

05-023

DESIGN OF A LIGHTING SYSTEM FOR PURSE SEINE FISHING

Sierra Garriga, Carlos

UPC

The purse-seine fishing in Catalonia is a fishing activity that takes place at night and whose main target species are sardines and anchovies.

The usual work schedule is between 12 in the evening and 7 in the morning.

The modality is based on the use of two boats. One, the largest one that is responsible for the detection of shoals, to carry out the purse seine maneuver and bagging it and also to board it and then transport it to the port where its first sale is to take place.

The small boat (light boat) is equipped with an autonomous system of lighting of great power that facilitates the concentration of the fish around it.

The purpose of this paper is to describe the process of designing a solution based on LED technology alternative to the current lighting system based on incandescence used in the auxiliary boat in purse seine fishing.

Keywords: *lighting; led; fishing*

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA LA PESCA DE CERCO

La pesca de cerco en Cataluña es una actividad pesquera que se realiza en horas nocturnas y que tiene como principales especies objetivo la sardina y el boquerón.

El horario de trabajo habitual es el comprendido entre las 12 de la noche y las 7 de la mañana.

La modalidad se basa en la utilización de dos embarcaciones. Una, la más grande que es la responsable de la detección del banco, efectúa la maniobra de cerco y embolsado del mismo y también de su embarque a bordo y posterior transporte a puerto donde se ha de efectuar la su primera venta.

La embarcación pequeña (bote de luces) va equipada con un sistema autónomo de iluminación de gran potencia que facilita la concentración del pescado a su alrededor.

El objeto del presente trabajo es el de describir el proceso de diseño de una solución basada en tecnología LED alternativa al sistema de iluminación actual basado en incandescencia empleado en el bote auxiliar en la pesca de cerco.

Palabras clave: *iluminación; led; pesca*

Correspondencia: Carlos Sierra Garriga carlos.sierra@upc.edu - 934017166



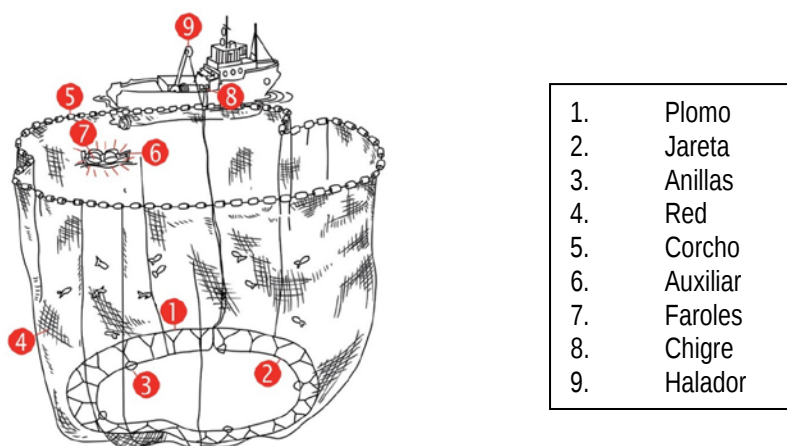
©2019 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1 INTRODUCCIÓN

1.1 LA PESCA DE CERCO

En Cataluña el sector de la pesca representa una actividad económica importante a lo largo de toda la zona costera. Actualmente la flota pesquera está constituida por más de un millar de embarcaciones, de las cuales aproximadamente una tercera parte se dedica a la modalidad de pesca de arrastre y una décima parte se dedica a la modalidad de pesca de cerco.

Figura 1: Pesca al cerco



La pesca de cerco en Cataluña es una actividad pesquera que se realiza en horas nocturnas y que tiene como principales especies objetivo la sardina y el boquerón.

El horario de trabajo habitual es el comprendido entre las 12 de la noche y las 7 de la mañana.

La modalidad se basa en la utilización de dos embarcaciones. Una, la más grande que es la responsable de la detección de los cardúmenes, de efectuar la maniobra de cerco y embolsado del mismo y también de su embarque a bordo y posterior transporte a puerto donde se ha de efectuar la su primera venta.

La embarcación pequeña (bote de luces) va equipada con un sistema autónomo de iluminación de gran potencia que facilita la concentración del pescado a su alrededor.

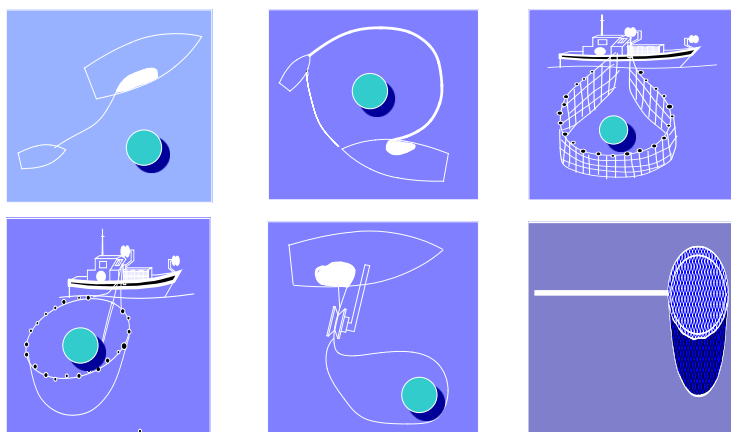
Figura 2: Embarcaciones empleadas en la pesca al cerco



La maniobra de pesca es la siguiente:

1. Las dos embarcaciones, tal como se ve en la foto anterior, se hacen a la mar a primera hora de la noche. La embarcación grande va equipada con sistemas de sonar y sondas que le permiten detectar los bancos de peces en que se agrupan sus especies objetivo.
2. Una vez localizada el banco, se libera el bote de luces y se encienden los potentes focos que iluminan la superficie del mar. Esto provoca que el banco de pescado se concentre aún más alrededor de él.
3. Una vez concentrada el banco, se va calando la red mientras la embarcación describe un círculo alrededor del bote de luces.
4. Una vez rodeada el banco de pescado, se cierra la red por su parte inferior y el pescado queda retenido en el interior de la gran bolsa semiesférica que forma la red.
5. Se recupera toda la red y la bolsa se va reduciendo de diámetro por lo que finalmente queda recogida en un lado de la barca.
6. Con un salabre se embarca el pescado en cubierta y se reparte en cajas.

Figura 3: Proceso de pesca al cerco



Actualmente la mayoría de botes de luces llevan todavía instalados sistemas de iluminación basados en fuentes de luz de incandescencia. Algunos llevan ya sistemas de iluminación basados en LEDs que han sido instalados por diferentes empresas y que no dejan de ser dispositivos pilotos que no garantizan la adaptación real a la potencia lumínica regulada por la normativa vigente.

1.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA FLOTA DE CERCO

En Cataluña hay actualmente un total de 82 embarcaciones de cerco:

- Girona: 26
- Barcelona: 37
- Tarragona: 19

Las dimensiones de las embarcaciones de esta flota oscilan entre los **12 y los 20 metros de eslora** aproximadamente, mientras que los botes de luz oscilan entre **5-7 metros de eslora**.

Su actividad se desarrolla por dentro de las 12 millas náuticas de distancia a la costa y habitualmente por dentro de las 6.

La actividad es diaria, de lunes a viernes, (el fin de semana es de descanso) de manera que cada día a primera hora de la mañana vuelven a puerto para descargar y efectuar la venta.

1.3 EL BOTE DE LUCES

Como se ha comentado antes, el bote de luces es una embarcación de pequeñas dimensiones, normalmente de entre 5 y 7 metros de eslora. Está equipado con un motor auxiliar y un pequeño generador que le permite alimentar 12 lámparas de incandescencia de 500 w cada una (total 6000 W) durante las horas nocturnas en que están encendidas, podríamos hablar de entre 5 o 6 horas por noche.

Las salidas se realizan 220 días al año, y la luz debe estar encendida unas 6 horas al día. Esto hace un total de 1320 horas de funcionamiento anuales. El consumo energético anual es de unos 8000 kWh/año.

Durante la navegación nocturna, el bote de luces es remolcado por la embarcación principal y sufre continuamente salpicaduras de agua de mar por lo que los materiales empleados en el sistema de iluminación sufren las inclemencias de varios agentes: corrosión, impactos, salpicaduras, etc.

Durante el día, los botes quedan amarrados a puerto, sufriendo aquellas mismas inclemencias meteorológicas y climatológicas que el resto de instalaciones portuarias.

Figura 4: Bote de luces



1.4 DESCRIPCIÓN DE SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

Como se puede apreciar en la imagen, el sistema de iluminación actual es muy básico. Está formado por tres lámparas de incandescencia, que se disponen en el interior de una carcasa de fibra de vidrio pintada interiormente de blanco y con una superficie metálica a modo de reflector. Las fuentes de luz son lámparas de incandescencia de 500W cada una, alimentadas a una tensión de 27V.

Figura 5: Sistema de iluminación actual



Cada embarcación incorpora entre 4 y 6 luminarias, con una potencia total instalada de unos 6000W y un flujo luminoso de unos 100.000 lm.

La luminaria no dispone de ninguna protección, por lo que las lámparas están expuestas a las inclemencias ambientales, tales como salpicaduras, impactos, vibraciones, etc., lo que provoca que la vida útil sea bastante limitada, inferior a las 800 h de funcionamiento.

Por otro lado, otro de los aspectos a tener en cuenta es el consumo energético del conjunto. Actualmente se alimentan con un generador, y dada la poca eficacia del conjunto, el coste en combustible es muy elevado.

1.5 NORMATIVA APLICABLE

La normativa pesquera regula la potencia/intensidad lumínica.

Concretamente en el Orden AAA/2793/2012, de 21 de diciembre, por la que se modifica la Orden ARM/2529/2011, de 21 de septiembre, por la que se regula la pesca con artes de cerco en el Caladero Mediterráneo.

Esta disposición dice textualmente:

"Artículo 6. Potencia eléctrica de los focos e intensidad lumínica.

1. El número máximo de bombillas, lámparas y portalámparas del bote auxiliar de cada buque cerquero será de doce, con una potencia eléctrica máxima de 500 W por bombilla, de modo que en ningún momento se exceda de una potencia eléctrica total de 6.000 vatios.
2. En caso de que el armador optare por substituir todas las bombillas o lámparas incandescentes tradicionales con la potencia eléctrica descrita en el párrafo anterior por sistemas de iluminación de bajo consumo, como las bombillas o lámparas de tipo "LED" (diodos foto emisores) u otras similares, su intensidad de luz, en total, nunca podrá superar los 100.000 lúmenes"

2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

El planteamiento sería el de desarrollar un sistema de iluminación formado por 6 luminarias, en la que cada una de ellas cumplirá con las siguientes especificaciones:

2.1 ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

1. Potencia máxima: 250 W
2. Funcionamiento en CC con baterías, por seguridad eléctrica (12V–48V)
3. Clase eléctrica II
4. Autonomía del sistema: 7 horas, en función de la demanda de potencia.
5. Dispondría de un sistema de regulación de flujo manual que permitiría regular la potencia entre el 0 i el 100%, en función de las necesidades de luz.

Las luminarias se conectarán al banco de baterías de la embarcación, a una tensión entre 12 y 24V CC. Las propias luminarias integrarán un driver que adaptará los parámetros eléctricos (Tensión e Intensidad) a las necesidades de iluminación en cada momento.

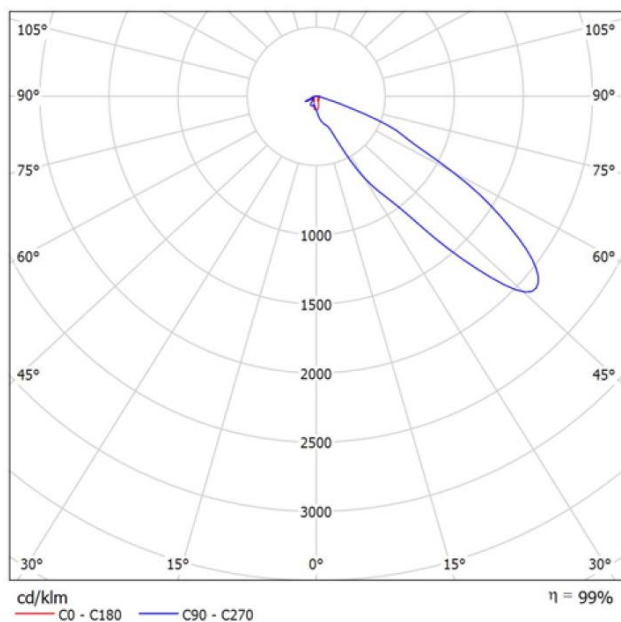
La regulación de las luminarias se realizará desde un único control, de forma que todas las luminarias se regulen a la vez al mismo nivel de potencia.

2.2 ESPECIFICACIONES LUMÍNICAS

Las características fotométricas de cada luminaria serán:

1. Flux lumínico máximo: 25.700 lm (para 250 W)
2. Temperatura de color: 3000 K
3. Índice de reproducción cromática: Mínimo CRI80
4. FHS instalado: 0%
5. Distribución fotométrica asimétrica

Figura 6: Fotometría especificada para el nuevo sistema de iluminación



2.3 ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Las características mecánicas exigibles serán:

1. Material carcasa: Aluminio anodizado
2. IP mínimo: IP67
3. IK mínimo: IK09
4. Dimensiones y pesos que permitan el anclaje a los soportes actuales
5. Protección anticorrosiva para minimizar el efecto del ambiente marino.

3 DISEÑO DE LA LUMINARIA

3.1 FUENTE DE LUZ

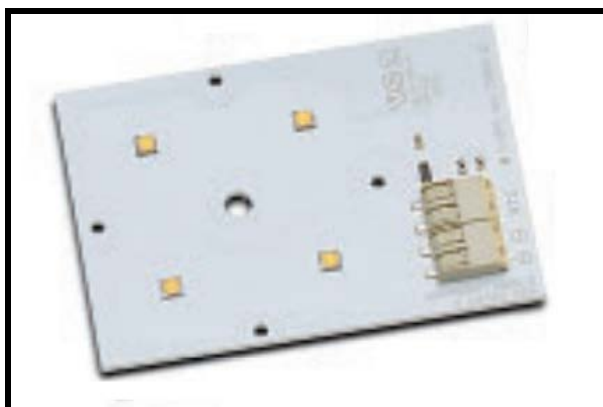
La luminaria a emplear incorporará tecnología led, en concreto irá equipada con 56 leds, dispuestos en 14 módulos PCB de 4 leds cada uno, apropiado para funcionamiento en corriente constante. A estos módulos se les puede acoplar lentes estándar (50x50 mm, paso 25,4 mm).

Las características de estos módulos led son las siguientes:

- Corriente máxima de alimentación: 1.400 mA (Regulable).
- Temperatura de color: 3000K
- Tolerancia de color: 3 elipses de MacAdam - 3SDCM.
- Flujo luminoso nominal (700 mA): 1120 lm.

Con el objetivo de optimizar la autonomía del sistema, se ha optado por alimentar a los módulos led con una intensidad de 1400 mA, lo que implica una potencia de 17.2W por módulo.

Figura 7: Módulo LED seleccionado

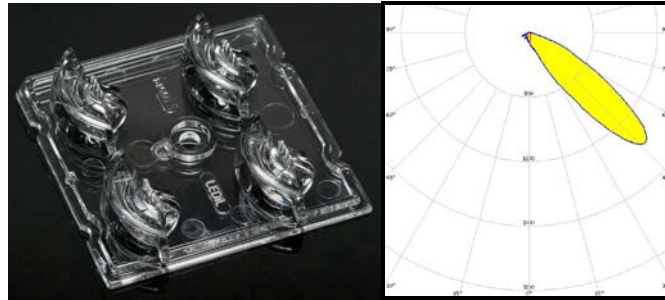


3.2 ÓPTICA

La luminaria a emplear incorporará tecnología led, en concreto irá equipada Para conseguir una distribución fotométrica adecuada, se ha optado por una lente estándar de 25 x 25 mm compatible con el módulo led. Esta lente está fabricada en PMMA y tiene un rendimiento del 94%.

Cada uno de los conjuntos módulo led – óptica se orienta de forma que el flujo luminoso se distribuya de la forma óptima en la superficie del mar.

Figura 8: Lente empleada en la nueva luminaria y su distribución fotométrica



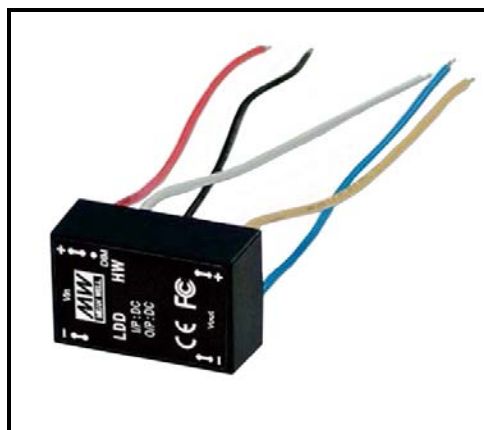
3.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Se ha optado por buscar una solución modular, por lo que se ha seleccionado una fuente de alimentación individual para cada módulo led, que se integrará en el interior de la luminaria, de forma que se garantiza mejor la estanqueidad del conjunto.

Se ha buscado también un dispositivo que trabaje con CC, en una gama amplia de voltajes, dado que diferentes barcos pueden disponer de diferentes bancos de baterías, con características diferentes. Por ello se ha optado por una fuente de alimentación regulable vía PWM y de elevada eficiencia. De esta forma, la fuente de alimentación seleccionada tiene las siguientes características:

- Tensión de entrada: 9-52 V CC
- Tensión de salida: 2-52V CC
- Intensidad de salida: 1400 mA
- Regulación PWM
- Eficiencia: 97%

Figura 9: Fuente de alimentación seleccionada



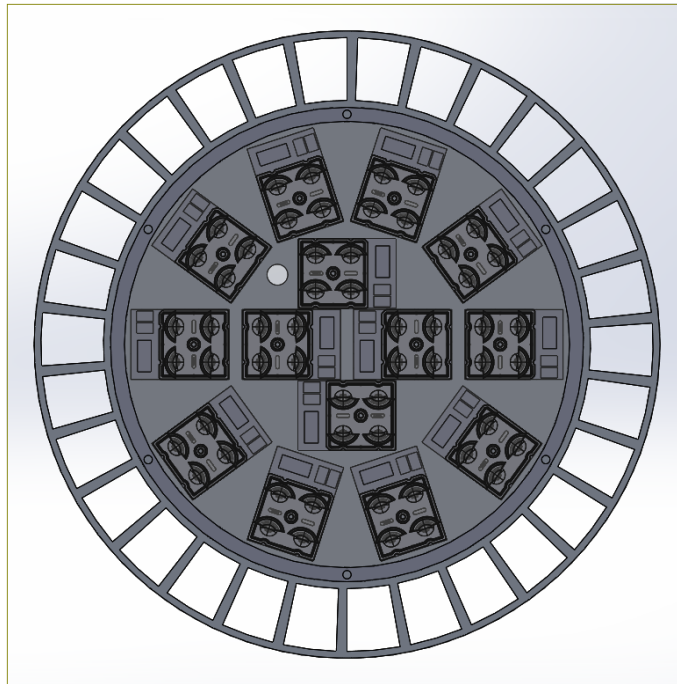
3.4 DISPOSICIÓN FINAL DE LA LUMINARIA

Con el objetivo de conseguir una óptima distribución del flujo, se han dispuesto los módulos de una forma regular, pero modificando la orientación de las ópticas. Con todo ello, las especificaciones finales de la luminaria son:

- Potencia: 240 W

- Tensión de alimentación: 9-52 V CC
- Intensidad de alimentación: 1400 mA
- Flujo total de la luminaria 25.000 lm (100%)

Figura 10: Disposición de los módulos led en la luminaria



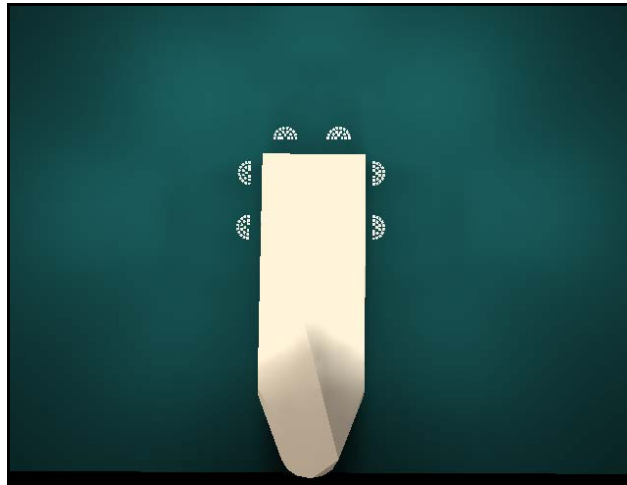
4 RESULTADOS TEÓRICOS

Para realizar un estudio teórico, se ha realizado el siguiente supuesto: La embarcación incorpora 4 luminarias, cada una de ellas de 240W de potencia, con lo que flujo luminoso total unitario es de 102.000 lm aproximadamente.

Se supone también que las luminarias se encuentran a unos 2m de altura respecto el nivel del mar y distribuidas simétricamente en la popa de la embarcación.

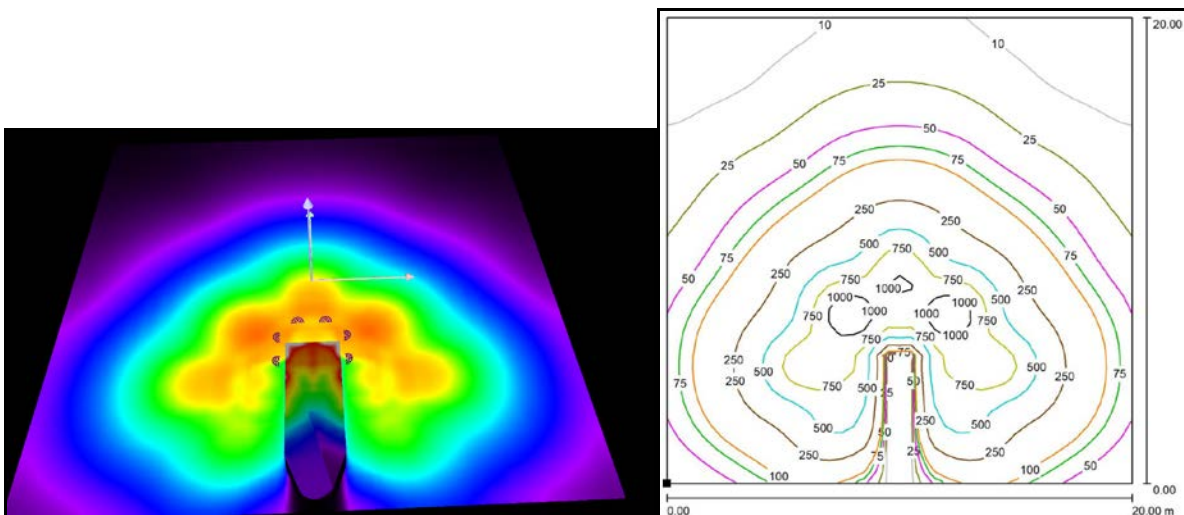
Como zona de estudio se ha tomado una zona cuadrada de 20x20 m, ubicándose la embarcación centrada en la parte inferior de la zona de estudio.

Figura 10: Disposición del sistema de iluminación en el bote



Una vez realizado el cálculo, la distribución de luz resultante es la que se muestra en las imágenes siguientes:

Figura 11: Resultados teóricos



5 RESULTADOS OBTENIDOS

Una vez finalizadas las simulaciones, se procedió a realizar el montaje de un prototipo para poder ensayarlo y valorar sus prestaciones.

Figura 11: Diseño final del prototipo



Prototipo muestra

Una vez construido, se procede a valorar sus prestaciones por parte de los responsables del bote, con una valoración muy positiva en cuanto a la distribución y la tonalidad de la luz.

Figura 11: Primeras pruebas de luz



Una vez validado el diseño por parte de los pescadores, se procedió a elaborar tres prototipos más para instalarlos en el bote de pesca y evaluar su comportamiento durante la pesca.

Figura 11: Disposición final del sistema de iluminación en el bote



Figura 11: Pruebas finales



6 CONCLUSIONES

Con el nuevo sistema de iluminación empleado se han conseguido sustanciales mejoras respecto a la instalación convencional existente:

- Se ha conseguido reducir la potencia instalada de 6000W a 1000W sin pérdida de flujo.
- Se ha alargado la vida útil de las fuentes de luz de una forma muy considerable, pasando de las 200 h de las lámparas de incandescencia a las 30.000h de las luminarias led.
- Se ha mejorado la distribución del flujo luminoso, abarcando ahora un área mucho mayor que la que se conseguía con el sistema de iluminación tradicional.
- Se ha mejorado la seguridad eléctrica de la instalación, puesto que las luminarias instaladas trabajan a una tensión continua de 12/24V, con lo que se ha eliminado la instalación existente de 230V.

7 BIBLIOGRAFIA

CIE Publ. 18:1970 (1970). "Principles of light measurements". CIE.

KEITH, H. A. E. (1974). "Cálculos y medidas en Luminotecnia". *Biblioteca Técnica Philips. Ed. Paraninfo.*

BOYCE P.R., EKLUND N.H. (1988). "Simple tools for evaluating lightning".

Proceedings CIBSE National Lightning Conference. 255-261.

CIE Publ. DS 17.2/E:2009 ILV. (2009). "International Lighting Vocabulary". CIE.

SA LAGO, ALFRED (2016), "Aplicaciones del led en el diseño de iluminación". Ed: MARCOMBO, S.A., ESPAÑA.