} * \text{año}}$$

Este valor multiplicando por 2 por la relación macho-hembra, una hembra por cada macho.

$$kg \text{ reproductores} = \frac{150000}{28000} = 53,57 \text{ kg hembra} * 2 = 107,14kg$$

Se obtiene un total de **107,14 kg** en reproductores para que estos lleguen a producir los alevines necesarios para cubrir dicha producción.

3. PROCESO PRODUCTIVO

3.1. Obtención de reproductores

La obtención de reproductores vivos se acuerda con la cofradía de pescadores de la bahía de Cádiz, con los que se llega a un acuerdo para que proporcionen los lenguados en buen estado. Las principales técnicas de pesca que son menos perjudiciales para el pez son la traña y el trasmallo. Estos ejemplares serán transportados en tanques con agua de la bahía y manteniendo la temperatura y oxigenación. Variaciones superiores a +2 °C/hora podrían llegar a ser letales para el pez.

La época de pesca del lenguado se da principalmente en primavera, con lo cual su estabulación en los tanques se dará por esas fechas.

3.2. Acondicionamiento

Los reproductores son recibidos y estabulados en tanques con una renovación de agua de mar continua a 18 °C, cubriéndolos con malla de sombreado, obteniendo una intensidad lumínica de 50 lux. Los dos primeros días se les aplica un tratamiento profiláctico, y posteriormente se inicia su alimentación “*ad libitum*”, con mejillón y calamar durante 5 días semanales.

Los animales son marcados con microchip para su posterior seguimiento y se estima la relación hembra – macho en cada tanque, del orden de 1:1.

3.2.1. Tratamientos de cuarentena

Al recibir los ejemplares se les realiza un baño de agua oxigenada antes de incorporarlos al tanque de reproductores. El tratamiento con agua oxigenada consiste en incorporar 0,2 ml H_2O_2 / L H_2O durante media hora, evitando la recirculación del agua o su batimiento. Una vez transcurrida la media hora se procede a batir el agua con aireadores para que se elimine el exceso de oxígeno.

Este tipo de tratamiento es efectivo contra parásitos y bacterias que puede traer consigo los animales que se incorporaran posteriormente a los tanques.

3.3. Mantenimiento

Los tanques de reproductores al estar casi siempre llenos, es importante hacer limpiezas periódicas, evitando en medida de lo posible, la proliferación de algas y fouling¹ en las paredes del tanque.

La temperatura y oxigenación del agua se mide constantemente con los sensores ubicados dentro de los tanques. La temperatura ha de estar situada sobre los 18-19 °C, y con una oxigenación de 5-6 ml O_2 /L.

Se realizaran muestreos semanales del agua de los tanques, donde se analizaran los niveles de amonio y nitritos para comprobar el funcionamiento del sistema y del biofiltro, y así poder reaccionar según los resultados.

3.4. Inducción a la Puesta

Para inducir la puesta se comienza a aumentar el fotoperiodo de forma gradual hasta alcanzar valores de 13h de luz y 11h de oscuridad, mientras que la temperatura se controla para inducir cambios cíclicos semanales desde 16°C hasta 19°C. En los meses de abril y mayo se comienzan los tratamientos hormonales que inducen a la

¹ Parásitos y contaminantes orgánicos que se adhieren a la superficie de barcos y superficies en contacto con el agua.

maduración ovárica, con inyecciones intramusculares de LH-RH (hormona liberadora de la hormona luteinizante) a razón de 5 µg/kg por semana. Solo reciben tratamiento hormonal las hembras.

3.5. Puesta

Durante el periodo de puesta se controla y anota la maduración de los óvulos, para controlar la puesta y la dosis de hormonas a suministrar. Este control se puede llevar a cabo con el uso de ecógrafos o con la extracción de oocitos manual. Respecto a la puesta hay dos maneras distintas de proceder, una consiste en extraer los huevos a través de masajes abdominales, igual que en la extracción de esperma en machos. Otra consiste en inyectar hormona FSH, como resultado se induce a la puesta en un periodo de 48h aproximadamente.

Una vez extraído el esperma y los huevos se mezclan manualmente y son trasladados a los tanques de cultivo larvario.

3.5.1. Extracción de esperma y oocitos

Para la extracción de esperma, primero se anestesia el lenguado con bajas dosis de NS-222, posteriormente se efectúa un masaje abdominal estimulando los genitales con un masaje circular y empujando el esperma a través del conducto espermático, donde se recoge con una jeringuilla.



Ilustración 1. Extracción de esperma en lenguado macho.

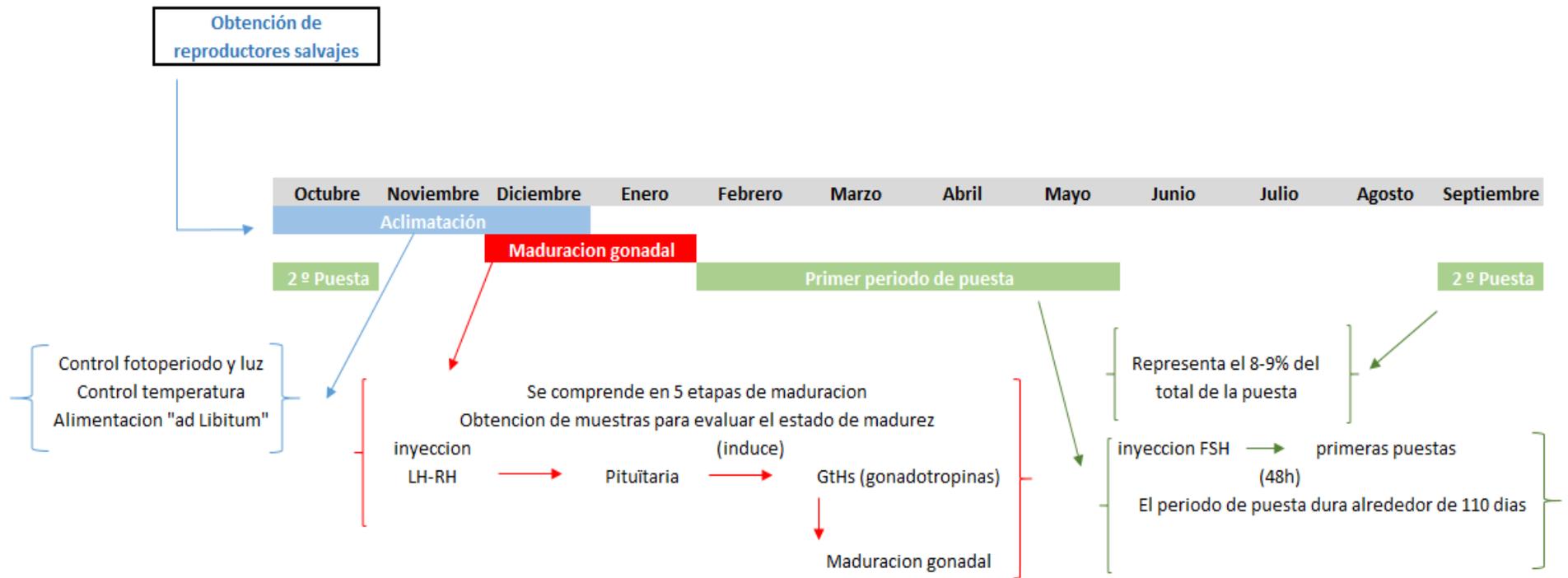
En el caso de los oocitos, se extraen mediante una cánula introducida a través del conducto uterino.

3.6. Alimentación

La alimentación de los lenguado reproductores se basa en una alimentación 'Ad libitum' a base de mejillón y anélidos. Esta alimentación también se combina con pienso para lenguados reproductores. Se les fracciona la alimentación en dos tomas diarias, cinco días semanales, tres veces a la semana se les alimenta con alimento fresco como mejillón y anélidos, y las otras dos con pienso.

3.7. Flujo de Proceso

Con el fin de esclarecer un poco más este complejo proceso se ha elaborado un diagrama de flujo donde quedan explicados los procesos cronológicamente.



Anejo IV. Cálculo hidráulico y dimensionado de equipos

INDICE

1. OBJETO	3
2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL.....	3
2.1. Caudal de renovación necesario por demanda de oxígeno.	6
2.2. Caudal de recirculación necesario para la eliminación del nitrógeno.	7
3. EQUIPOS DEL SISTEMA.....	7
3.1. Tanques	7
3.2. Biofiltro percolador.....	9
3.3. Equipo de bombeo.....	11
3.3.1 Cálculos Hidráulicos	11
3.3.2 Caracterización de la Bomba.....	15
3.4. Bomba de calor	16
3.5. Manómetros.....	17
3.6. Filtración.....	17
3.6.1. Filtro de arena	18
3.6.2. Dimensionamiento del filtro.....	18
3.6.3. Filtro de malla	19
3.7. Desinfección por UV	19
3.8. Elementos de control.....	20
3.8.1. PLC	20
3.8.2. Sonda de oxígeno disuelto	22
3.8.3. Sonda de temperatura	22

1. OBJETO

Este anejo tiene como objetivo realizar los cálculos para dimensionar los equipos necesarios en la producción de 150.000 alevines de lenguado por año.

El procedimiento y las formulas empleadas han sido extraídas del libro “*Timmons, Ebeling, Wheaton, Summerfelt, Vinci: Sistemas de recirculación para acuicultura. Edición en Español. Editorial Quebecor world Chile.*”

2. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL

La renovación de agua en el sistema es importante debido a que no hay una eliminación completa de los residuos generados, y estos se acumularían hasta llegar a valores limitantes para el cultivo. Existen dos valores que determinan el caudal para la renovación de agua, estos son el oxígeno y el nitrógeno amoniacal. El valor más limitante es el escogido para determinar el caudal.

Para considerar los residuos generados por los peces se ha utilizado el principio de balance de masas. Este principio se basa en la suma de todas las masas de entrada y de salida. Por lo cual, toda cantidad de alimento que suministremos a los peces dentro del sistema será equivalente a la cantidad de residuos generados. En la **Ilustración 1** se muestran los inputs y outputs generados en el sistema.

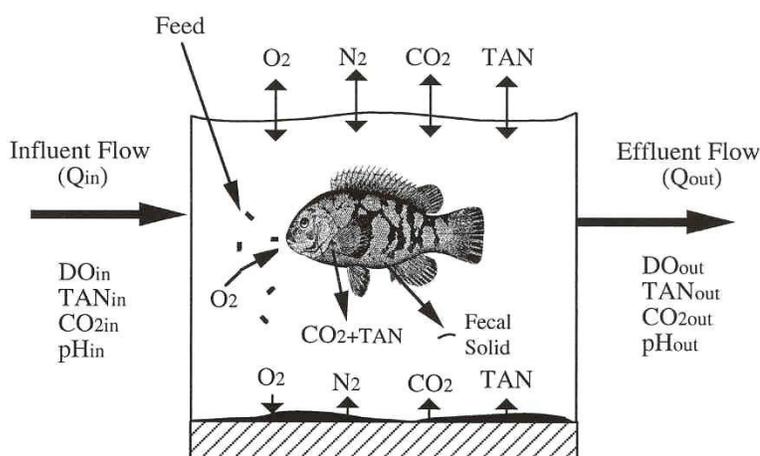


Ilustración 1. Principios básicos de la recirculación en acuicultura

En condiciones estables e idóneas la acumulación de residuos del sistema es igual a 0, ya que el sistema tiene que ser capaz de eliminar el 100% de los residuos.

$$0 = \text{Entradas} - \text{Salidas} + \text{Producción} - \text{Consumo}$$

Pero esta condición ideal no se cumple del todo, porque el sistema no es capaz de eliminar todo el nitrógeno amoniacal generado, ni todos los nitritos son transformados a nitrato, menos toxico para los peces. Por esa razón debe calcularse la renovación que tendrá el sistema. La **Ilustración 2** muestra el balance de TAN¹ en un sistema de recirculación.

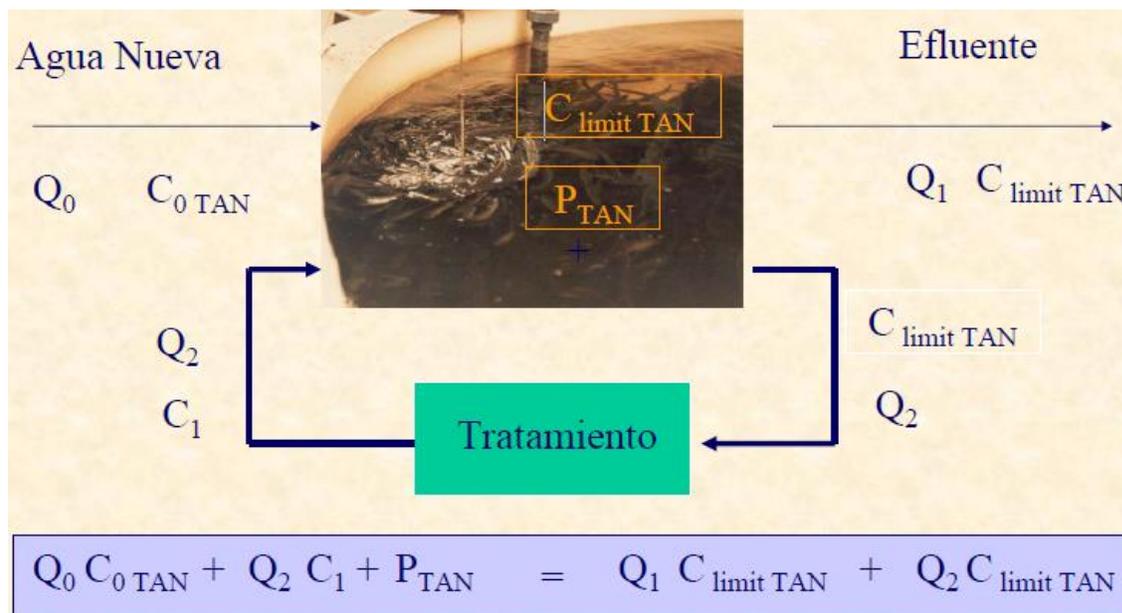


Ilustración 2. Balance del TAN en un sistema de recirculación.

$$Q_0 * C_{0 \text{ TAN}} + Q_2 * C_1 + P_{\text{TAN}} = Q_1 * C_{\text{LIMIT TAN}} + Q_2 * C_{\text{LIMIT TAN}}$$

¹ TAN: nitrógeno amoniacal total, medida en la que se contempla la cantidad de nitrógeno del sistema en sus diferentes estados. Amonio, nitratos y nitritos.

Donde:

- Q_0, Q_1 y Q_2 son el caudal de entrada, el de salida y el tratado respectivamente.
- C_0 y C_1 es la concentración de nitrógeno en ppm.
- TAN el nitrógeno amoniacal total.
- $C_1 - C_{limit\ TAN}$ = eficiencia del tratamiento por el biofiltro.

La producción de TAN en el sistema se ha calculado mediante la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 P_{TAN} &= \% \text{ de proteína en el pienso} * \text{tasa de asimilación del nitrógeno} \\
 &\quad * \text{tasa de alimentación} = \\
 &= \left(0.52 \frac{\text{kg proteína}}{\text{kg pienso}}\right) * \left(0.092 \frac{\text{kg TAN}}{\text{kg proteína}}\right) * \frac{(1 \text{ kg pienso})}{(1 \text{ día})} = 0.0478 \text{ kg } \frac{\text{TAN}}{\text{día}}
 \end{aligned}$$

Producción de TAN en el sistema = 0.0478 kg TAN/día

Donde los valores utilizados para el cálculo:

- kg pienso/día = $100 \text{ kg lenguado} * 0,01 \text{ tasa de alimentación diaria} = 1 \text{ kg}$.
- kg proteína/kg pienso = $1 \text{ kg pienso} * 0,52 \% \text{ de proteína bruta} = 0,52 \text{ kg}$.
- 0,092 kg TAN/kg proteína proviene de= $0,16 * 0,8 * 0,8 * 0,9$;
 - 16% de N en la proteína del pienso.
 - 80% del Nitrógeno es asimilado.
 - 80% del Nitrógeno asimilado es excretado.
 - 90% del Nitrógeno es excretado como TAN y el 10% restante como urea.

2.1. Caudal de renovación necesario por demanda de oxígeno.

El requerimiento de Oxígeno disuelto (P_{O_2}) es considerado como el sumatorio del consumo de oxígeno total, siendo:

$P_{O_2 Total} = \sum DBO^2$ (bacterias heterotróficas) + respiración de los peces + consumo de bacterias nitrificantes.

Donde:

- P_{O_2} Respiración de los peces = $2.85 * Peso^{-0.247} (g) * T^{1.25} (C^2)$
- P_{O_2} Bacterias heterótrofas (DBO) = [0,13 – 0,5] kg/ kg pienso.
- P_{O_2} Bacterias Nitrificantes $4,57 * TAN$ (en kg/kg pienso)

$P_{O_2} = 0,25$ (kg O_2 / kg Alimento (Westers 1979)) * 0,01 (kg pienso/kg pescado*día) * 4 (kg pescado/ m^3) * 30 (m^3) = 0,3 kg O_2 / día.

Donde:

- Tasa de alimentación diaria = 0,01 (kg pienso/kg pescado*día).
- Carga de biomasa (kg de reproductores por m^3) = 4 (kg pescado/ m^3).
- Volumen de los tanques = 30 m^3 .

Considerando una concentración límite de oxígeno en el tanque de 4 mg O_2 /l y teniendo en cuenta una concentración de entrada de O_2 disuelto de 8.51 mg O_2 /l (dato extraído del **anejo I**, análisis del agua en la bahía de Cádiz). Se calcula el caudal de renovación para el factor limitante de oxígeno disuelto según la fórmula:

² DBO: demanda biológica de oxígeno, es el oxígeno consumido por las bacterias heterotróficas al transformar el nitrógeno amoniacal.

$$Q_{o_2} = \frac{P_{o_2}}{\text{Concentración } O_2 \text{ entrada} - \text{Concentración límite } O_2 \text{ en el tanque}}$$

$$Q_{o_2} = \frac{0,25}{8,51 - 4} * \frac{10^6 \text{mg}}{1 \text{kg}} * \frac{1 \text{dia}}{1440 \text{min}} = 38,49 \text{ l/min}$$

Como resultado obtenemos un caudal de **2,31 m³/h**

2.2. Caudal de recirculación necesario para la eliminación del nitrógeno.

El limite letal en concentración de TAN se sitúa sobre 1,5 ppm. Puesto que la producción diaria de TAN es de 1.59 ppm la renovación y tratamiento del agua ha de ser continua durante todo el día. Valores óptimos de renovación para tratar el TAN y eliminar los sólidos en suspensión se sitúan sobre 1 renovación por hora.

$$Q = 1 \text{ renovación/h} * \text{volumen de tanques } 30 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dado que la eliminación del nitrógeno es el factor limitante y se obtiene un caudal necesario mayor, el caudal que se utilizara en el sistema es de **30 m³/h**.

3. EQUIPOS DEL SISTEMA

3.1. Tanques

Para determinar la capacidad de los tanques se ha tenido en cuenta la carga de biomasa y el volumen de reproductores necesarios, previamente calculados en el **anejo III**.

$$\text{Volumen necesario} = \frac{107,14 \text{kg}}{4 \text{ kg/m}^3} = 26,76 \text{ m}^3$$

Donde:

- Volumen necesario de reproductores: 107,14 kg
- Carga de biomasa por m^3 : $4 \frac{kg}{m^3}$

Finalmente, teniendo en cuenta el volumen necesario se ha optado por dos tanques de 15 m^3 cada uno, obtenido un volumen **de 30 m^3** .

Para la construcción de los tanques se ha partido de un armazón de acero, los perfiles que lo conforman tienen una dimensión de 60 mm x 40 mm tal como se muestra en el **Plano 8**. Para el revestimiento se ha utilizado fibra de vidrio de clase S-2, las características de este material se muestran en la **tabla 1**.

Tabla 1. Características mecánicas de la fibra de vidrio clase S-2.

Tipo de fibra	Tensión de rotura (MPa)	Esfuerzo de compresión (MPa)	Densidad (g/cm³)	Dilatación térmica ($\mu\text{m}/\text{m}^\circ\text{C}$)
Vidrio clase S-2	4890	1600	2,46	2,9

Las fibras de vidrio son buenos aislantes térmicos debido a su alto índice de área superficial en relación al peso. Los bloques de fibra de vidrio atrapan aire entre ellos, haciendo que la fibra de vidrio sea un buen aislante térmico, con una conductividad térmica del orden de **0,05 W/ (m*K)**.

En relación a la resina para la fibra de vidrio se ha escogido resina epoxi mezclada con un catalizador. La razón de utilizar este tipo de resina es tanto para proteger de la corrosión como para mejorar la adherencia de posteriores capas de pintura.

3.2. Biofiltro percolador.

El biofiltro es un filtro biológico que se basa en el proceso de nitrificación. La nitrificación es la oxidación biológica de amonio con oxígeno para dar nitrito, seguido por la oxidación de estos nitritos a nitratos.

El interior del biofiltro contiene pequeños trozos de polietileno como los que se muestran en la **ilustración 3**.



Ilustración 3. Detalle de las partículas contenidas en el biofiltro.

En la elección de estas partículas se ha tenido en cuenta las características que se muestran en la **Tabla 2** y mediante las siguientes fórmulas del proceso de nitrificación por parte de la comunidad bacteriana adherida a estas.

- Nitritación : $NH_3 + O_2 \rightarrow NO_2^- + 3H^+ + 2e^-$
- Nitratación: $NO_2^- + H_2O \rightarrow NO_3^- + 2H^+ + 2e^-$

Tabla 2. Especificaciones de las partículas del biofiltro.

Modelo	Tamaño (mm)	Densidad (kg/m³)	Superficie específica (m²/m³)	Eficiencia (gNH₄/m³)	Durabilidad (años)	Numero bacterias por m³
PE01	Φ 12x9	120	>200	400-1200	≈10	>660.000

El dimensionamiento del biofiltro se determina a partir del tipo y la superficie específica de las partículas contenidas dentro. Se utilizarán trozos de polietileno con una superficie específica de $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

La eliminación del NH₃ se evalúa mediante la tasa de eliminación de TAN en torres percoladoras:

$$TEP_{TP} = 0,5 \frac{\text{g TAN}}{\text{m}^2 \text{ dia}};$$

El volumen del biofiltro resulta de $0,478 \text{ m}^3$, calculado con las siguientes formulas:

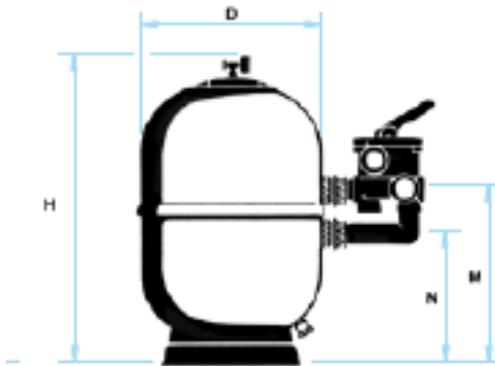
$$\text{Área (soporte)} = \frac{P_{TAN}}{TEP_{TP}} = \frac{0,0478 \text{ kg} \frac{\text{TAN}}{\text{dia}} * 1000 \text{ g/kg}}{0,5 \frac{\text{gTAN}}{\text{m}^2 \text{ dia}}} = 95,6 \text{ m}^2$$

Donde:

- P_{TAN} es la producción de nitrógeno amoniacal calculado anteriormente.

$$\text{Volumen del biofiltro} = \frac{95,6 \text{ m}^2}{200 \text{ m}^2/\text{m}^3} = 0,478 \text{ m}^3$$

Como contenedor del biofiltro se ha escogido el armazón de un filtro de arena. Este tipo de contenedor viene equipado con una válvula de 6 vías, lo que permite hacer lavados invirtiendo el flujo de agua. En la **ilustración 4** se aprecian los detalles del biofiltro.

Ilustración 4. Detalle de un filtro de arena para piscinas.

3.3. Equipo de bombeo

3.3.1 Cálculos Hidráulicos

Para el sistema de canalización del agua se utilizan tuberías de PVC-6, un total de 60 m. Se han contabilizado un total de 82 codos y válvulas que son considerados como pérdidas de carga singulares.

La velocidad de circulación recomendada es de 1,25 m/s. Obteniendo el diámetro de tubería a partir del caudal en la siguiente fórmula:

$$Sección = \frac{Q}{V} = \frac{0,0083 \text{ m}^3/\text{s}}{1,25 \text{ m/s}} = 0,0066 \text{ m}^2$$

$$S = \pi r^2; r = 0,045 \text{ m} = 45,83 \text{ mm}$$

El diámetro nominal para tuberías de PN6 atm es de 50 mm, con un espesor de 1,6 mm y en unidades de 6m de longitud.

Unión encolada

DN 16 mm a DN 315 mm

Presiones nominales (PN, Atm) 6, 10, 16 y 20

LONG. TOT. (m)	PN6		PN10		PN16		PN20	
	DN (mm)	Espesor (mm)	DN (mm)	Espesor (mm)	DN (mm)	Espesor (mm)	DN (mm)	Espesor (mm)
5							16	1,5
5							20	1,9
5					25	1,9	25	2,3
5					32	2,4		
5	40	1,5	40	1,9	40	3,0		
5	50	1,6	50	2,4	50	3,7		
6	63	2,0	63	3,0	63	4,7		
6	75	2,3	75	3,6	75	5,6		
6	90	2,8	90	4,3	90	6,7		
6	110	2,7	110	4,2	110	6,6		
6	125	3,1	125	4,8				
6	140	3,5	140	5,4				
6	160	4,0	160	6,2				
6	180	4,4	180	6,9				
6	200	4,9	200	7,7				
6	250	6,2	250	9,6				
6	315	7,7	315	12,1				

Ilustración 5. Detalle de diámetros comerciales en tuberías de PVC.

Para la elección de la fórmula de pérdida de carga en tubería primero se calcula el valor de Reynolds con la siguiente fórmula.

$$Re = \frac{\rho * D * V}{\mu} = \frac{1024 \frac{kg}{m^3} * 0,05 m * 1,25m/s}{1,002 * 10^{-3} kg/ms} = 63872$$

Donde:

- ρ = la densidad del agua salada a 20 °C es de 1024 kg/m³.
- μ = la viscosidad de 1,002 *10⁻³kg/ms.
- D = diámetro tubería.
- V = velocidad del agua.

Dado que Reynolds está comprendido entre $4 \cdot 10^4 < Re < 10^6$ y las tuberías son de PVC, la fórmula utilizada es la de Veronesse.

$$\Delta h_l = \frac{0,00092}{D^{4,8}} * L * Q^{1,8} = \frac{0,00092}{0,05^{4,8}m} * 60m * 0,0083^{1,8}m^3/s = 17,42 mca$$

Donde:

- **Ahl** = pérdidas de carga lineales.
- **D** = Diámetro interno de la tubería.
- **L** = Longitud en metros de la tubería.
- **Q** = Caudal que pasa por la tubería.

Para 60 metros de tubería tenemos una pérdida de carga de **17.42 m.c.a.**

El filtro de arena ofrece una resistencia de 0,6 kg/cm², el biofiltro 0,2 kg/cm² para un caudal de 30m³/h. Lo que se traduce a una pérdida de carga de **6 y 2 m.c.a.** respectivamente. Como muestra la **gráfica 1**.



Gráfica 1. Curvas de pérdida de carga en filtros de arena sílica

En cuanto a las pérdidas singulares por codos y válvulas se ha tenido en cuenta una equivalencia de 1,5 metros por elemento ³.

$$\Delta h_s = \Delta h_l = \frac{0,00092}{D^{4,8}} * L * Q^{1,8} = \frac{0.00092}{0.05^{4.8}m} * (82m * 1,5m) * 0.0083^{1.8}m^3/s = 35,67 mca$$

Donde:

- **Ahs** = Pérdidas de carga singulares.
- Numero de codos y válvulas: 82
- Metros de tubería equivalente a cada codo: 1,5

Las pérdidas de carga singulares son de **35,67 m.c.a.**

La bomba ha de impulsar el agua hasta una altura de 2 m donde se encuentran las tuberías de salida de agua hacia los tanques.

Finalmente la bomba tendrá que afrontar unas pérdidas de carga de **61,09 m.c.a.**

$$H_b = \Delta h_l + \Delta h_{filtro} + \Delta h_{biofiltro} + \Delta h_s + \Delta z = 17,42 + 6 + 2 + 35,67 + 2 = 61,09 mca$$

Donde:

- **Ah** = Las pérdidas de carga de los distintos elementos.
- **Ah_l** = Pérdidas de carga lineales.
- **Ah_{filtro}** = pérdidas de carga ocasionadas por el filtro.
- **Ah_{biofiltro}** = Pérdidas de carga ocasionadas por el biofiltro.
- **Ah_s** = Pérdidas de carga singulares ocasionadas por codos y válvulas del sistema.
- **Az** = Pérdidas de carga por altura, diferencia de altura de la bomba al punto de entrada en los tanques.

³ JM de Azevedo Guillermo Acosta A. Manual de hidráulica .editorial Harla 1973.

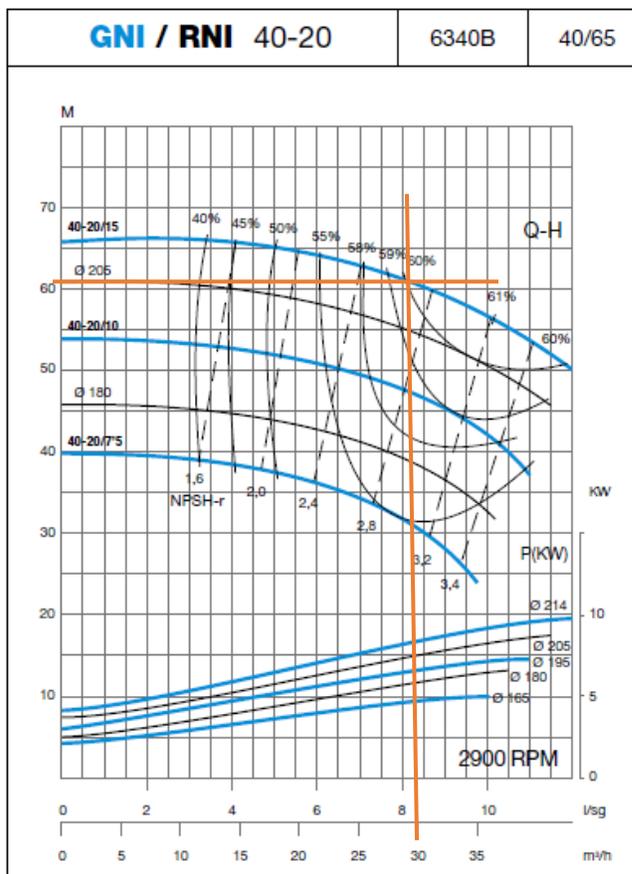
3.3.2 Caracterización de la Bomba

Las características a tener en cuenta a la hora de elegir la bomba adecuada son las siguientes:

- Un caudal de **30 m³/h**
- Una altura de **61,09 m.c.a.**

Se seleccionara un equipo de acero inoxidable para evitar la alta corrosión del agua salada.

El resultado es una bomba horizontal, serie GNI a 50Hz.



Grafica 2. Detalle de la curva de rendimiento de la bomba

En las condiciones de trabajo la bomba trabaja a **7kW** con un rendimiento del 60%.

3.4. Bomba de calor

En los meses más calurosos la temperatura del agua de entrada esta sobre los 24,51 °C en el Puerto de Santa María (**Anejo I**). El agua de cultivo se sitúa sobre los 18°C, lo que resulta una diferencia de temperatura de **6,51 °C**.

Para alcanzar ese enfriamiento se necesitan 194434 frigorías .Calculado con la siguiente formula:

$$Energia = 4,178 \frac{J}{g * ^\circ C} * \frac{1000g}{1kg} \left(30m^3 * \frac{997kg}{m^3} \right) * 6.51^\circ C = 813904938 \text{ Julios}$$

$$Potencia = \frac{1 \text{ hora} * 813904938 \text{ Julios}}{3600 \text{ segundos}} = 226084 \text{ W}$$

Como se trata de un sistema en recirculación no es necesario calentar todo el volumen de agua en una hora. Se contempla la potencia necesaria capaz de enfriar los 30 m³ en 24 horas.

$$Potencia\ necesaria = \frac{226084W}{24h} = 9420,16 \text{ W} = 9,4kW$$

$$\frac{9,4 \text{ kW}}{COP(5,11)} = 1,8kW$$

$$1 \text{ frigoría} = -1kcal$$

Donde:

- Poder calorífico del agua : $4,178 \frac{J}{g * ^\circ C}$
- Volumen de agua: $30m^3$
- Densidad del agua: $\frac{997kg}{m^3}$
- Diferencia de temperaturas: $6.51^\circ C$
- COP = Coeficiente de operatividad
- W es el trabajo que tiene que realizar
- T es el tiempo equivalente a una hora

La bomba de calor estará situada en la sala de máquinas, ya que la alta humedad y el salitre son agentes muy corrosivos para sus componentes, y reducen significativamente su vida útil.

Siguiendo criterios comerciales de rendimiento y coeficientes de seguridad se selecciona la bomba de calor con las siguientes características:

- Sistema reversible (frio-calor).
- Compatible con agua salada.
- Volúmenes de hasta 120 m³
- Caudal de 4,2 m³/h
- Un Coeficiente de operatividad COP de 5,11 (5,11 unidades de frio por unidad de energía).
- Potencia máxima 5,5 kW/h
- Rango de funcionamiento de -10 -43 °C. ya que es capaz de descongelarse con un calentador eléctrico incorporado.
- Alimentación trifásica 380-415 V / 50 HZ.

3.5. Manómetros

Son aparatos que miden la presión de la instalación en un punto dado. Se colocan en los elementos en los que se necesita medir las pérdidas de carga. Son manómetros de glicerina de control de presión de 0 – 10 kg/cm².

Estos se colocarán a la entrada y salida del filtro de arena y el biofiltro, donde indicaran el nivel de obturación que tienen.

3.6. Filtración

Se realizará un prefiltrado con el fin de evitar la entrada de buena parte de partículas en suspensión dentro del sistema. Este pre filtrado se realiza al inicio de la instalación, en la captación del agua de la bahía.

3.6.1. Filtro de arena

El filtro de arena se compone por un depósito con forma cilíndrica parcialmente lleno de arena, que por adherencia se fija en él determinada cantidad de materia orgánica.

El agua entra por la parte superior del depósito y desciende atravesando la capa de arena reteniendo todas las impurezas, saliendo finalmente por la parte inferior. Las propiedades físicas dependerán de la sección y longitud del lecho filtrante, y las características granulométricas de la arena.

Se colocará una capa de un solo tipo de arena con 50 cm de espesor.

3.6.2. Dimensionamiento del filtro

Se toman los datos de caudal (30 m^3) considerados en los cálculos hidráulicos y se aplica el criterio de que la velocidad media del agua no supere 60 m/h . Si la velocidad es inferior se estaría sobredimensionando el filtro, y si es superior se crearían desnivelaciones de la arena reduciendo la eficacia del filtrado.

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{30 \text{ m}^3}{60 \text{ m/h}} = 0,5 \text{ m}^2$$

El diámetro del filtro debe ser:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{0,5}{\pi}} = 0,79 \approx 80 \text{ cm}$$

La arena se caracteriza por poseer 0,8mm de diámetro efectivo y un coeficiente de uniformidad de 1,5. El espesor de la arena será de 50 cm. En el caso de producirse pérdidas de carga superiores a 6 m, habrá que limpiar el filtro.

3.6.3. Filtro de malla

Los filtros de malla son utilizados principalmente para retener partículas muy pequeñas como algas, e impedir la formación de colonias de algas dentro de los tanques.

Se compone de una carcasa exterior de plástico, con forma cilíndrica, y una malla en el interior de nylon. Se ha de purgar periódicamente y lavar los cartuchos filtrantes con agua limpia para eliminar la suciedad.

La calidad del filtrado viene en función de la apertura de la malla.

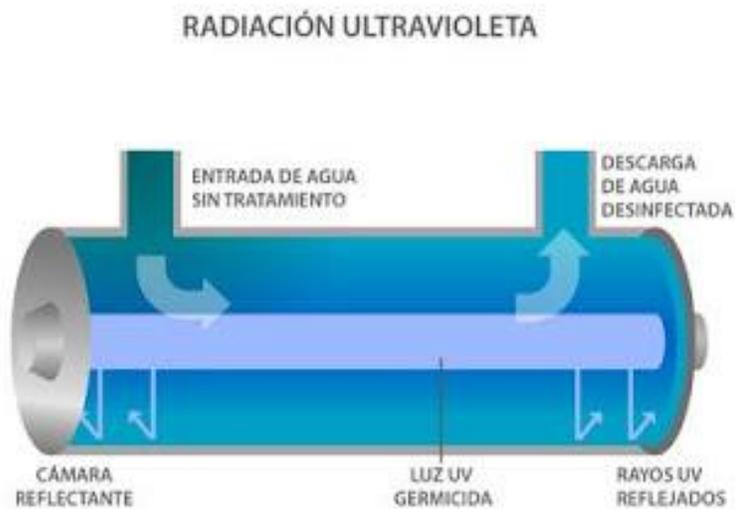
3.7. Desinfección por UV

La luz UV es parte del espectro electromagnético, situado entre los rayos X y la luz visible. Las longitudes de onda más efectivas para la inactivación de las bacterias, virus, mohos y esporas son las comprendidas entre 240 y 280 nm que corresponden a la región denominada UV-C.

La luz necesaria para la desinfección por UV del sistema es generada por una lámpara de vapor de mercurio de baja presión de **8W**.

La radiación emitida por las lámparas UV normalmente se va deteriorando con el uso. Se estima una vida útil de aproximadamente **7.500 horas**. Por lo que incluye un contador donde se indican las horas de uso, para su posterior mantenimiento y recambio.

En la **ilustración 6** se muestra con detalle el funcionamiento del aparato de desinfección UV.

Ilustración 6. Detalle del procedimiento de desinfección UV

3.8. Elementos de control

El módulo cuenta con unos elementos de control que gestionan el sistema según los parámetros de cultivo. El sistema cuenta con un PLC, dos sondas de oxígeno disuelto y dos sensores de temperatura.

3.8.1. PLC

El PLC (Programmable Logic Controller) es una computadora utilizada para automatizar procesos electromecánicos. Sus partes fundamentales son la unidad central de proceso o CPU, y las interfaces de entrada y salida.

La CPU es el cerebro del PLC y está formado por el procesador y la memoria. El procesador se encarga de ejecutar el programa escrito por el usuario, que se encuentra almacenado en la memoria. Además el procesador se comunica con el exterior mediante sus puertos de comunicación y realiza funciones de autodiagnóstico.

A través del PLC podemos mantener los parámetros de cultivo realizando un diagnóstico continuo de la temperatura y el oxígeno de los tanques, y actuar en función de los sensores.

El PLC que se utilizará es un módulo lógico Eaton, con 8 entradas de tipo Analógico o Digital, 4 salidas de tipo relé y con una alimentación de 24 V a corriente continua. Como el que se muestra en la **Ilustración 7**.

Ilustración 7. PLC Eaton



Este PLC estará instalado dentro de la caja de registro del módulo. En los pines de entrada irán conectados los sensores de temperatura y oxígeno disuelto de los dos

tanques. En los pines de salida irán conectados la bomba, bomba de calor y la iluminación de los tanques.

El temporizador del PLC encenderá o apagará la iluminación de los tanques según el fotoperiodo requerido para el cultivo, así como mantener encendida la bomba de calor si los parámetros de temperatura se sitúan fuera de los establecidos.

3.8.2. Sonda de oxígeno disuelto

Para la medición a tiempo real del oxígeno del tanque se utilizara un sensor óptico. Este sensor sólo necesita una limpieza periódica a diferencia del de membrana.

El principio de operación es medir la luz reflejada por el oxígeno disuelto en el agua. Por consiguiente, no hay necesidad de un flujo de agua que pase por el sensor.

3.8.3. Sonda de temperatura

El sensor de temperatura utilizado para el sistema está fabricado a partir de una aleación de bronce que previene la corrosión y la adición de fouling.

INDICE

1. OBJETO.....	3
2. BASES DE CÁLCULO	3
2.1. Calculo de las intensidades.....	3
2.2. Calculo de la caída de tensión	6
3. CALCULO DE LA ILUMINACIÓN.....	8
3.1. Luminaria	8
3.1.1. Elección y posición del alumbrado.....	9
3.2. Alumbrado de emergencia	12
4. CALCULO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS.....	12

1. OBJETO

En este anejo se detallan los cálculos de las siete líneas eléctricas de la sala de reproductores, que están formadas por la bomba, la iluminación y los diferentes equipos encargados del funcionamiento y control del sistema.

2. BASES DE CÁLCULO

Para calcular las secciones de los diferentes conductores se ha tenido en cuenta la intensidad y la caída de tensión de cada línea. Las secciones de fase se hallan en el reglamento REBT-2002 (Reglamento Electrónico de baja tensión – Real decreto número 842/2002. Publicado en el Boletín Oficial del Estado el 18/09/2002) a partir de la intensidad calculada.

2.1. Cálculo de las intensidades

Para las líneas monofásicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$Ib = \frac{K * P}{\eta * V * \cos\varphi}$$

Para líneas trifásicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$Ib = \frac{K * P}{\eta * \sqrt{3} * V * \cos\varphi}$$

Dónde, para ambas fórmulas:

- **Ib**: Intensidad de cálculo (A).
- **P**: potencia (W).
- **K**: coeficiente multiplicador: 1.25 para motores, 1.8 para fluorescentes, 1 para resistencias.
- **V**: tensión: 230 V para líneas monofásicas y 400 V para líneas trifásicas.
- **η** : rendimiento del dispositivo.
- **$\cos\varphi$** : factor de potencia del dispositivo.

Los valores η y φ se encuentran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Potencia, valores de rendimiento y factor potencia

Potencia (W)	η Rendimiento	$\cos \varphi$
150	0.690	0.650
220	0.700	0.670
290	0.720	0.700
370	0.730	0.720
550	0.750	0.740
740	0.760	0.760
1100	0.780	0.780
1500	0.800	0.800
1800	0.810	0.820
2200	0.815	0.830
2900	0.820	0.840
3700	0.840	0.845
4400	0.845	0.846
5500	0.850	0.847
7400	0.855	0.850
8800	0.860	0.860
11000	0.880	0.865

Una vez calculada la intensidad, se selecciona el PIA (Pequeño Interruptor Automático), que corresponde al valor I_n y seguidamente se escoge el cable capaz de soportar tal intensidad (I_z) para que cumpla la relación:

$$I_b < I_n < I_z$$

Dónde:

- I_b : intensidad de cálculo (A).
- I_n : intensidad nominal del PIA (A).
- I_z : intensidad del cable (A).

Para la elección del diámetro del cable se utiliza un coeficiente reductor de agrupamiento, que va en función de la distribución de los cables. En el caso objeto de estudio, el tipo de instalación será B2, siendo ésta una instalación bajo tubos. El

coeficiente aplicado a la intensidad del PIA I_n para determinar posteriormente la intensidad del cable I_z es de **0.7**. Según la **Tabla 2**.

Tabla 2. Factores reductores tabla 52-E1 de la UNE 2460-5-523-2004

Disposición de cables	Numero de circuitos o cables multiconductores											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
Agrupados con una superficie encastada.	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar – tubos, canales y bandejas cerradas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos multiconductores.		
Capa única al techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
Capa única con una superficie perforada vertical o bien horizontalmente -bandejas abiertas -	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
Capa única con soportes de bandejas, tipo escalera o abrazadores, etc. -Al aire, bandejas tipo escalera, etc...-	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			

$$I_z = \frac{I_n(PIA)}{0.7}$$

Una vez realizados los cálculos, se escoge según el valor de I_z y las referencias de la **Tabla 3**, la sección más adecuada a las necesidades establecidas.

Tabla 3. Intensidad máxima soportada por el cable según la sección, Fuente: RD 842/2002, Reglamento electrónico de Baja Tensión

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²												
Cu												
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590
Aluminio												
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

2.2. Cálculo de la caída de tensión

En las instalaciones con grandes longitudes de cables, la normativa obliga a efectuar el cálculo de la caída de tensión.

La caída de tensión parcial se calcula mediante las siguientes fórmulas:

Para líneas monofásicas:

$$U = \frac{2 * I * L * \cos\varphi}{\mu * S}$$

Para líneas trifásicas:

$$U = \frac{\sqrt{3} * I * L * \cos\varphi}{\mu * S}$$

Dónde, para ambas fórmulas:

- **U**: caída de tensión (V).
- **I**: intensidad nominal del PIA (A).
- **L**: longitud del cable, desde el punto de conexión hasta la carga (m).
- **S**: sección del cable en mm^2 .
- **μ** : conductividad del cable de cobre a 90°C (44 S.m/ mm^2).
- **$\cos\varphi$** : factor de potencia.

El resultado de la caída de tensión se comprueba para ver si es seguro o se tiene que aumentar la sección del cable. Se compara con la tensión suministrada, obteniendo así el valor en porcentaje de la caída de tensión respecto al voltaje total. Si se da el caso de que el valor supera el 5% en motores, o el 3% en iluminación, se procede a calcular la nueva sección del cable.

$$\% = \frac{q}{230} * 100 \text{ Para líneas monofásicas}$$

$$\% = \frac{q}{400} * 100 \text{ Para líneas trifásicas}$$

3. CALCULO DE LA ILUMINACIÓN

3.1. Luminaria

Para determinar el número de lámparas a colocar tanto en la sala de reproductores como dentro de los tanques se ha utilizado el programa DialLux V4.12. Para el cálculo se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Índice local (k): considera la anchura (a=9,2 m) y profundidad de la sala (b=13,4 m) y tanques, así también como la altura (h=4 m) de las lámparas respecto al plano de trabajo.

La altura total de la nave es de 4m, las lámparas están suspendidas del techo a una distancia de 1m. Si se considera una altura de trabajo de 1 metro, la altura de las lámparas respecto al plano de trabajo es de $h = 4 - (1 + 1) = 2 \text{ m}$

$$K = \frac{a * b}{h(a + b)}$$

- Factor de utilización (u) y coeficiente de mantenimiento (m): el factor u depende del sistema de iluminación, de K y de los factores de reflexión del suelo, techo y paredes. El factor m varía según la forma en cómo se efectúa el mantenimiento. En este caso se ha escogido un mantenimiento medio, correspondiente a $m=0,67$.

El tipo de lámpara es un fluorescente suspendido del techo. Se tiene en cuenta un mantenimiento medio, la refracción del techo en un 50%, las paredes un 30% y el suelo un 10%.

3.1.1. Elección y posición del alumbrado

Diseno y construcción de un sistema RAS para lengüeta

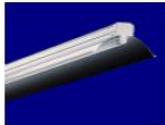


09.05.2018

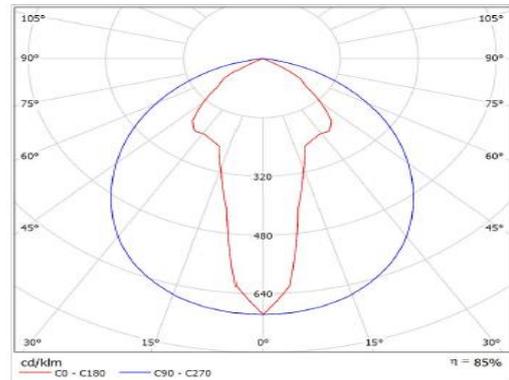
ESAB- Escuela Superior de Agricultura de Barcelona

Proyecto elaborado por Antonio Clerencia Abelanet
 Teléfono
 Fax
 e-Mail toni.clerencia@gmail.com

DIAL 12 Lichtband-Funktionseinheit mit extrem tiefstrahlendem Reflektor / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 60 90 99 100 86

Lichtband, bestehend aus längigem Tragprofil mit Geräteträgern für 1 LL 58 W und Blindabdeckungen, mit freitragenden tiefstrahlenden Aluminium-Spiegelreflektoren. Lichtband komplett mit Kupplungen, 5- oder 7-Leiter-Verdrahtung 1,5 mm², werkzeuglos montierbar, selbsttätige elektrische Verbindung durch Steckkontakte mit Phasenwahl. Mit dimmbaren elektronischen Vorschaltgerät 1...10V

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
		70	70	50	30	30	70	70	50	30	30	
p. Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p. Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	14.6	15.7	14.9	15.9	16.1	18.8	19.9	19.0	20.1	20.3	
	3H	14.4	15.4	14.7	15.7	15.9	20.4	21.4	20.7	21.6	21.9	
	4H	14.3	15.3	14.7	15.6	15.8	20.9	21.9	21.3	22.2	22.4	
	6H	14.3	15.1	14.6	15.4	15.7	21.2	22.1	21.6	22.4	22.7	
	8H	14.2	15.1	14.6	15.4	15.7	21.2	22.1	21.6	22.4	22.7	
4H	2H	14.2	15.0	14.6	15.3	15.6	21.2	22.0	21.6	22.4	22.7	
	3H	15.1	16.1	15.4	16.3	16.6	18.8	19.7	19.1	20.0	20.3	
	4H	15.0	15.8	15.3	16.1	16.4	20.4	21.2	20.8	21.6	21.9	
	6H	14.9	15.6	15.3	15.9	16.3	21.1	21.8	21.4	22.1	22.5	
	8H	14.8	15.4	15.3	15.8	16.2	21.4	22.0	21.8	22.3	22.7	
8H	2H	14.8	15.3	15.2	15.7	16.1	21.4	22.0	21.8	22.4	22.8	
	3H	14.8	15.3	15.2	15.7	16.1	21.4	21.9	21.9	22.3	22.8	
	4H	14.9	15.5	15.4	15.9	16.3	21.0	21.5	21.4	21.9	22.3	
	6H	14.9	15.3	15.3	15.7	16.2	21.3	21.7	21.7	22.1	22.6	
	8H	14.8	15.2	15.3	15.7	16.1	21.3	21.7	21.8	22.2	22.6	
12H	4H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	21.3	21.7	21.8	22.1	22.6	
	6H	14.9	15.4	15.4	15.8	16.3	20.9	21.4	21.4	21.8	22.2	
	8H	14.8	15.2	15.3	15.7	16.2	21.2	21.6	21.7	22.1	22.5	
	8H	14.8	15.1	15.3	15.6	16.1	21.3	21.6	21.8	22.1	22.6	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.8 / -0.8					+0.6 / -0.9					
S = 1.5H		+1.8 / -5.7					+1.4 / -1.6					
S = 2.0H		+3.1 / -15.9					+2.5 / -2.4					
Tabla estándar		BKD1					BKD4					
Sumando de corrección		-3.5					3.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 5200lm Flujo luminoso total												





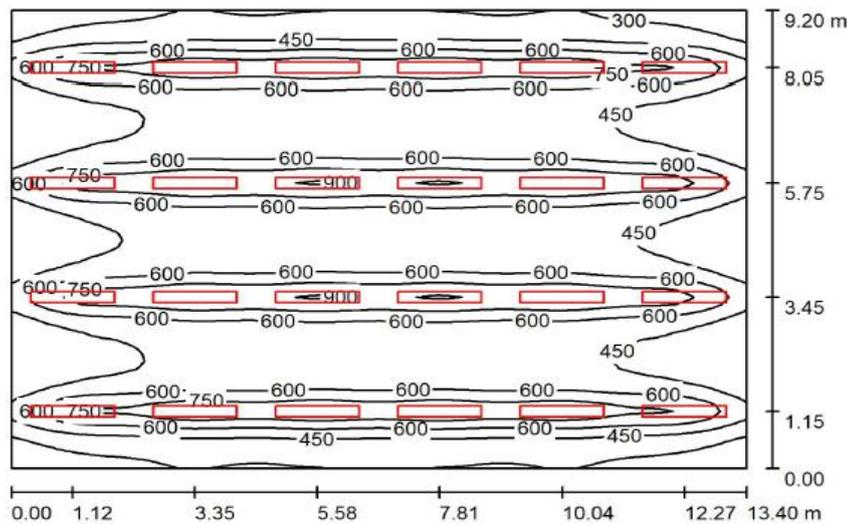
09.05.2018

Diseno y construcción de un sistema RAS para lengua

ESAB- Escuela Superior de Agricultura de Barcelona

Proyecto elaborado por Antonio Clerencia Abelanet
 Teléfono
 Fax
 e-Mail toni.clerencia@gmail.com

Sala de reproductores / Resumen



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.67

Valores en Lux, Escala 1:119

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	544	208	948	0.383
Suelo	20	509	221	807	0.434
Techo	50	90	65	103	0.721
Paredes (4)	50	169	56	685	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq 15	15	22	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior (CIE, SHR = 0.25.)	15	22	
Zona marginal: 0.000 m				

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 18.63%.

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	DIAL 12 Lichtband-Funktionseinheit mit extrem tiefstrahlendem Reflektor (1.000)	4435	5200	54.0
			Total: 106446	Total: 124800	1296.0

Valor de eficiencia energética: 10.51 W/m² = 1.93 W/m²/100 lx (Base: 123.28 m²)





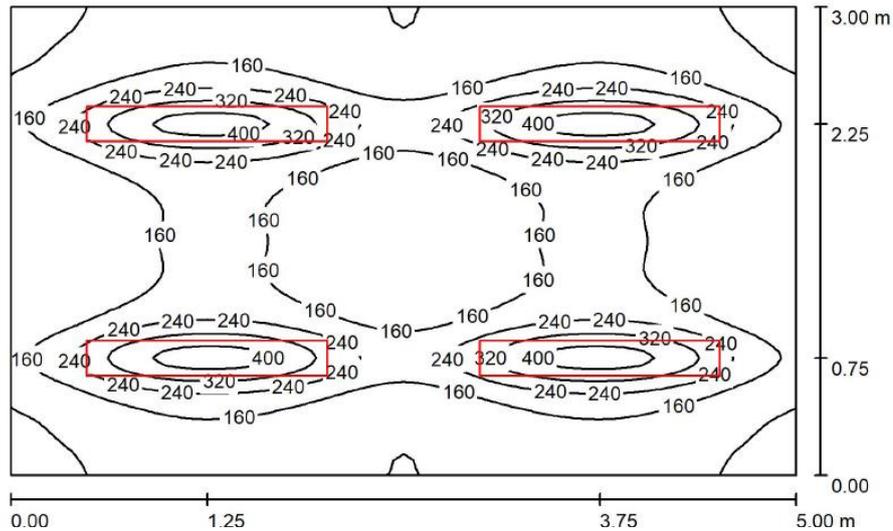
09.05.2018

Diseno y construcción de un sistema RAS para lengua

ESAB- Escuela Superior de Agricultura de Barcelona

Proyecto elaborado por Antonio Clerencia Abelanet
 Teléfono
 Fax
 e-Mail toni.clerencia@gmail.com

Tanques reproductores / Resumen



Altura del local: 1.900 m, Altura de montaje: 1.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	171	59	447	0.344
Suelo	10	139	69	226	0.495
Techo	80	24	18	26	0.768
Paredes (4)	60	55	20	126	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq <10	<10	16	
Trama: 64 x 64 Puntos	Pared inferior <10	<10	15	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 96.78%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	DIAL 12 Lichtband-Funktionseinheit mit extrem tiefstrahlendem Reflektor (Tipo 1)* (1.000)	819	960	36.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 3275	Total: 3840	144.0

Valor de eficiencia energética: $9.60 \text{ W/m}^2 = 5.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.00 m^2)



3.2. Alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia tiene una potencia de 8W y una iluminación de 5 lux. Para conocer el flujo necesario, se ha de aplicar un coeficiente de seguridad de 1,25. En una superficie de $123,28m^2$.

- E: 5 lux.
- S: $13,4 * 9,2 m = 123,28 m^2$.
- k: 1,25.

$$\Phi = 1,25 * 123,28 * 5 = 770,5 Lm$$

Conociendo el flujo luminoso de las luces de emergencia (luz de emergencia: 300 Lm), es posible conocer el número de lámparas de emergencia a instalar:

$$\frac{\Phi}{\Phi L} = \frac{770,5}{300} = 2,56 \approx 3 \text{ luces de emergencia}$$

4. CALCULO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

La sala de reproductores tiene unas dimensiones de **13,4m x 9,2m** de superficie y **4m** de altura; se deben calcular las líneas eléctricas que se incluyen en la sala:

- Bomba con una potencia de **7kW**.
- Bomba de calor con una potencia de **5,5kW**.
- Fluorescente UV de **18W**.
- Iluminación de sala compuesta de **24 fluorescentes de 58W**.
- Iluminación de tanques compuesta de **4 fluorescentes de 34W** por cada tanque.
- Iluminación de emergencia compuesta de **3 fluorescentes de 8W**.
- Automatismo con sensores de temperatura y oxígeno disuelto con un total de **100W**.

Lo que suma una potencia total Pt de **14.126W**.

Para conocer la potencia que hay que contratar para poder suministrar a toda la sala, hay que tener en cuenta todos los elementos que se establezcan de energía eléctrica en toda la planta. Como se desconocen ya que no son objeto de estudio de este proyecto, no se puede determinar que potencia hay que contratar.

Hay que comentar que tan sólo se han dimensionado las líneas eléctricas a partir del cuadro de maniobras en la entrada de la sala. Todos los cálculos se han realizado siguiendo la normativa vigente (UNE 20460).

En la **Tabla 4** se muestran los resultados de los cálculos realizados para las diferentes líneas eléctricas. Pudiendo así conocer la sección de cable a instalar así también como el PIA

Tabla 4. Resultado de los cálculos de las diferentes líneas eléctricas de la sala de reproductores.

Nombre Línea		Tipo	Distribucion	Potencia	Coefficiente arranc	nº circuitos	Coef agrup.	Longitud	Conductor	cosφ	Rendimiento motor	Intensidad CÁLCULO (IB)	CdT parc	CdT total	CdT Total	Sección tierra	Sección	P/A
L		M o T	Tipo	W	k			m	V	cosφ	η	A	V	V	%	mm ²	mm ²	A
ET-CGD (a definir en proyecto genera)		T	EN T	16.312	1	1	0,82	30	1000	1	1	23,6	4,63	4,63	1,16	6	6	80
Cuadro																		
	P. Instalada	T	E	14.562														
L1	Bomba	T	E	7.000	1,25	3	0,72	12	1000	0,85	0,9	16,5	1,66	6,29	1,57	4	4	16
L2	Bomba de calor	T	E	5.500	1,25	3	0,72	14	1000	0,85	0,9	13,0	1,52	6,15	1,54	4	4	16
L3	Iluminación sala	M	E	816	1,8	3	0,72	35	1000	0,95	1,0	6,7	6,77	11,41	2,85	1,5	1,5	10
L4	Iluminación sala	M	E	816	1,8	3	0,72	30	1000	0,95	1,0	6,7	5,81	10,44	2,61	1,5	1,5	10
L5	iluminación tanques	M	E	288	1,8	9	0,72	30	1000	0,95	1,0	2,4	2,05	6,68	1,67	1,5	1,5	6
L6	Alumbrado emergencia	M	E	24	1,8	3	0,72	40	1000	0,95	1,0	0,2	0,23	4,86	1,22	1,5	1,5	6
L7	Fluorescente UV	M	E	18	1,8	3	0,72	10	1000	0,95	1,0	0,1	0,04	4,68	1,17	1,5	1,5	6
L8	Automatismo	M	E	100	1	9	0,72	10	1000	1	1,0	0,4	0,13	4,77	1,19	1,5	1,5	6

INDICE DE PLANOS

Plano 1/9: Situación y emplazamiento

Plano 2/9: Propuesta de implantación

Plano 3/9: Distribución en planta

Plano 4/9: Secciones

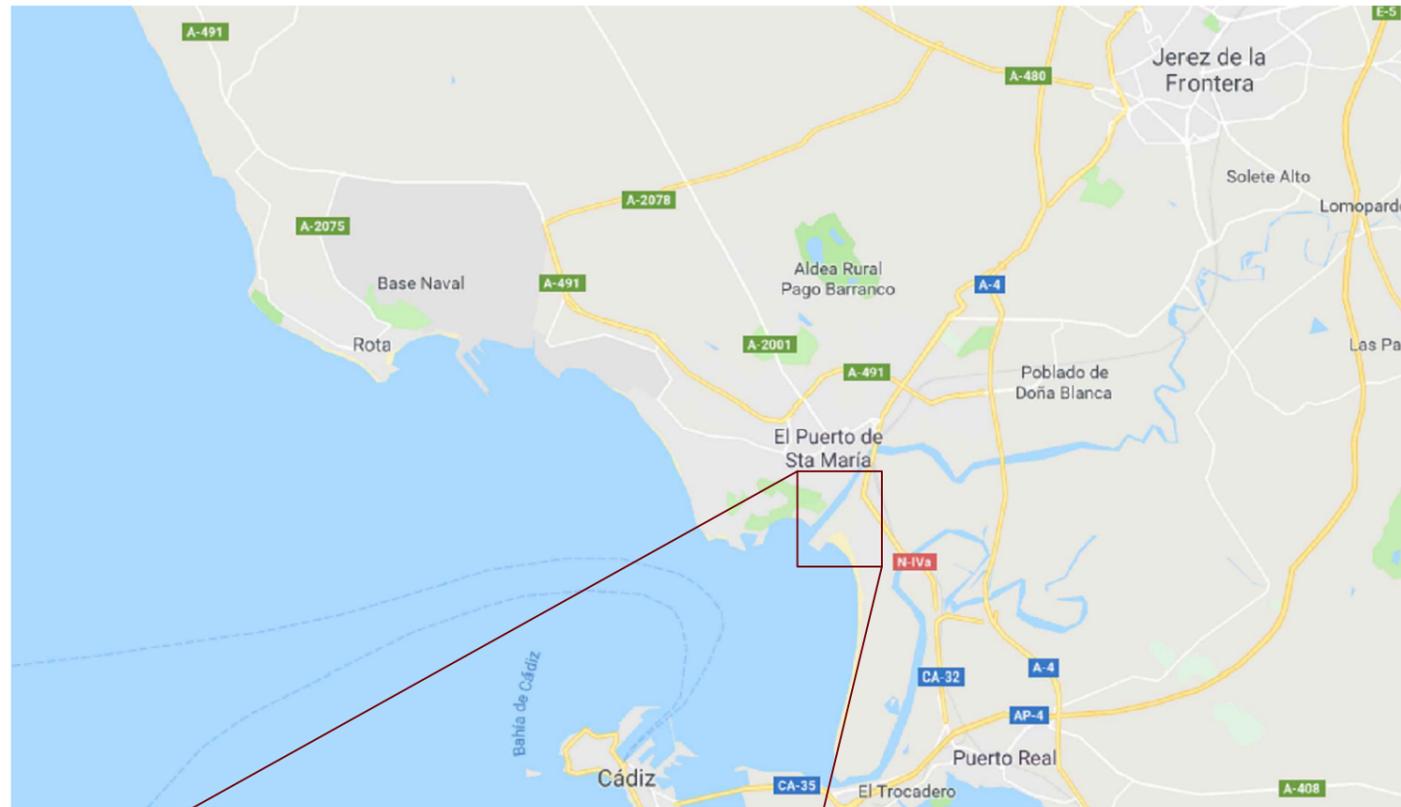
Plano 5/9: Disposición de los equipos – 3D

Plano 6/9: Esquema de la instalación hidráulica

Plano 7/9: Instalación eléctrica

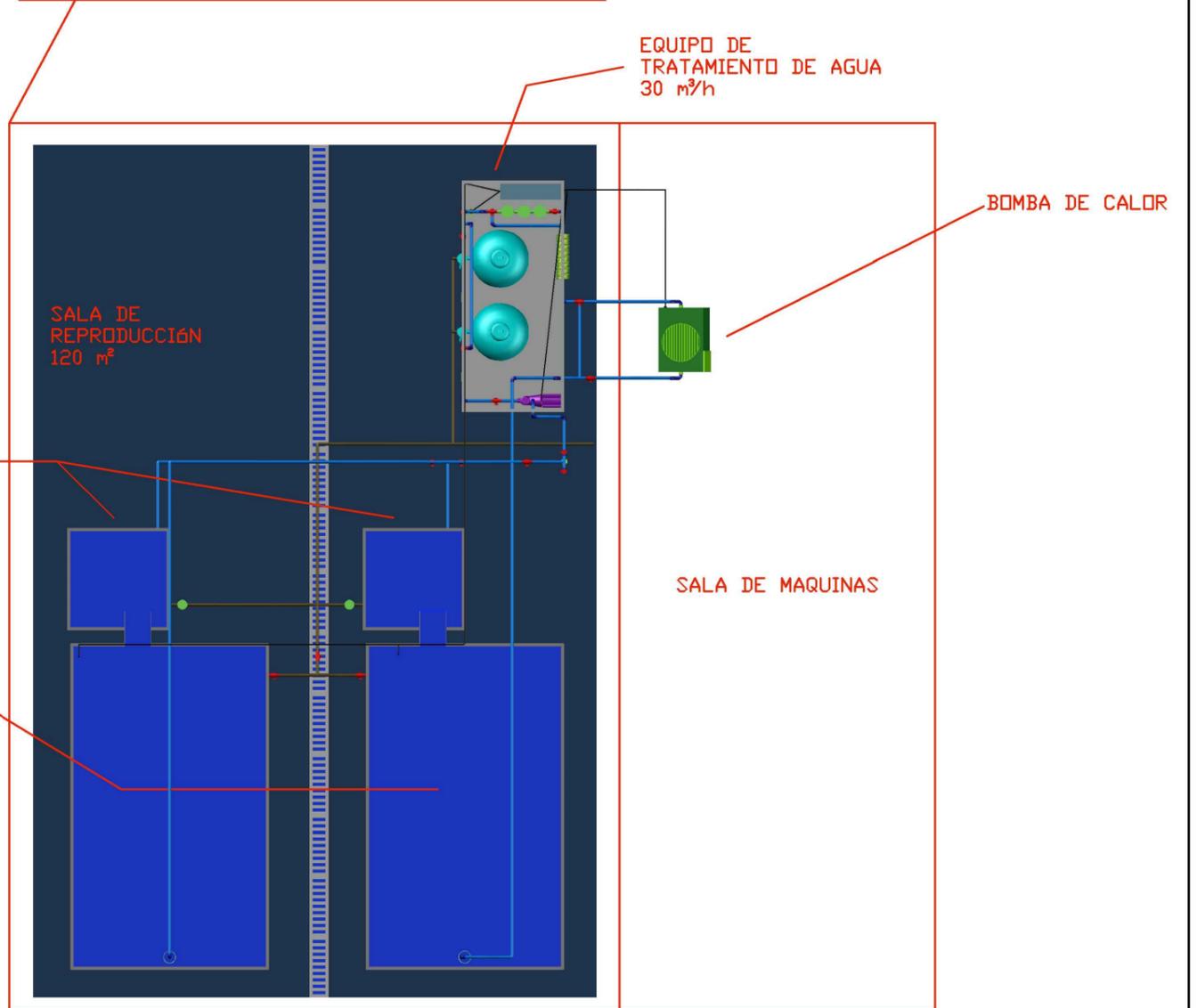
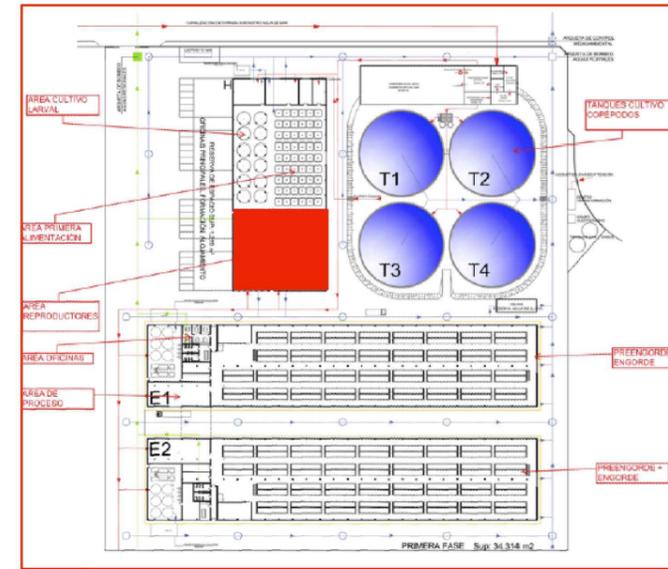
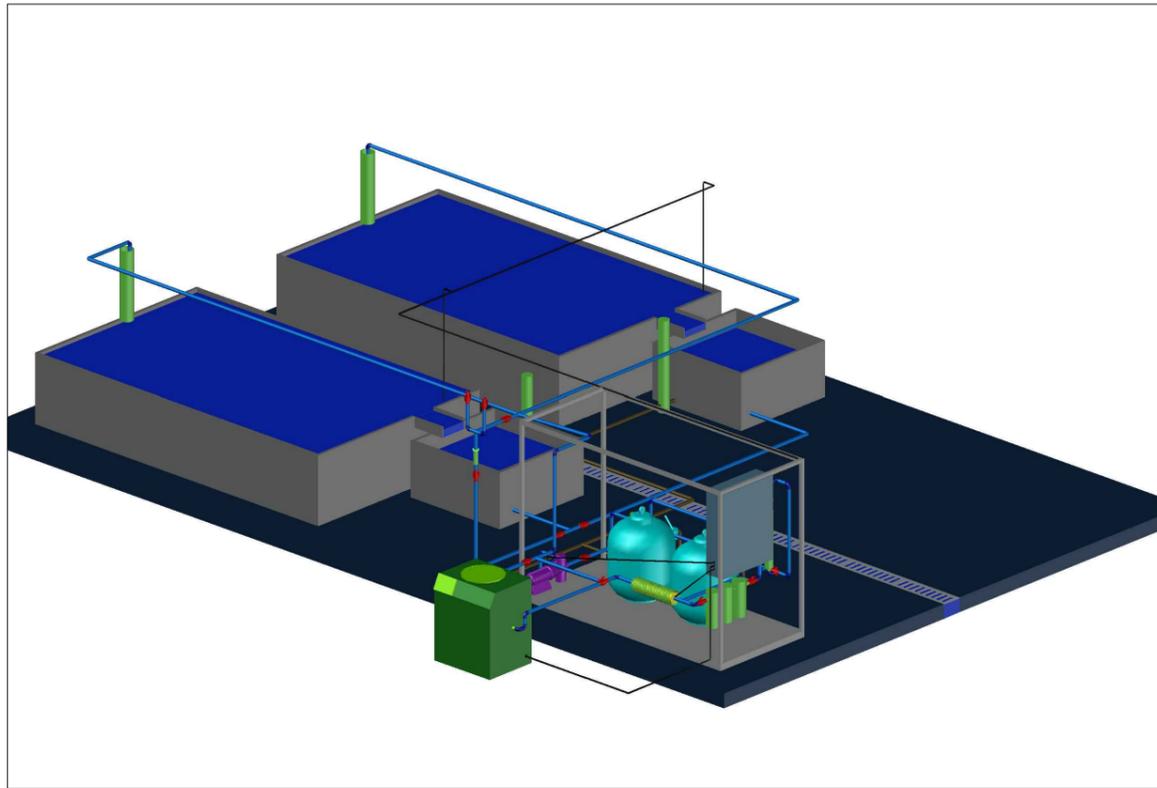
Plano 8/9: Esquema unifilar

Plano 9/9: Detalle constructivo de los tanques



CORDENADAS:
 X: -693994
 Y: 4380720

 	EL AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
	ANTONIO CLERENCIA ABELANET	PUERTO DE SANTA MARÍA, CÁDIZ	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.	S/E	1/9
			DENOMINACIÓN DEL PLANO:	FORMATO:	FECHA:
			SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	A3	JUNIO, 2018



TANQUES DE EXPANSIÓN
2 x 1 m³

TANQUES DE CULTIVO
2 x 15 m³

EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUA
30 m³/h

BOMBA DE CALOR

SALA DE MAQUINAS



EL AUTOR

ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

ESCALA:

S/E

FORMATO:

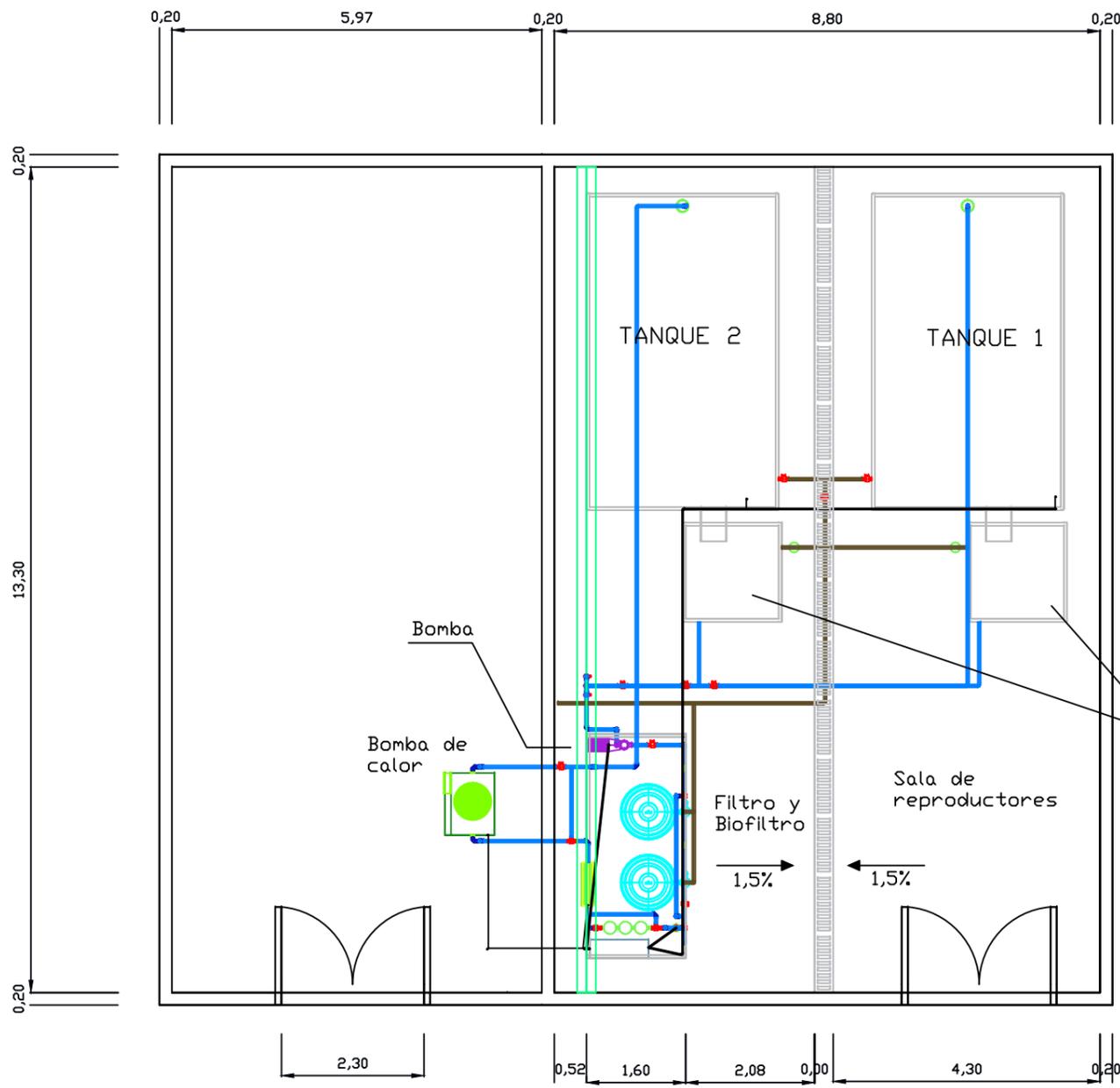
A3

Nº DE PLANO:

2/9

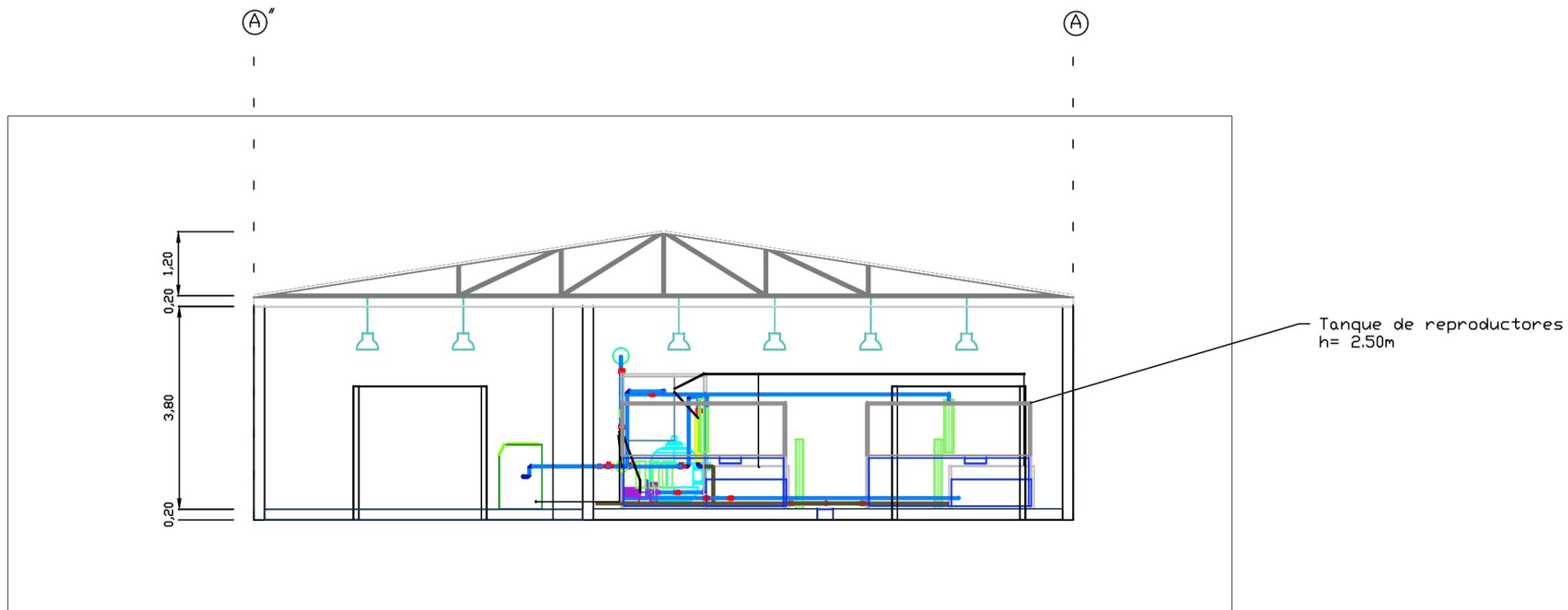
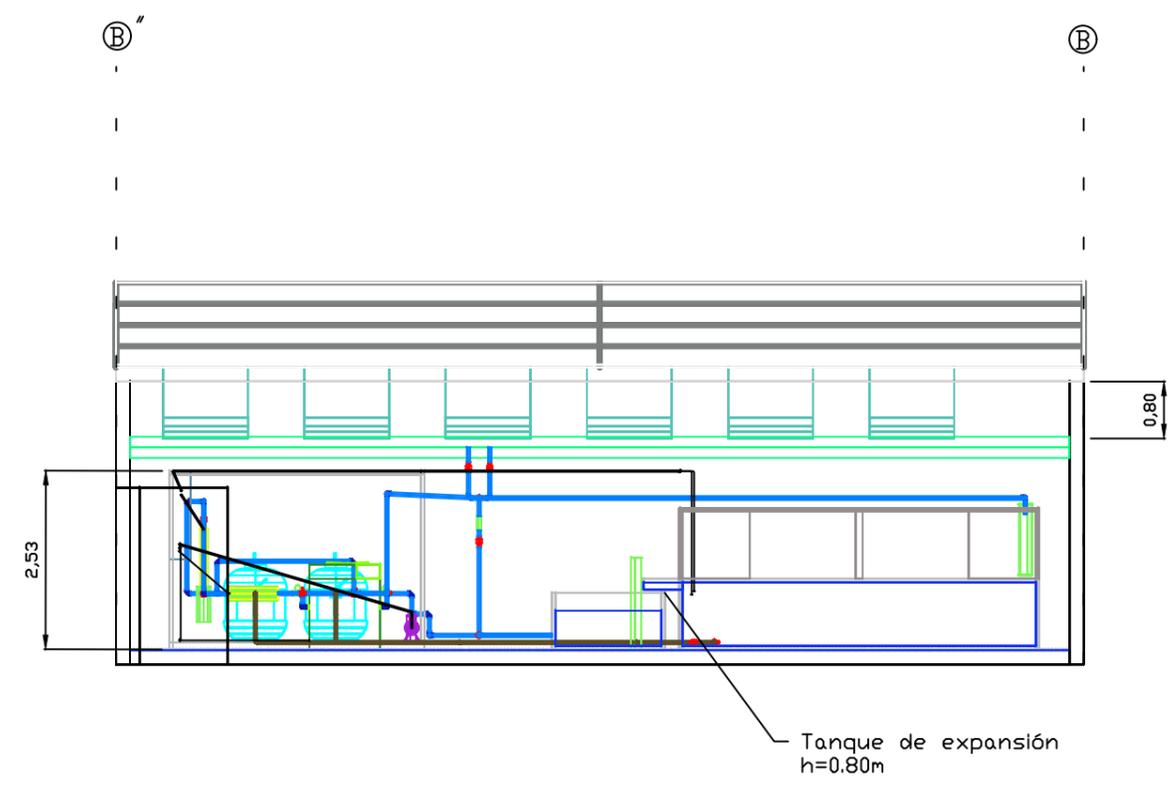
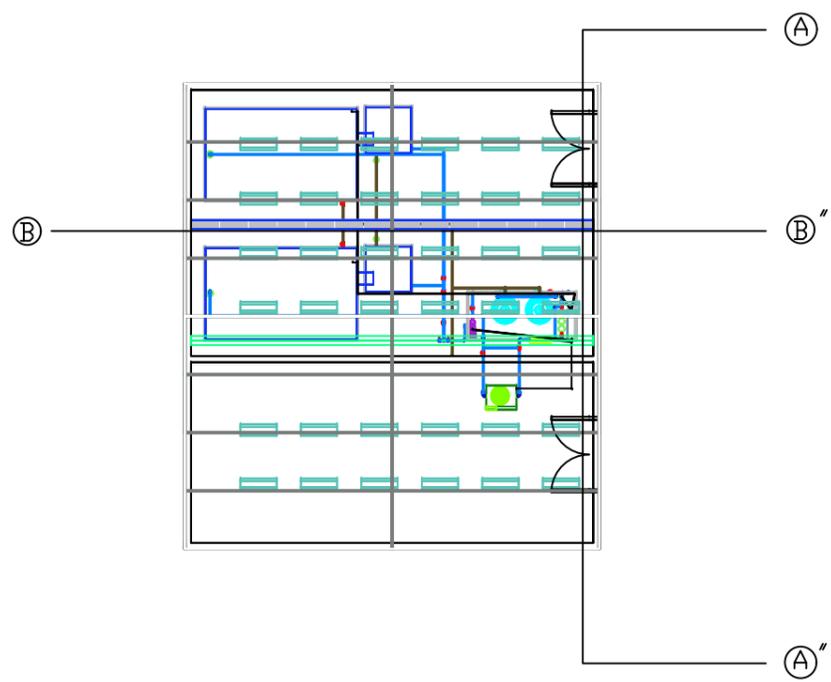
FECHA:

JUNIO, 2018



Tipología de la tubería	Material	Pn (atm)	Dn (mm)	Longitud (m)
Tubería de entrada	PVC	10	90	20
Tubería principal	PVC	10	50	60
Tubería de desagüe	PVC	6	110	25

EQUIPO DE BOMBEO	
Tipo	Horizontal GNI
Caudal	30 m ³ /h
Altura de presión	61 mca
CV	50



EL AUTOR

ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.

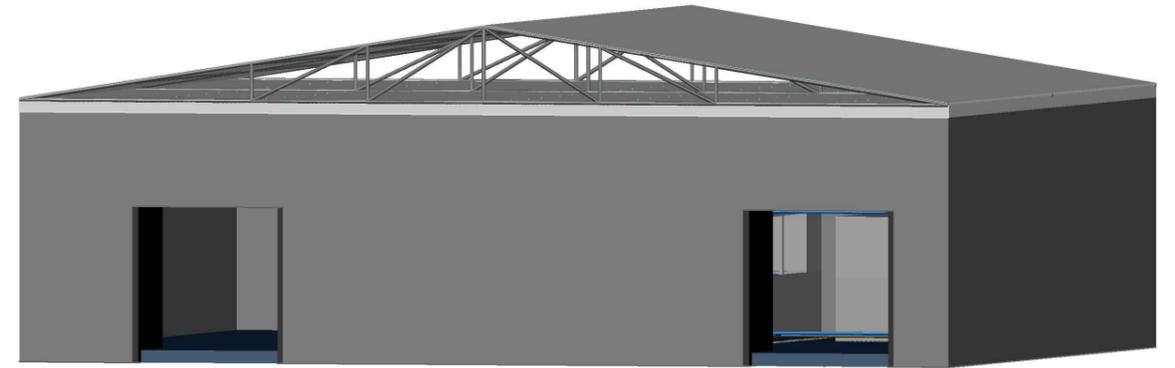
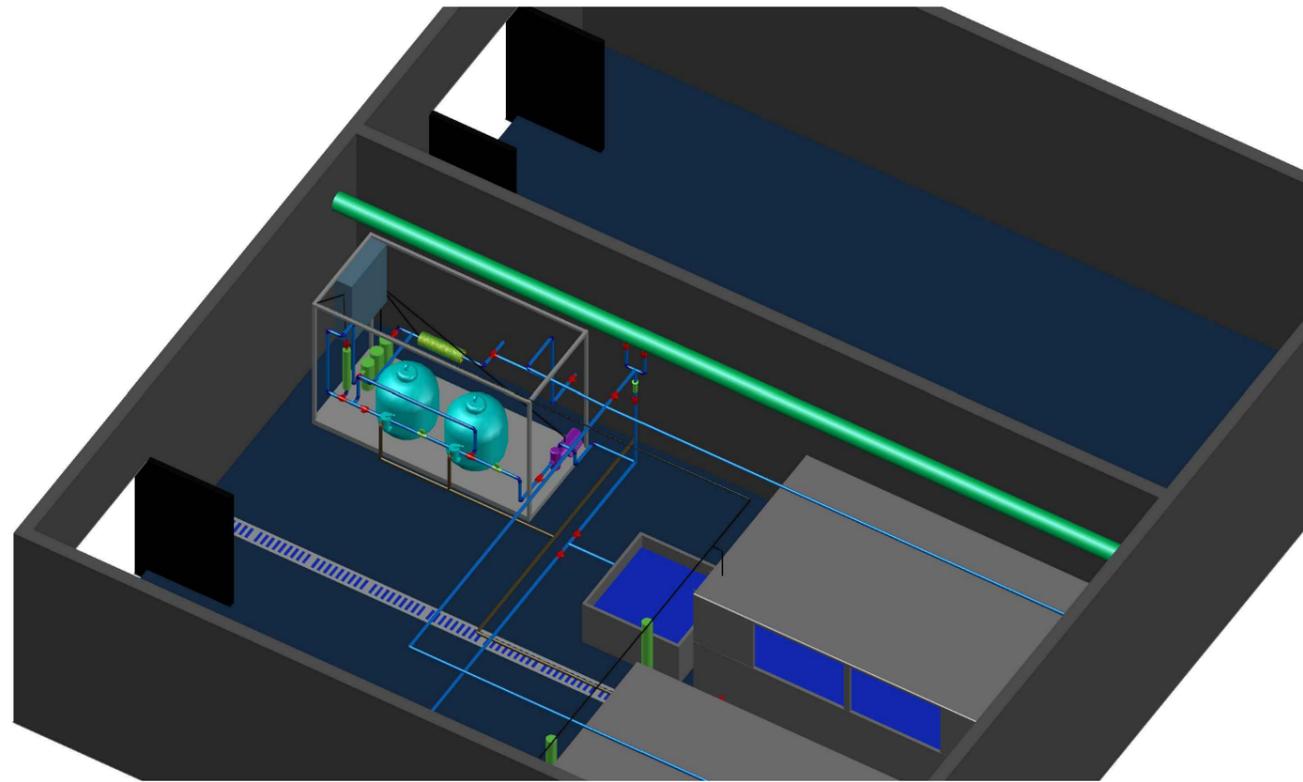
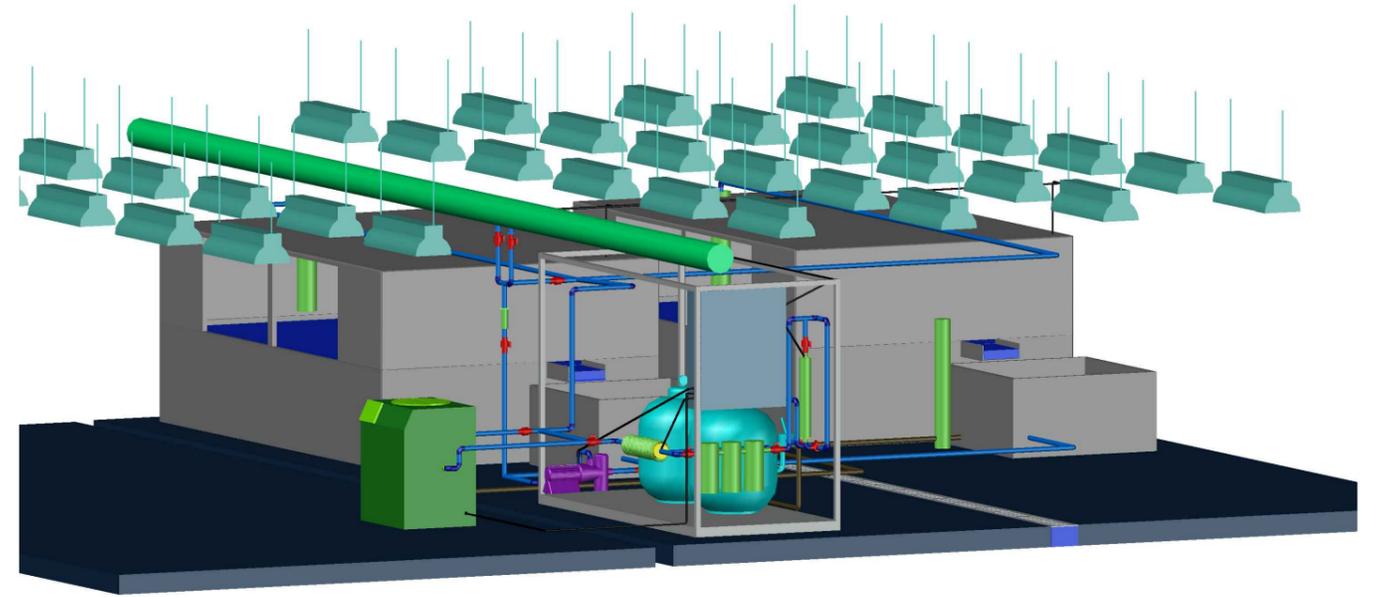
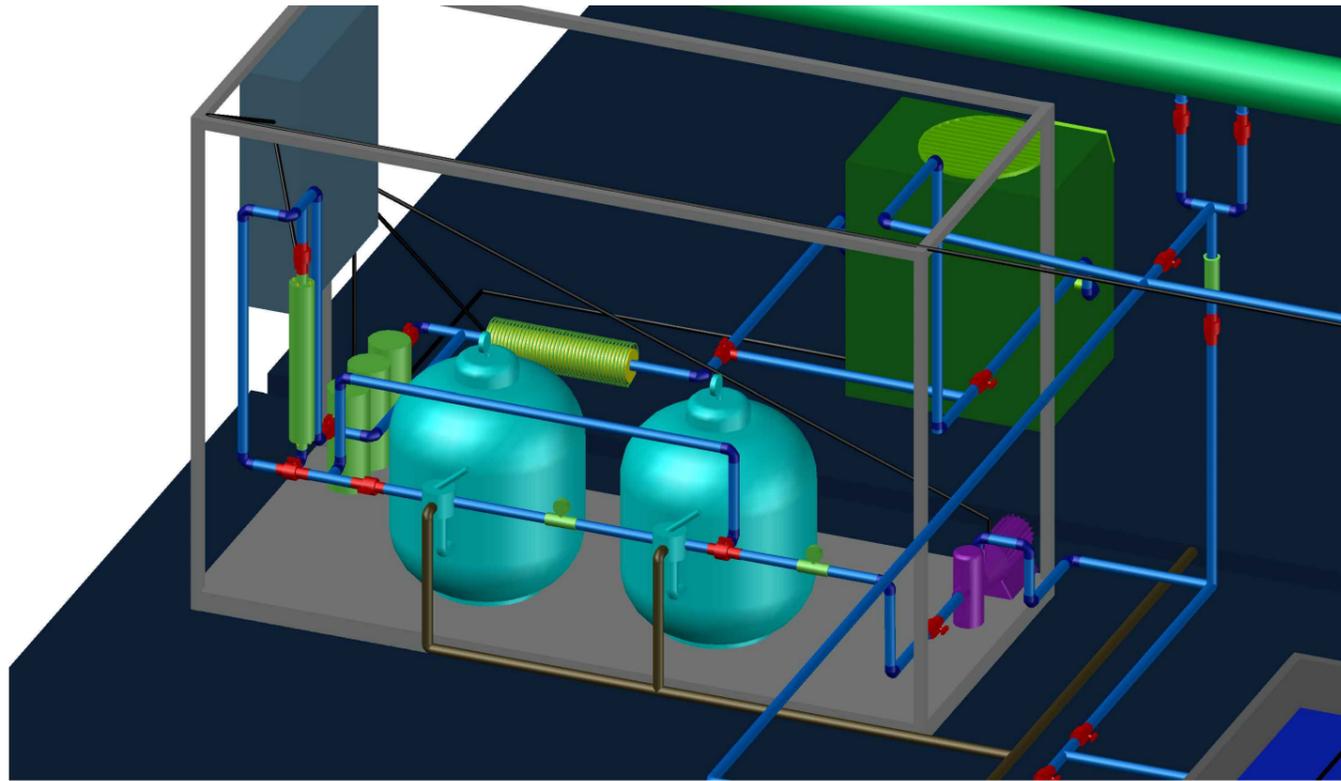
DENOMINACIÓN DEL PLANO:
SECCIÓNES

ESCALA:
1:100

Nº DE PLANO:
4/9

FORMATO:
A3

FECHA:
JUNIO, 2018



EL AUTOR

ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS - 3D

ESCALA:

1:100

FORMATO:

A3

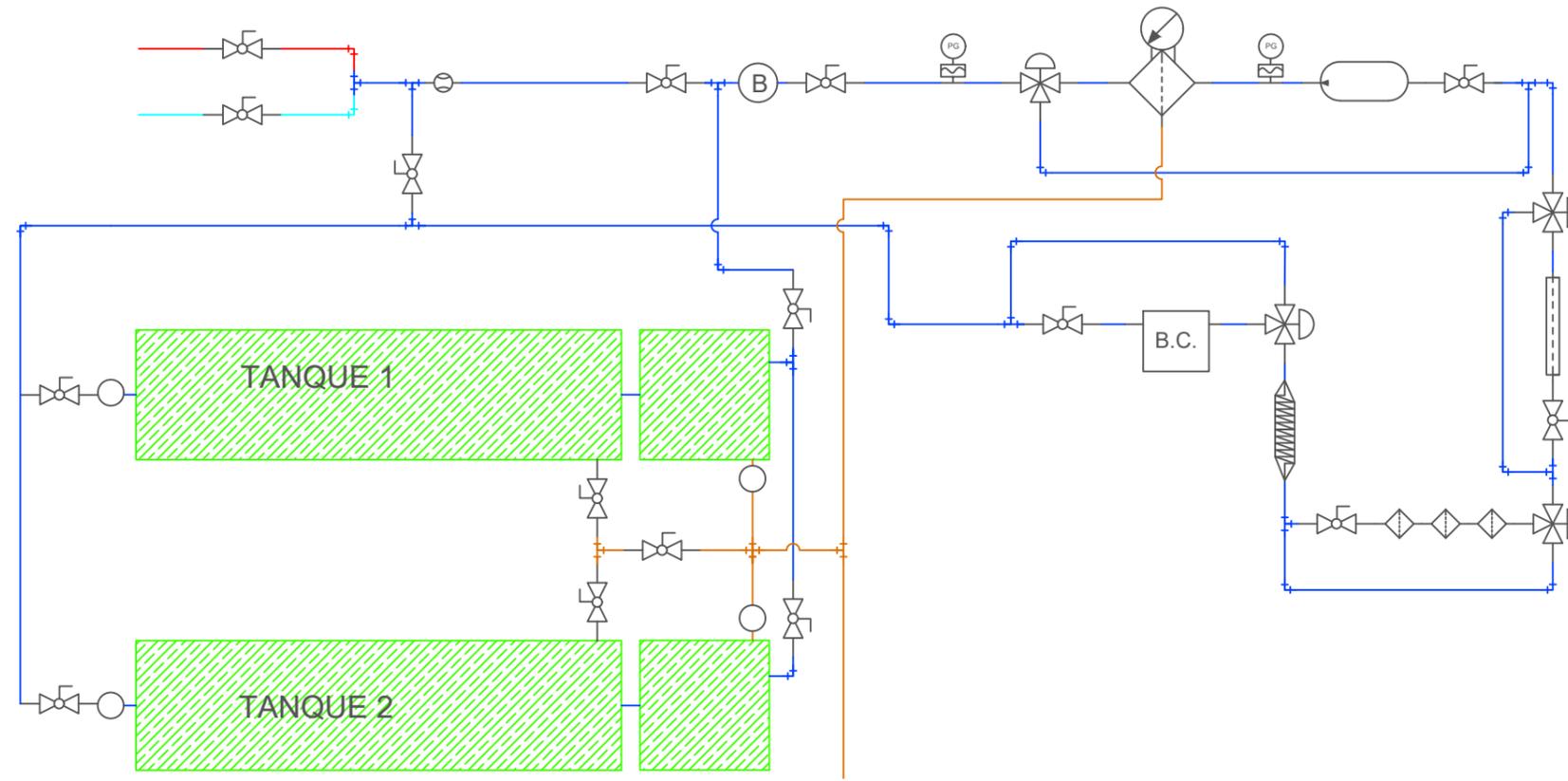
Nº DE PLANO:

5/9

FECHA:

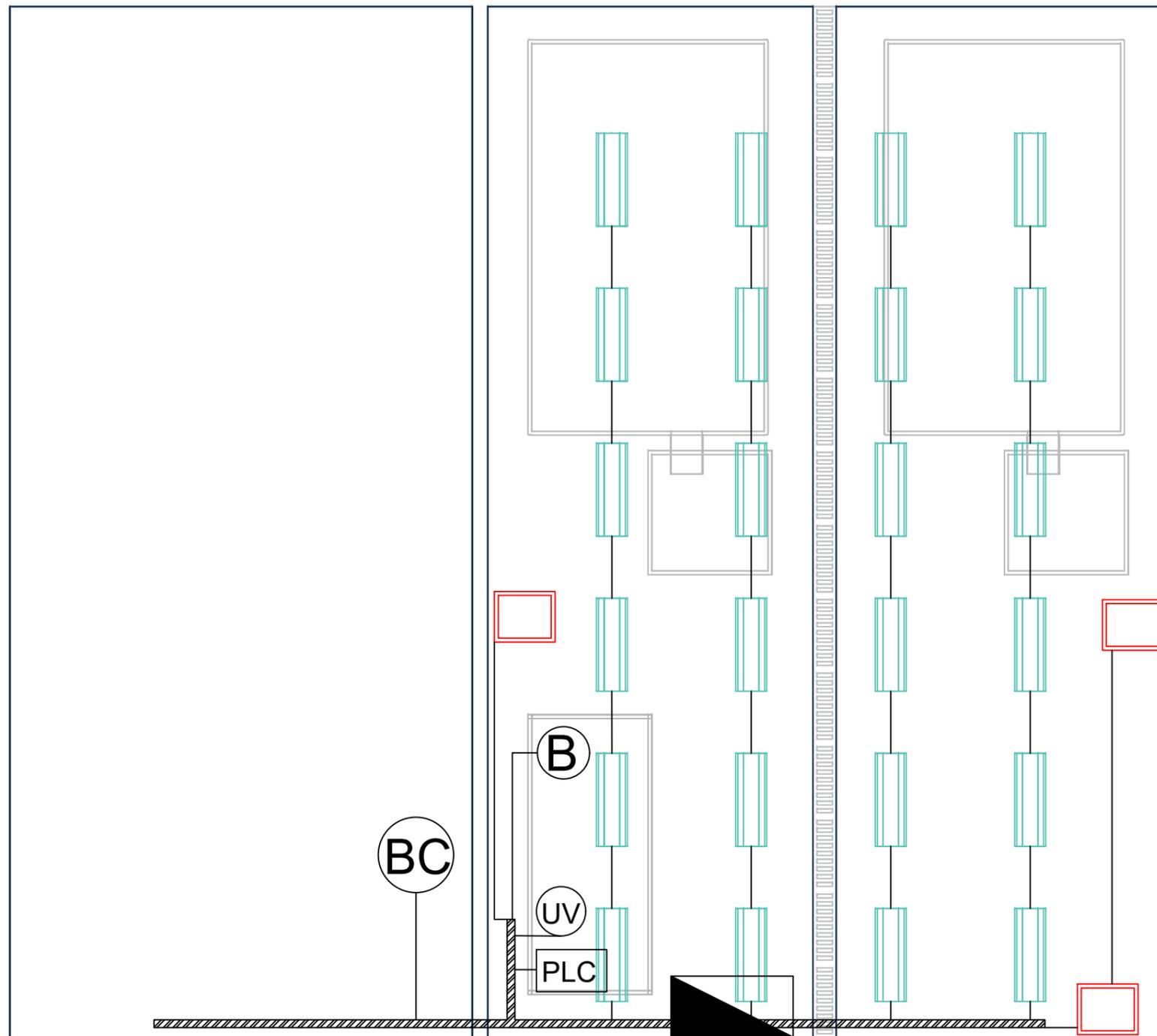
JUNIO, 2018

Leyenda



	Tubería de agua dulce PVC-PN10-DN50
	Tubería de agua salada PVC-PN10-DN90
	Tubería agua limpia PVC-PN10-DN50
	Tubería desague PVC-PN6-DN110
	Válvula de bola PVC - DN 50
	Válvula de tres vias PVC - DN 50
	Caudalímetro Tipo WALKMAN DN50
	Biofiltro Volumen: 0.5m ³
	Resistencia
	Filtros de cartucho
	Filtro de arena capacidad 30 m ³ /h
	Bomba de calor 5.5 kW/h
	Fluorescente UV 8kW
	Bomba Horizontal Qb: 30m ³ /h, Hb:61mca
	Desgasificador PVC 150DN - L=1m
	Manómetro de glicerina

	EL AUTOR	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	PROYECTO:	ESCALA:	Nº DE PLANO:
	ANTONIO CLERENCIA ABELANET	PUERTO DE SANTA MARÍA, CÁDIZ	PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.	S/E	6/9
			DENOMINACIÓN DEL PLANO:	FORMATO:	FECHA:
			ESQUEMA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA	A3	JUNIO, 2018



-  Fluorescente de 54W
-  Cuadro de protección
-  Luz emergencia de 8W
-  Bomba 7kW
-  Fluorescente UV 36W
-  Bomba de calor 5,5kW
-  Bandeja



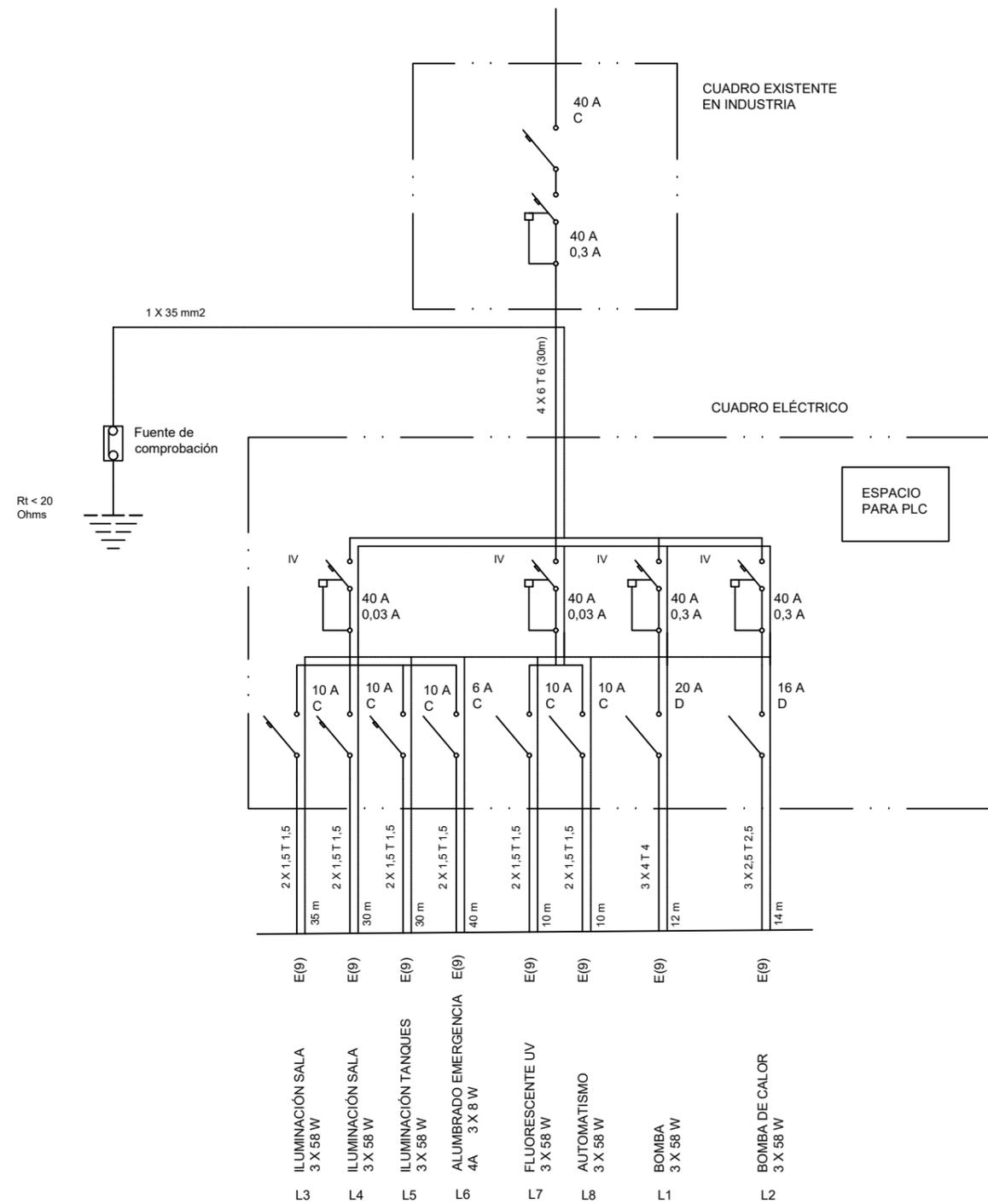
EL AUTOR
ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.
DENOMINACIÓN DEL PLANO:
INSTALACIÓN ELÉCTRICA

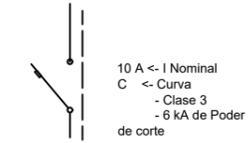
ESCALA:
S/E
FORMATO:
A3

Nº DE PLANO:
7/9
FECHA:
JUNIO, 2018

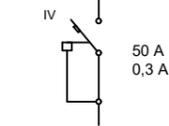


SIMBOLOGÍA

PIA



INTERRUPTOR DIFERENCIAL



E (9) : TIPO DE INSTALACIÓN (Nº DE LÍNEAS MÁXIMAS)

E(9)	E(9)	E(9)	E(9)	E(9)	E(9)	E(9)	E(9)
ILUMINACIÓN SALA 3 X 58 W	ILUMINACIÓN SALA 3 X 58 W	ILUMINACIÓN TANQUES 3 X 58 W	ALUMBRADO EMERGENCIA 4A 3 X 8 W	FLUORESCENTE UV 3 X 58 W	AUTOMATISMO 3 X 58 W	BOMBA 3 X 58 W	BOMBA DE CALOR 3 X 58 W
L3	L4	L5	L6	L7	L8	L1	L2



EL AUTOR

ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES EN UNA PISCIFACTORÍA DE 480 tn/año.

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR

ESCALA:

S/E

FORMATO:

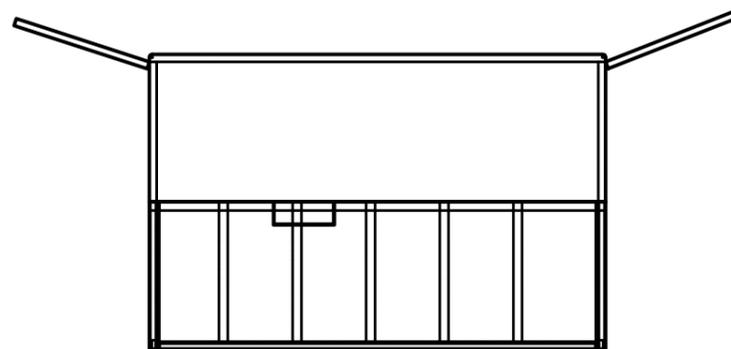
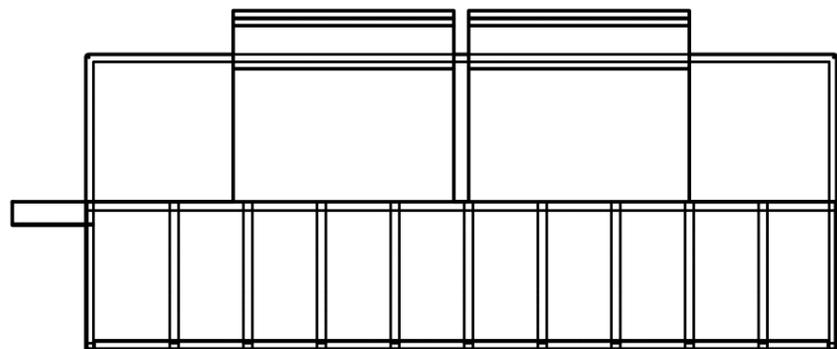
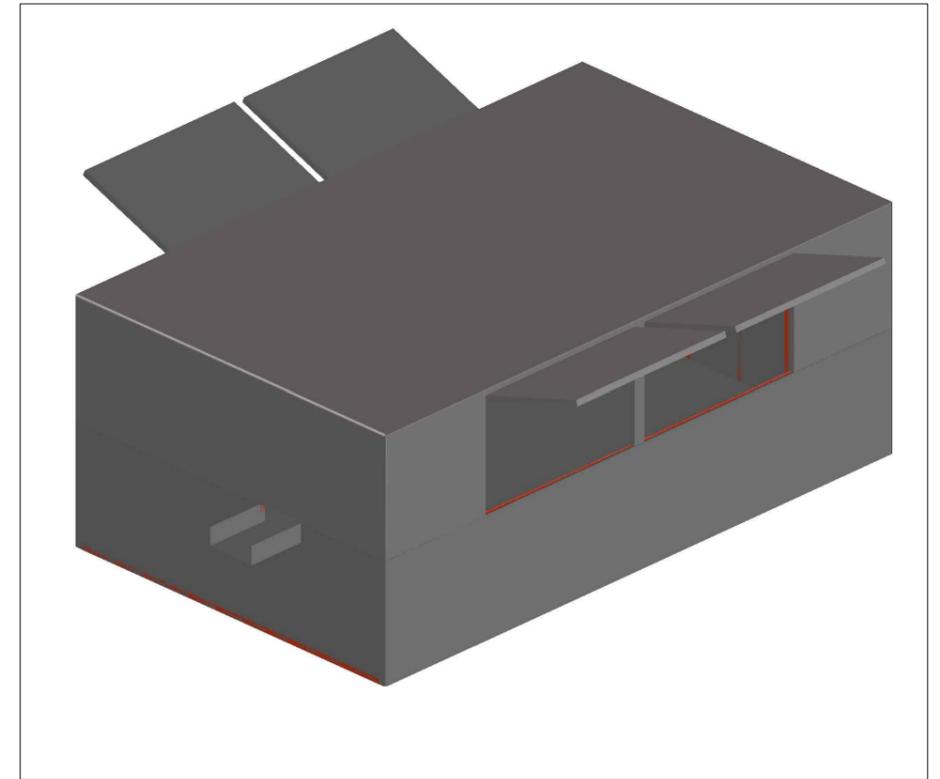
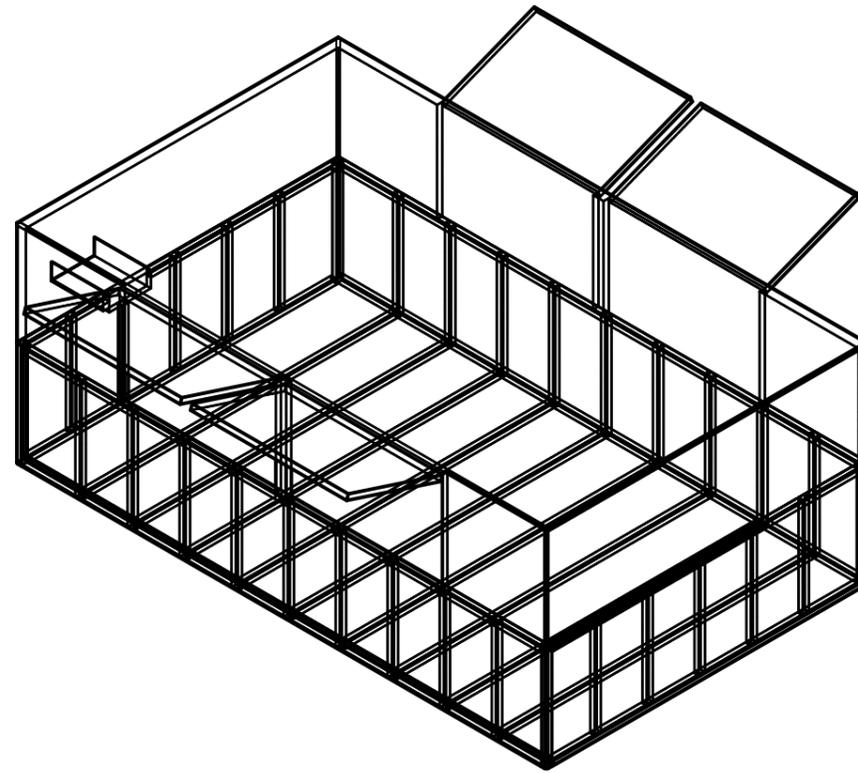
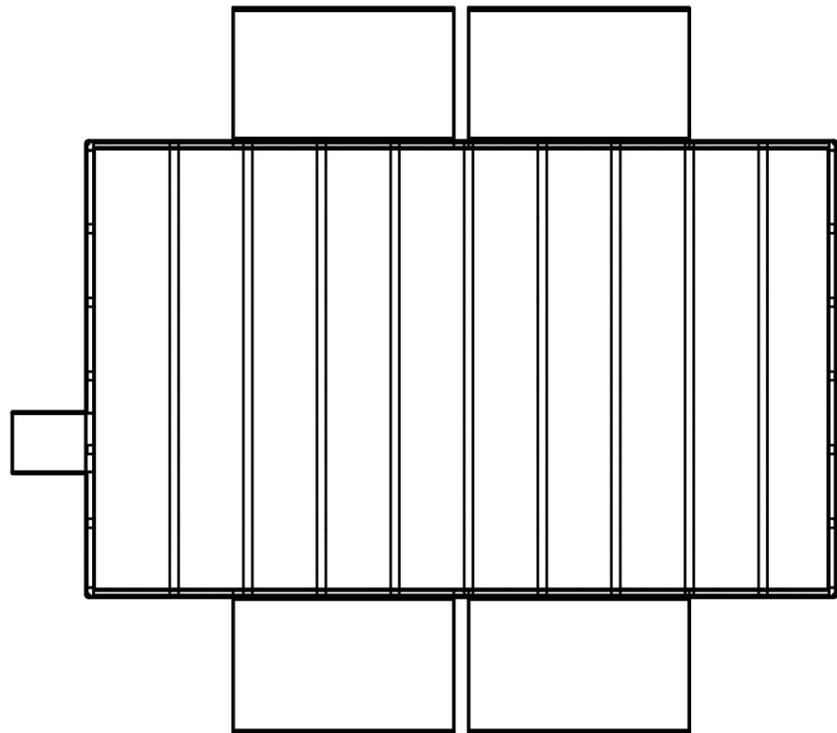
A3

Nº DE PLANO:

8/9

FECHA:

JUNIO, 2018



Características de los tanques	
Material	Fibra de vidrio con resina epoxi
Armazón	Perfiles de acero 60x40 mm
Dimensiones	5m x 3m x 1m; 15 m ³
Cubierta	5m x 3m x 1m, 4 ventanas laterales



EL AUTOR

ANTONIO CLERENCIA ABELANET

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PUERTO DE SANTA MARÍA,
CÁDIZ

PROYECTO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUES CON RECIRCULACIÓN
PARA EL MANTENIMIENTO DE LENGUADOS REPRODUCTORES

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

DETALLE CONSTRUCTIVO DE LOS TANQUES

ESCALA:

1:50

FORMATO:

A3

Nº DE PLANO:

9/9

FECHA:

JUNIO, 2018

Presupuestos Parciales



Capítulo I: Obra civil

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
1.1	m ³	Excavación para rebaje en roca dura con mortero expansivo, con líneas de taladros de 40 mm de diámetro con una separación de 400 mm, y separación de líneas de 80 cm, taladros 2 m de largo como máximo, troceado de material con martillo rompedor montado sobre retroexcavadora y carga de escombros sobre camión o contenedor	23,4	80,09	1.874,11
1.2	m ²	Pavimento de hormigón acabado con aditivos, incluidas armadura y solera			
1.2.1	m ²	Geotextil formado por fieltro de polipropileno no tejido ligado mecánicamente de 100 a 110 g/m ² , colocado sin adherir.	117	2,355	275,54
1.2.2	m ²	Lámina separadora de polietileno de 100µm y 96 g/m ² colocada no adherida	117	1,268	148,36
1.2.3	m ²	Solera de hormigón ligero elaborado en la obra de arcilla expandida 20 a 25 N/mm ² de resistencia a la compresión de densidad 1400 a 1600 kg/m ³ , de 20 cm de espesor	117	38,443	4.497,83
1.2.4	m ²	Pavimento de hormigón de 15 cm de espesor acabado con 3kg/m ² de polvo de cuarzo color con hormigón HA/25/B/IIa de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con 300kg/m ³ de cemento, apto para clase de exposición IIa, colocado con transporte interior mecánico, extendido y vibrado mecánico y fratasado mecánico.	117	18,165	2.125,31
1.2.5	m ²	Armadura para losas de hormigón AP500 T con malla electro soldada de barras corrugadas de acero ME 15x15 cm D 6-6mm 6x2 2m B500 T UNE-EN10080	117	3,763	440,27
1.3	m ²	Drenaje de cimientos con canal			
1.3.1	m ²	Recalzado de cerramiento de 4 cm de grosor, supermaón de 500x200x40 mm. LD, categoría I según la norma UNE-EN 771-1, para revestimiento, colocado con mortero cemento 1:4	3,9	13,049	50,89
1.3.2	m ²	Arrebozado a buena vista sobre paramento vertical interior a 3 m de altura como máximo, con mortero de cemento 1:4 remolinado.	3,9	17,45	68,06

1.3.3	m ²	Lamina de drenado nodular de polietileno de alta densidad, con un geotextil de polipropileno adherido en una de sus caras, con nódulos de 8 mm de altura aproximada y una resistencia a la compresión aproximada de 150 kN/m ² , fiada mecánicamente sobre paramento vertical.	3,9	7,666	29,90
1.3.4	m	Canaleta para la recogida de aguas de filtración, colocada a pie de muro, con mortero de cemento 1:6	3,9	8,737	34,07
1.3.5	Ud	Rejilla de impulsión de dos hileras de aletas, a la vista horizontales, de aluminio anodizado plateado, de 300x300 mm, de aletas orientables, separadas 20 mm, de sección recta y fijada al bastimento	3,9	33,533	130,78
				Total	9.975,10

Capítulo II: Conducciones

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
2.1	m	Tubo de PVC de 110mm de diámetro nominal exterior, de 6 bar de presión nominal, encolado según la norma UNE-EN 1452-2. Incluye parte proporcional de accesorios e instalación.	25	10,57	264,25
2.2	m	Tubo de PVC de 90mm de diámetro nominal exterior, de 10 bar de presión nominal, encolado según la norma UNE-EN 1452-2. Incluye parte proporcional de accesorios e instalación.	20	3,8	76
2.3	m	Tubo de PVC de 50mm de diámetro nominal exterior, de 10 bar de presión nominal, encolado según la norma UNE-EN 1452-2. Incluye parte proporcional de accesorios e instalación.	60	1,98	118,80
				Total	459,05

Capítulo III: Valvulería y elementos de control

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
3.1	Ud	Válvula de bola de material plástico , según norma UNE-EN ISO 16135, manual, para encolar, de 2 vías, DN 40 (para tubo de 50 mm), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de polipropileno homopolímero (PP-H), porta juntas roscado , cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), accionamiento por maneta	16	38,52	616,32
3.2	Ud	Válvula de bola de material plástico , según norma UNE-EN ISO 16135, manual, para encolar, de 3 vías, DN 40 (para tubo de 50 mm), de 10 bar de presión nominal, cuerpo y bola de PVC-U, porta juntas a presión , cerramiento de teflón PTFE y juntas de estanqueidad de etileno propileno dieno (EPDM), accionamiento por maneta	4	58,43	233,72
3.3	Ud	Contador Wolkman de transmisión magnética. Turbina horizontal DN 6" (140mm). Incluye parte proporcional de accesorios.	1	351,88	351,88
3.4	Ud	Manómetro glicerina de acero inoxidable con DN 63mm	2	103	206,00
3.5	Ud	PLC EATON 230 RCE - 6ED1052-1FB08-0BA0, alimentación a 230V con 8 entradas digitales y 4 salidas	1	143,99	143,99
3.6	Ud	Sonda Temperatura acero inoxidable, sensor Pt100, para instalación en tubería o inmersión, 5m. Incluye parte proporcional de accesorios.	1	240	240,00
3.7	Ud	Sonda galvánica de oxígeno disuelto HANNA. Incluye parte proporcional de accesorios.	1	570	570,00
				Total	2.362

Capítulo IV: Equipos

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
4.1	Ud	Bomba de calor trifásica de 5,5kw/h con volúmenes de 120m3 y un COP 5,11, de sistema reversible compatible para agua salada	1	1590	1590
4.3	m3	Bio Bola de plástico PP para el tratamiento del agua. Tamaño Φ 12x9mm y 660.000 bacterias por m3	1	289	289
4.4	Ud	Filtro de arena ASTRAPOOL con salida lateral. Fabricado en material plástico de una sola pieza. Equipado con manómetro, purgas de aire y agua manuales integradas. Válvula selectora incluida. Presión máxima de trabajo: 2,5 kg/cm2 (Φ 380, Φ 430, Φ 480).	2	209	418
4.5	Ud	Fluorescente UV . TUV T8 8W G13 UVC - Philips T8 Germicida UV-C	1	13,99	13,99
4.8	Ud	Filtro de cartucho de 2" de diámetro, de material plástico, con elemento filtrante de malla de 120 mesh, sin válvula de purga y con toma manométrica, para montar roscado	3	63,28	189,84
				Total	2.500,83

Capítulo V: Equipo de bombeo

Nº Partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
5.1	Ud	Electrobomba de tipo horizontal. P= 7 kW, HB=61 mca, Q= 30 m ³ /h y rendimiento 75%.	1	1952	1.952
5.2	Ud	Variador de frecuencia modelo ITTP5.5WRS de la casa Prinze, con entrada y salida trifásica, una frecuencia de entrada de 50-60 Hz y una intensidad de 14 A.	1	1725	1.725
				Total	3.677,00

Capítulo VI: Tanques

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
6.1	Ud	Tanques de cultivo con capacidad de 15 m3. Armazón de perfiles de acero 20x20mm, revestido de fibra de vidrio y resina epoxi.	2		
6.2	Ud	Fibra De Vidrio Mat 300 en rollos de 148m2	8	189	1.512,00
6.3	Ud	Epoxi super sap , resina transparente con filtro U.V. para laminados de fibra de vidrio. Envase de 6kg.	4	147,35	589,40
6.4	Ud	Perfil tubular cuadrado genérico de acero 20x20 x 2 mm x 6 m.	20	5,38	107,60
6.2	Ud	Depósito Rectangular de poliéster fibra de vidrio 200 litros	2	95,23	190,46
				Total	2.399,46

Capítulo VII: Iluminación

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
7.1	ud	Lámpara fluorescente tubular, tipo Philips TL-D de 54W, luz estándar y rendimiento lumínico de 70 a 85. Incluye parte proporcional de accesorios y ayuda de albañil. Instalado y probado.	27	5,9	159,30
7.3	ud	Iluminación emergencia de 8W, no permanente y no estanca, grado de protección IP4X. Rectangular con difusor y cuerpo de policarbonato. 1h de autonomía. Incluye parte proporcional de accesorios y ayuda de albañil. Instalado y probado.	3	37,65	37,65 €
				Total	196,95

Capítulo VIII: Protecciones

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
8.1	ud	Interruptor automático magnetotérmico de 10 A de intensidad nominal, tipo PIA curva C, tetrapolar (4P), de 6000 A de poder de corte según UNE-EN 60898 y de 10 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, de 4 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN	5	100,71	503,55
8.2	ud	Interruptor automático magnetotérmico de 6 A de intensidad nominal, tipo PIA curva C, tetrapolar (4P), de 6000 A de poder de corte según UNE-EN 60898 y de 10 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, de 4 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN	1	98,35	98,35
8.3	ud	Interruptor automático magnetotérmico de 20 A de intensidad nominal, tipo PIA curva D, tetrapolar (4P), de 6000 A de poder de corte según UNE-EN 60898 y de 10 kA de poder de corte según UNE-EN 60947-2, de 4 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN	2	157,54	315,08
8.4	ud	Interruptor diferencial de la clase A, gama terciario, de 40 A de intensidad nominal, tetrapolar (4P), de sensibilidad 0.3 A, de desconexión fijo instantáneo, con botón de test incorporado y con indicador mecánico de defecto, construido según las especificaciones de la norma UNE-EN 61008-1, de 4 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN	2	252,2	504,40
8.5	ud	Interruptor diferencial de la clase A, gama terciario, de 40 A de intensidad nominal, tetrapolar (4P), de sensibilidad 0.03 A, de desconexión fijo instantáneo, con botón de test incorporado y con indicador mecánico de defecto, construido según las especificaciones de la norma UNE-EN 61008-1, de 4 módulos DIN de 18 mm de ancho, montado en perfil DIN	2	198,42	396,84
				Total	1.818,22

Capítulo IX: Caja de protección

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
9.1	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 10, para protección de la línea general de alimentación, autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	1	376	376
				Total	376,00

Capítulo X: Cableado

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
10.1	m	Cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RV-k, unipolar, de sección 1 x 6 mm ² , con cubierta del cable de PVC	30	1,22	36,60
10.2		Cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RV-k, unipolar, de sección 1 x 4 mm ² , con cubierta del cable de PVC	12	1,1	13,20
10.3		Cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RV-k, unipolar, de sección 1 x 2,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC	14	1,08	15,12
10.4	m	Cable con conductor de cobre de 0,6 / 1 kV de tensión asignada, con designación RV-K, bipolar, de sección 2 x 1,5 mm ² , con cubierta del cable de PVC	155	1,06	164,30
				Total	229,22

Capítulo XI: Canalizaciones

Nº PARTIDA	Unidad	Concepto	Cantidad	Precio (€/ud.)	Importe (€)
11.1	m	Canaleta de rejilla para conducción de cableado de acero INOX304 resistente a la corrosión clase C9 35X60 mm. Incluye parte proporcional de accesorios. Instalado y probado.	12	31,24	374,88
				Total	374,88

Resumen de presupuesto



Presupuesto parcial de la instalación hidráulica			Importe (€)
Capítulo	I	Obra civil	9.675,10
Capítulo	II	Conducciones	459,05
			10.134,15
Presupuesto parcial de la instalación eléctrica			
Capítulo	III	Valvulería y elementos de control	2.602,00
Capítulo	IV	Equipos	2.500,83
Capítulo	V	Equipos de bombeo	3.677,00
Capítulo	VI	Tanques	2.399,46
Capítulo	VII	Iluminación	196,95
Capítulo	VIII	Protecciones	1.818,22
Capítulo	IX	Caja de protección	376,00
Capítulo	X	Cableado	229,22
Capítulo	XI	Canalizaciones	374,88
			14.174,00
Presupuesto de ejecución material (PEM)			24.308,62
Gastos generales (13%)			3.160,12
Beneficio industrial (6%)			1.458,52
Suma total			28.927,26
IVA (21%)			6.074,72
Presupuesto de ejecución por contrato (PEC)			35.001,98

El presente presupuesto de ejecución por contrato es de TRENTA Y CINCO MIL UN EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS (**35.001,98 €**).

Castelldefels, Barcelona 26 de Septiembre de 2018.

Antonio Clerencia Abelanet