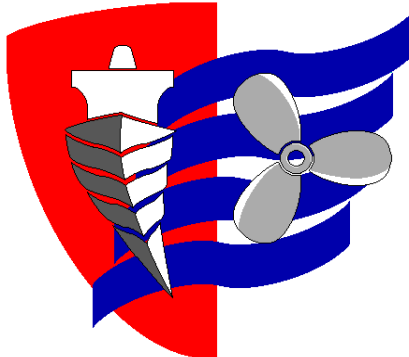


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



Trabajo Fin de Grado

**MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO
SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR
TECNOLOGÍA LED**

**IMPROVING ENERGY EFFICIENCY PLAN OF RO-RO SHIP
GALICIA REPLACING ITS FLUORESCENT LIGHTING BY
LED TECHNOLOGY**

Para acceder al Título de Grado en

INGENIERÍA NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

**Autor: D. Saúl Salinas Cubero
Director: Dr. Ernesto Madariaga Domínguez
Director: Dr. Sergio García Gómez**

Julio – 2016

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que me han ayudado a que este Trabajo Fin de Máster, llegue a buen puerto:

A la Universidad de Cantabria, especialmente a la Escuela Técnica Superior de Náutica, por haberme dado la oportunidad de cursar este Grado.

A mis directores, Dr. Ernesto Madariaga Domínguez y Dr. Sergio García Gómez por su disponibilidad, implicación, compromiso y paciencia durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado. Gracias por sus siempre atentas y rápidas respuestas.

A mis amigos, que han sabido respetar durante este tiempo mis horas de aislamiento.

Al Capitán y buen amigo, D. Javier Lamelas Olarán, por todo lo que ha significado en mi vida, por su apoyo, su tiempo y sus valiosos consejos.

A Belén a Gema y a María por su estimable comprensión, dedicación y apoyo.

Joaquín y a Francisco, que me han asesorado siempre que lo he necesitado.

A mis padres. y a mi hermana, Sandra, por quererme tan bien.

ÍNDICE.

ÍNDICE	1
RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	4
ABREVIATURAS Y SIGLAS	6
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	 7
1.- INTRODUCCIÓN	7
 CAPÍTULO II: ANTECEDENTES	 10
2.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ILUMINACIÓN	11
2.1.- EL FUEGO	12
2.2.- LAMPARAS DE ACEITE	12
2.3.- VELAS	13
2.4.- LAMPARAS DE GAS	13
2.5.- LAMPARAS ELÉCTRICAS	14
2.6.- LAS LÁMPARAS DE DESCARGA ELÉCTRICA	16
2.7.- LA LAMPARA HALOGENA	18
2.8.- EL LED	18
 CAPÍTULO III: OBJETIVOS	 20
3.- OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y OBJETIVOS METODOLÓGICOS	21
3.1.- OBJETIVOS FUNDAMENTALES	21
3.1.1.- OBJETIVOS METODOLÓGICOS	22
 CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	 23
4.- METODOLOGÍA	24
4.1.- EL BUQUE GALICIA	24
4.2.- TIPOS DE LAMPARAS	29
4.2.1.- LAMPARAS DE INCANDESCENCIA	29
4.2.2.- LAMPARAS FLUORESCENTES	29

4.2.2.1.- ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TUBO FLUORESCENTE. _____	30
4.2.2.1.1.- TUBO DE DESCARGA _____	30
4.2.2.1.2.- CASQUILLOS DE CONEXIÓN _____	30
4.2.2.1.3.- ELECTRODOS _____	30
4.2.2.1.4.- GAS DE RELLENO _____	31
4.2.2.1.5.- POLVOS FLUORESCENTES _____	31
4.2.2.2.- EQUIPO COMPLEMENTARIO _____	32
4.2.2.2.1.- REACTANCIA O BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO _____	32
4.2.2.2.2.- CEBADOR _____	32
4.2.2.2.3.- PORTATUBO Y PORTACEBADOR _____	33
4.2.2.3.- MONTAJES CON TUBOS FLUORESCENTES _____	33
4.2.2.3.1.- SIMPLE _____	33
4.2.2.3.2.- DOS TUBOS EN SERIE CON UNA REACTANCIA _____	34
4.2.2.3.3.- VARIOS TUBOS INDEPENDIENTES _____	34
4.2.2.3.4.- CONEXIÓN DUO _____	35
4.2.2.4.- FLUORESCENTES EN EL BUQUE GALICIA _____	36
4.2.3.- LÁMPARAS HALÓGENAS _____	37
4.2.4.- LED _____	38
4.2.4.1.- ESTRUCTURA INTERNA _____	38
4.2.4.2.- TUBO T8 _____	39
4.2.4.2.1.- ¿QUÉ ES LA “T”? _____	39
4.2.4.2.2.- ¿QUÉ SIGNIFICA EL NÚMERO DESPUÉS DE LA LETRA? _____	39
4.2.4.3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS LED _____	39
4.2.4.3.1.- POTENCIA (W) _____	39
4.2.4.3.2.- TEMPERATURA DEL COLOR (K) _____	40
4.2.4.3.3.- ANGULO DE EMISIÓN _____	40
4.2.4.3.4.- EL NÚMERO DE LEDS _____	40
4.2.4.4.- VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CAMBIO DE FLUORESCENTES POR TUBOS LED _____	41
4.2.4.4.1.- MEDIO AMBIENTALES. _____	41
4.2.4.4.2.- ECONÓMICAS _____	42
4.2.4.4.3.- VENTAJAS EN DISEÑO Y ARQUITECTURA _____	42
4.2.4.5.- DESVENTAJAS DEL LED _____	43
4.2.4.6.- METODO DE SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LEDS APROVECHANDO LA ANTIGUA LUMINARIA _____	45
4.2.4.7.- EL BUQUE GALICIA Y SU ILUMINACIÓN _____	46
4.3.- MARPOL _____	47

4.3.1.- ANEXO VI, RESOLUCIÓN MEPC. 213(63)	50
4.3.1.1.- PLANIFICACIÓN	50
4.3.1.2.- IMPLANTACIÓN	51
4.3.1.3.- VIGILANCIA	51
4.3.1.4.- AUTOEVALUACIÓN Y MEJORA	51
4.3.2.- EL SEEMP EN EL BUQUE GALICIA.	52
 CAPITULO V: DESARROLLO	 53
5.- SUSTITUCIÓN DEL ALUMBRADO FLUORESCENTE Y POR TECNOLOGÍA LED Y SU VIABILIDAD	54
5.1.- LA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y PROYECTORES EN EL BUQUE GALICIA	56
5.1.1.- EL MERCURIO DE LOS TUBOS FLUORESCENTES	58
5.1.2.- MEJORA DEL CONSUMO AL CAMBIAR A TECNOLOGIA LED	59
5.1.3.- CÁLCULOS	59
5.2.- LOS LEDS QUE VAMOS A UTILIZAR Y SU COSTE	60
5.2.1.- TUBOS FLUORESCENTES T8 DE 600 MM DE 18 W POR TUBOS LED DE 9W T8 DE 600 MM	61
5.2.2.- TUBOS FLUORESCENTES T8 DE 1200 MM DE 36 W POR TUBOS LED 18W T8 DE 1200 MM	61
5.3.- COMO CAMBIAR LA INSTALACIÓN	61
5.3.1.- GRADUAL	62
5.3.2.- MIXTA	62
5.3.3.- UNA EMPRESA EXTERNA	62
5.4.- MEMORIA ECONÓMICA	63
 CONCLUSIONES	 64
 BIBLIOGRAFÍA	 66
 ANEXO I: PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL BUQUE GALICIA	 69
ANEXO II: PLANOS DEL ALUMBRADO DEL BUQUE GALICIA	89
ANEXO III: FICHA TÉCNICA DE LOS TUBOS LED QUE SE VANA INSTALAR	125

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.

Este Trabajo Fin de Grado titulado, “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, es un trabajo académico que focaliza la herramienta tecnológica LED, integrándola en el equipo de iluminación de un buque RO-RO para conseguir mejorar su eficiencia energética. Los equipos de iluminación han sufrido una espectacular mejora con la incorporación de los sistemas LED, permitiendo ahorrar grandes cantidades de energía, incrementando la vida útil de las luminarias y reduciendo el impacto medioambiental, debido a su bajo consumo y al evitar el uso de sustancias nocivas, como el mercurio en los tubos fluorescentes. Con el uso de esta tecnología, podemos mejorar la eficiencia energética de buques RO-RO, donde el consumo para la iluminación de sus bodegas es una parte muy importante a tener en cuenta. Con este estudio, se quiere demostrar que, sustituyendo el alumbrado fluorescente, por tubos LEDs, podemos ahorrar en el consumo de hidrocarburos y por lo tanto emitir menos CO₂ a la atmosfera y NO_x al mar, permitirá reducir gastos gracias al ahorro de combustible para generar la energía, disminuyendo el tiempo de sustitución y mantenimiento de los equipos instalados, permitiendo las personas encargadas de ello, dedicarlo a otras tareas, además, se producirá un ahorro en las piezas de respeto al retirar todas las reactancias y cebadores de los balastos.

PALABRAS CLAVE: Prevención Marítima, Eficiencia Energética del Buque, Fluorescente, LED, MARPOL.

ABSTRACT.

This Final Degree Project entitled " IMPROVING ENERGY EFFICIENCY PLAN OF RO-RO SHIP GALICIA REPLACING ITS FLUORESCENT LIGHTING BY LED TECHNOLOGY" is an academic task that approximates the LED technological tool integrating in the lighting equipment of a RO-RO vessel in order to improve its energy efficiency. Lighting equipment have suffered a dramatic improvement with the

addition of LED systems, allowing save large amounts of energy, increasing the life of the lights and reducing environmental impact, due to its low power consumption and to avoid the use of harmful substances such as mercury in fluorescent tubes. Using this technology, we can improve the energy efficiency of RO-RO ships, where consumption for lighting of their holds is a very important part to consider. With this study, we want to show that by replacing the fluorescent lighting by LED tubes, we can save on the oil consumption and therefore emit less CO₂ into the atmosphere and NO_x in the sea, it will reduce costs by saving fuel to generate energy, decreasing the time of replacement and maintenance of installed equipment, allowing persons responsible for it, dedicate to other tasks, in addition, there will be savings in spares to remove all starters and ballasts of fluorescent support.

KEYWORDS: Maritime Safety, Ship Energy Efficiency Plan, Fluorescent, LED, MARPOL.

ABREVIATURAS Y SIGLAS.

EEDI: Índice de Eficiencia Energética de Proyecto.

EEOI: Índice Operacional de la Eficiencia Energética.

IEE: Índice de Eficiencia Energética.

IMDG: código marítimo internacional de mercancías peligrosas.

IMO: International Maritime Organization.

LED: Lighting Emitting Diode.

MARPOL: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques

OMI: Organización Marítima Internacional.

SEEMP: Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

1.-INTRODUCCIÓN.

Este Trabajo Fin de Grado titulado, “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, es un trabajo académico que aproxima la herramienta tecnológica de iluminación LED, para mejorar la eficiencia energética en un buque RO-RO. Por sus características, este tipo de buques consumen una gran cantidad de electricidad para la iluminación de sus bodegas, por este motivo, la sustitución de esta por otra más eficiente, conseguirá hacer el buque más eficiente.

Con la entrada en vigor del anexo VI del convenio MARPOL¹, reglas para prevenir la contaminación atmosférica por los buques, el código técnico sobre los NOx y las directrices para la prevención de la contaminación atmosférica y la mejora de la eficiencia energética, el 1 de enero del 2013, los buques de nueva construcción deberán calcular el EEDI² (Índice de Eficiencia Energética de Proyecto) y será obligatorio para todos, el SEEMP (Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque).

En el buque RO-RO Galicia, se desarrolló e implantó el SEEMP el 1 de diciembre del 2012, en previsión a la entrada en vigor del anexo VI, llevándose a cabo diversas acciones para mejorar la eficiencia energética del buque.

En este estudio se pretende evaluar, la mejora que supondría en la eficiencia de este buque, el cambio de la iluminación por tecnología LED³ (Lighting Emitting Diode).

¹ Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques

² Índice de Eficiencia Energética de Proyecto

³ Lighting Emitting Diode

El desarrollo en los últimos años de la tecnología de iluminación LED, está revolucionando el mercado y proporcionando a los que optan por esta tecnología, una mayor eficiencia si lo comparamos con los sistemas tradicionales de iluminación.

A bordo del buque Galicia, y después de leer detenidamente el SEEMP⁴, uno de los puntos que pretende abordar en el futuro, es el cambio de iluminación para mejorar la eficiencia energética del buque, y por este motivo he realizado este estudio.

El buque Galicia, cuenta con un gran número de luminarias: fluorescentes, de incandescencia y proyectores de cuarzo yodo, con un consumo eléctrico muy alto. La mayor parte del consumo es producido por los fluorescentes del buque ya que son con los que se realiza la mayor parte del alumbrado. Estos fluorescentes, están colocados en soportes con reactancias y cebadores que aumentan el consumo eléctrico, ya de por sí alto en los fluorescentes, si los comparamos con el consumo que tendría una lámpara LED, situada en el mismo soporte y anulando las reactancias y cebadores.

Para la realización de este Trabajo Fin de Grado titulado, “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, he realizado un estudio del número de luminarias instaladas a bordo, calculado el consumo de estas y evaluado el impacto que supondría el cambio de las luminarias por otras más eficientes en el buque.

⁴ Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.

CAPÍTULO II: ANTECEDENTES.

2.-ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ILUMINACIÓN.

Como primer referente de la iluminación moderna de incandescencia en buques, cabe destacar la del Columbia, cuyo viaje inaugural fue de New York a Portland. Fue equipado con 115 lámparas de incandescencia en las diferentes cubiertas. Además, hay que destacar que era la primera vez que se utilizaban estas lámparas de incandescencia, fuera del Thomas Edison' s Menlo Park (Desconocido 1880). Desgraciadamente, este buque tubo su último viaje el 21 de julio de 1907, en este último viaje, perdieron la vida 80 almas como consecuencia del choque con la goleta de vapor San Pedro (Anthony Dalton 2011).

Tras este primer éxito del Columbia, otros muchos armadores se decidieron por instalar sistemas de iluminación eléctricos, que han ido evolucionando a lo largo del tiempo hasta los actuales sistemas de iluminación con tecnología LED.

Ilustración 1: SS COLUMBIA.



Fuente:(Desconocido 1900).

2.1.- EL FUEGO.

El fuego utilizado para calentarse y protegerse de los animales salvajes es la primera forma de iluminación que se conoce. Estos fuegos, dieron lugar a las primeras antorchas que, durante milenios, fue una importante fuente de iluminación. (Pérez Ríos 2011).

2.2.-LAMPARAS DE ACEITE.

Las lámparas de terracota, datan de 7000 a 8000 a.c. y fueron encontradas en las planicies de Mesopotamia. En Egipto y Persia se han hallado lámparas de cobre y bronce datadas entre el 2700 a.c. En 1000 a.c. La eficiencia de las luminarias se debía a sus mechas vegetales que quemaban aceites de olivo o nuez. En el siglo V a.c., estas lámparas ya eran de uso común. Hero de Alejandría, en el Siglo I a.c., inventó una lámpara en la que el aceite que alimentaba la mecha iba subiendo. Leonardo da Vinci, añadió a este diseño una lente de cristal. La luz que provenía de esta nueva lámpara, se conseguía gracias a una mecha que se quemaba de forma constante, con esta lente de cristal, la superficie de trabajo recibía niveles de iluminación que permitían la lectura nocturna. El físico suizo Aimé Argand, patentó una lámpara con un quemador circular, una mecha tubular y una columna de aire con la que dirigiría y regulaba el suministro de aire. Argand, descubrió que la columna circular de aire reducía el parpadeo de la llama. En 1880, Bertrand G. Cárcel, añadió a este diseño una bomba con mecanismo de reloj que alimentaba con aceite la mecha. Posteriormente, benjamín franklin, descubrió que, con dos mechas juntas, se conseguía más luz que con dos lámparas de una sola mecha. Durante el siglo xix y principios del siglo xx, estas lámparas eran de uso común en los ambientes domésticos, industriales y de alumbrado público (Pérez Ríos 2011).

2.3.-VELAS.

El uso de velas se remonta a los principios de la era cristiana. Las primeras velas, se hacían con palos de madera recubiertos con cera de abeja. Se cree que los fenicios, fueron los primeros en usar velas de cera 400 d.c. El uso de velas no era tan común como el de lámparas de aceite, pero su utilización aumento durante el medievo. La industria ballenera, introdujo el aceite de ballena "spermaceti" en el siglo XVIII. La vela "spermaceti", debido a su nítida y constante llama, se convirtió en medida estándar (la candela) para la iluminación artificial. La candela, era la luz producida por una vela spermaceti de 1/6 de libra, quemándose a un ritmo de 120 g. por hora. El desarrollo de la parafina en 1850, produjo un material económico que sustituyo a la spermaceti (Pérez Ríos 2011).

2.4.-LAMPARAS DE GAS.

Los antiguos códigos de Egipto y Persia, hablan de explosiones de gases combustibles que brotaban a través de las fisuras de la tierra. Los chinos usaban el gas como fuente de iluminación, muchos siglos antes de la era cristiana. Extraían el gas de yacimientos subterráneos por medio de tubería de bambú y, lo usaban para iluminar las minas de sal y edificios de la provincia de Szechuan. En 1664, John Clayton, descubrió en el norte de Inglaterra un pozo de gas y lo extrajo por destilación. En 1784, Jean Pierre Mincklers, produjo luz por primera vez con gas mineral. La primera instalación de luminarias de gas, la uso William Murdock en 1784 para iluminar su casa en Inglaterra. Posteriormente, se iluminaron almacenes, a los que se conducía el gas por medio de conductos de metal. A pesar del temor público por la seguridad del gas, F. A. Windsor, instaló por primera vez luminarias en las vías públicas de Londres. Windsor, se conoce como el precursor de las instalaciones de alumbrado de gas. Este sistema de alumbrado, se adoptó en muchas ciudades de países europeos y americanos, pero finalmente fue sustituido por la electricidad durante el siglo xx (Pérez Ríos 2011).

2.5.-LAMPARAS ELÉCTRICAS.

En 1650, Otto Von Guericke de Alemania descubrió que la luz podía ser producida por excitación eléctrica. Cuando un globo de sulfuro era rotado rápidamente y frotado, se producía una emanación luminosa. En 1706, Francis Hawsbee, inventó la primera lámpara eléctrica al introducir sulfuro dentro de un globo de cristal al vacío. Después de rotarla a gran velocidad y frotarla, pudo reproducir el efecto observado por Von Guericke. William Robert Grove en 1840, determinó que cuando unas tiras de platino y otros metales se calentaban hasta volverse incandescentes, producían luz por un periodo de tiempo. En 1809, usó una batería de 2000 celdas a través de la cual, hizo pasar electricidad para producir una llama de luz brillante de forma arqueada. De este experimento nació la lámpara de arco.

La primera patente para una lámpara incandescente, la obtuvo Frederick de Moleyns en 1841, Inglaterra. Esta, producía luz por el paso de electricidad entre sus filamentos, con el inconveniente de tener una vida muy corta. Durante el resto del siglo XIX, muchos científicos trataron de producir lámparas eléctricas.

Thomas Alba Edison, desarrolló una lámpara incandescente con un filamento carbonizado que se podía comercializar. Aunque esta lámpara producía luz constante durante un periodo de dos días, continuó sus investigaciones con materiales alternos, para la construcción de un filamento más duradero. Su primer sistema de iluminación incandescente la exhibió en su laboratorio en 21 de diciembre de 1879. Edison hizo su primera instalación comercial para el barco Columbia. Esta instalación con 115 lámparas, fue operada sin problemas durante 15 años. En 1881, su primer proyecto comercial fue la iluminación de una fábrica de Nueva York. Este proyecto, fue un gran éxito comercial y durante los siguientes dos años, se realizaron más de 150 instalaciones de alumbrado eléctrico. En 1882, se construyó la primera central para generar electricidad en Nueva York. En ese mismo año, Inglaterra montó la primera exhibición de alumbrado eléctrico.

Existieron numerosos esfuerzos por desarrollar lámparas más eficientes.

Welsbach, inventó la primera lámpara comercial con un filamento metálico, pero el osmio utilizado, era un metal sumamente raro y caro. Su fabricación se interrumpió en 1907, con la aparición de la lámpara de tungsteno. En 1904, el norteamericano Willis R. Whitney, produjo una lámpara con filamento de carbón metalizado, la cual resulto más eficiente que otras lámparas incandescentes previas. La preocupación científica de convertir eficientemente la energía eléctrica en luz, pareció ser satisfecha con el descubrimiento del tungsteno para la fabricación de filamentos.

Ilustración 2: Lámpara incandescente.



Fuente:(Desconocido 2013).

La lámpara con filamento de tungsteno, representó un importante avance en la fabricación de lámparas incandescentes. Rápidamente reemplazaron el uso de tántalo y carbón en la fabricación de filamentos metálicos. La primera lámpara con filamento de tungsteno, que se introdujo en los estados unidos en 1907, era hecha con tungsteno prensado. William D. Coolidge, en 1910, descubrió un proceso para producir filamentos de tungsteno "drawn", mejorando enormemente la estabilidad de este tipo de lámparas. En 1913 Irving Langmuir, introdujo gases inertes dentro del cristal de la lámpara, logrando retardar la evaporación del filamento y mejorar su eficiencia. Al principio se usó el nitrógeno puro, posteriormente, otros gases como el argón, se mezclaron con el nitrógeno en distintas proporciones. El bajo coste de producción, la facilidad de mantenimiento y su flexibilidad, consiguió que las otras lámparas incandescentes prácticamente desaparecieran (Pérez Ríos 2011).

2.6.-LAS LÁMPARAS DE DESCARGA ELÉCTRICA.

Jean Picard en 1675 y Johann Bernoulli sobre 1700, descubrieron que la luz puede ser producida al agitar el mercurio. En 1850 Heinrich Geissler, un físico alemán, inventó el tubo geissler, con el que demostró la producción de luz por medio de una descarga eléctrica a través de gases nobles. John t. Way, demostró el primer arco de mercurio en 1860. Utilizando los tubos geissler, Daniel Macfarlán Moore entre 1891 y 1904, introdujo nitrógeno para producir una luz amarilla y dióxido de carbono para producir luz rosado-blanca, color que aproxima luz del día. Estas lámparas eran ideales para comparar colores. La primera instalación comercial con los tubos Moore, se hizo en un almacén de Newark, New Jersey en 1904. El tubo Moore era difícil de instalar, reparar, y mantener.

Peter Moore hewitt, comercializó una lámpara de mercurio en 1901, con una eficiencia dos o tres veces mayor que la de la lámpara incandescente. Su limitación principal era, que su luz carecía totalmente de rojo. La introducción de otros gases, fracasó en la producción de un mejor balance del color, hasta que Hewitt ideó una pantalla fluorescente que convertía parte de la luz verde, azul y amarilla en rojo, mejorando así el color de la luz. Peter Moore Hewitt colocó su primera instalación en las oficinas del New York Post en 1903. Debido a su luz uniforme y sin deslumbramiento, la lámpara fluorescente, inmediatamente encontró aceptación en Norteamérica. La investigación del uso de gases nobles para la iluminación era continua.

En 1910, el Francés Georges Claude, estudio lámparas de descarga con varios gases tales como el neón, el argón, el helio, el criptón y el xenón, dando como resultado la lámpara de neón. El uso de las lámparas de neón fue rápidamente aceptado para el diseño de anuncios, debido a su flexibilidad, luminosidad y sus brillantes colores. Pero como consecuencia de su baja eficiencia y sus colores particulares, nunca encontró aplicación en la iluminación general.

En 1931, se desarrolló una lámpara de alta presión de sodio en Europa. A pesar de su alta eficiencia no resultó satisfactoria para el alumbrado de interiores, debido al color amarillo de su luz. Su principal aplicación es el alumbrado público donde su color no se considera crítico.

A mediados del siglo xx, las lámparas de sodio de alta presión aparecieron en las calles, carreteras, túneles y puentes de todo el mundo. El fenómeno fluorescente se había conocido durante mucho tiempo, pero las primeras lámparas fluorescentes se desarrollaron en Francia y Alemania en la década de los 30. En 1934 se desarrolló la lámpara fluorescente en los Estados Unidos. Esta ofrecía una fuente de bajo consumo de electricidad con una gran variedad de colores. La luz de las lámparas fluorescentes, se debe a la fluorescencia de ciertos químicos que se excitan por la presencia de energía ultravioleta.

La primera lámpara fluorescente, fue un arco de mercurio de aproximadamente 15W, dentro de un tubo de vidrio revestido con sales minerales fluorescentes (fosforescentes). La eficiencia y el color de la luz, eran determinados por la presión de vapor y los químicos fosforescentes utilizados. Las lámparas fluorescentes se introdujeron comercialmente en 1938, su rápida aceptación marcó un desarrollo importante en el campo de la iluminación artificial.

A partir de la segunda guerra mundial, se han desarrollado nuevas lámparas y numerosas tecnologías que, además de mejorar la eficiencia de la lámpara, las ha hecho más adecuadas a las tareas del usuario y su aplicación. Entre los desarrollos a las lámparas fluorescentes, se incluyeron los balastros de alta frecuencia que eliminan el parpadeo de la luz, y la lámpara fluorescente compacta que ha logrado su aceptación en ambientes domésticos (Pérez Ríos 2011).

2.7.-LA LAMPARA HALOGENA.

En los años 50 del siglo XX, los ingenieros estadounidenses, tuvieron que desarrollar para la navegación nocturna de los aviones supersónicos una lámpara de luz intensa.

El primer intento, consumiendo menos potencia eléctrica, fue intentar aumentar la temperatura del filamento de tungsteno de una lámpara de incandescencia. Con este aumento de temperatura, el desgaste del tungsteno se aceleró y la lámpara de cristal, se ennegrecía mucho más rápido. Finalmente terminaba por fundirse.

Después de varios intentos y, dejando el material del filamento original, cambiaron los gases del interior, sustituyeron el argón por un elemento alógeno, el yodo. Esto permitió aumentar la temperatura del filamento. Para solucionar el problema del cristal común, utilizaron cristal de cuarzo.

Por fin y después de mucha investigación en 1959, la nueva lámpara de incandescencia estaba lista (García Álvarez 2011).

2.8.-EL LED.

En 1907, Henry Joseph Round (experto en radiocomunicación), realizó un experimento con cristales de germanio que lo llevó a descubrir, el efecto físico de la electroluminiscencia y crear el primer diodo semiconductor, sin embargo, era un experimento muy costoso y no parecía tener mucho futuro, así que quedó en el olvido.

En 1962 Nick Holonyak, mientras colaboraba como científico asesor en un laboratorio de General Electric (Nueva York), inventó el primer LED rojo basado en semiconductores. Este primer LED, inició la revolución de la señalización, pero en ese momento no era rival ni siquiera para el foco incandescente. Cabe mencionar que antes de Holonyak, se considera a Oleg Vladimírovich Lósev (1903-1942) como el

primero en desarrollar el LED (1927).

Nueve años después, Jacques Pankove desarrolló tecnología LED de color azul de baja potencia. No fue hasta 1993, cuando Shuji Nakamura, desarrolló el primer LED totalmente azul y perfeccionado, que marcó el inicio de la iluminación LED y el principio del fin de la iluminación tradicional.

Sin embargo, la luz azul no es suficiente para ver bien o iluminar nuestras casas o las calles, para ello es necesaria la luz blanca; así que, en 1998, Lumileds pone en venta el primer LED blanco de potencia, añadiéndole fosforo al LED azul. En el año 2002 salió al mercado, con 30 lúmenes y un coste de 8.50 dólares por componente.

En ese momento, casi todos seguían dudando de que el LED podría reemplazar la tecnología de iluminación tradicional; actualmente, con sus más de 160 L/W a 350mA, el LED desplaza en eficiencia y versatilidad a cualquier otra tecnología de iluminación. Su calidad de color, el ahorro energético y al no utilizar materiales peligrosos en su fabricación, lo convierten en el principal candidato, para sustituir a los actuales sistemas de iluminación (Rojas 2014).

Ilustración 3: RBG-LED.



Fuente:(Desconocido 2013).

CAPÍTULO III: OBJETIVOS.

CAPITULO III: OBJETIVOS.

3.-OBJETIVOS FUNDAMENTALES Y OBJETIVOS METODOLÓGICOS.

Los objetivos que marcan este Trabajo Fin de Grado, titulado “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED” son dos. Los Objetivos Fundamentales, en los que se describe que es lo que se pretende obtener con la realización de este Trabajo Fin de Grado y los Objetivos Metodológicos, es decir, los recursos que se utilizarán para conseguir demostrar los Objetivos Fundamentales.

3.1.-OBJETIVOS FUNDAMENTALES.

Con el uso de la tecnología LED, se puede mejorar la eficiencia energética de un buque y ahorrar en los consumos del mismo. La inversión que supone, aparentemente es elevada, pero su amortización es muy rápida haciendo atractivo realizar ese gasto. La mejora que supone para el medio ambiente también es muy grande ya que, eliminamos sustancias nocivas para el procedentes de los antiguos sistemas de iluminación.

Esta tecnología, ya está al alcance del gran público y su coste se ha abaratado mucho. Su eficiencia, hasta 50000 horas de vida útil, permitiría disponer de mas tiempo al encargado del alumbrado del buque para dedicarlo a otras tareas. Con estos tubos reducimos el coste mantenimiento y de sustitución.

Por estos motivos, se propone en este Trabajo Fin de Grado titulado “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, cambiar todo el sistema de alumbrado fluorescente del buque Galicia y demostrar que la inversión a largo plazo es rentable, ya que, mejoraría la eficiencia energética del buque y ahorraría costes.

3.1.1.-OBJETIVOS METODOLÓGICOS.

Con la utilización de múltiples recursos y conjugándolos académicamente podremos alcanzar los objetivos fundamentales. En este sentido, disponiendo de acceso a Internet y con la utilización de motores de búsqueda basados en los diccionarios Thesaurus, como Google Académico, Google o el buscador de la Biblioteca Virtual de la Universidad de Cantabria, se ha tenido acceso a diferentes fuentes electrónicas como son libros especializados, trabajos académicos, artículos profesionales, artículos periodísticos, legislación y páginas web especializadas tanto comerciales como gubernamentales. Con el fin de recabar más información y de contrastar la ya adquirida a través de medios escritos, se han realizado varias entrevistas con varios profesores de la Escuela Técnica Superior de Náutica de la Universidad de Cantabria, con Capitanes y Jefes de Maquinas de la Marina Mercante y con expertos en electricidad e iluminación.

Ilustración 4: Buque Galicia.



Fuente:(Díaz Lorenzo 2016).

CAPÍTULO VI: METODOLOGÍA.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.

4.-METODOLOGÍA.

Para el desarrollo de este capítulo, del trabajo fin de grado titulado “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, haré una breve descripción del buque que nos servirá para situarnos a bordo del mismo, analizaré los distintos sistemas de iluminación existentes a bordo del buque, así como, la tecnología de iluminación LED. Esto nos ayudará a entender que supondría este cambio en la iluminación. Además, haré mención a la resolución MEPC.213(63) y al plan de eficiencia energética del buque Galicia.

4.1.-EL BUQUE GALICIA.

EL buque Ro-Ro Galicia, pertenece a la flota del Grupo Suardíaz y opera desde el año 2003. Es un buque de 149.4 metros de eslora y 21 metros de manga. Es capaz de alcanzar los 17 nudos en carga gracias a sus dos máquinas propulsoras de 4140 KW. El buque también cuenta con una hélice de proa de 589 KW. Además, tiene capacidad para transportar un total de 1409 vehículos según sus propietarios (GRUPOSUARDIAZ 2014). El barco tiene 10 cubiertas, siendo su distribución y elementos más destacados los siguientes:

Doble fondo: encontramos como elementos principales una cubierta de carga, la sala de motores principales, y la hélice de proa.

Cubierta cardeck nº1: Sala de motores principales, control de máquinas, sala de motores auxiliares, sala de depuradoras, local del servo, cubierta de carga.

Cubierta principal: Cubierta de carga, servo de babor, tomas de consumo, pañol de estachas y de seguridad.

Cubierta cardeck nº2: Cubierta de carga móvil, esta cubierta proporciona la posibilidad de cargar elementos más altos en la cubierta principal, planta séptica, acceso a las cubiertas de carga del doble fondo y cardeck nº1.

Cubierta superior: Cubierta de carga, varios paños como el de pintura o el del contraestre, acceso a las maniobras de proa y popa, local CO2.

Cubierta cardeck nº3: Cubierta de carga.

Cubierta intermedia: Cubierta de carga, lavandería y local del motor de emergencia.

Cubierta de botes: botes y balsas salvavidas, es una cubierta de intemperie que da acceso al tronco de popa estribor, en esta cubierta encontramos la habilitación, un local de CO2 y acceso a la cubierta puente.

Cubierta puente: Puente de gobierno.

Cubierta de antenas: totalmente exterior.

A las diferentes cubiertas se puede acceder desde:

El tronco de proa, se accede desde la cubierta principal y desde la cubierta intermedia.

El tronco de popa estribor, tiene accesos desde todas las cubiertas excepto, las cubiertas de antenas y puente.

El tronco de escaleras de babor, cuyos accesos están situados en la cubierta superior, el cardeck nº2 y la cubierta principal.

La generación de electricidad, se realiza de dos formas distintas en función de, si estamos trabajando con los motores principales o con los motores auxiliares. En navegación normalmente el alternador de los motores principales, es el que proporciona el suministro eléctrico, mientras que en puerto, serán los motores auxiliares los encargados de esto.

El buque dispone de 2 motores principales WÄRTSILÄ, tipo W 9L32 de 4140 kW de potencia y, dos motores auxiliares CATERPILLAR , tipo 3508 de 673 kW a 1500 rpm.

Ilustración 5: Características del buque Galicia.

CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE SHIP'S PARTICULARS					
Nombre Name	GALICIA	Indicativo Call Sign	E.C.E.C.	Nº IMO	9268409
Patente de Navegación Certificate of registry	17/03	Puerto de registro Port of registry	S.C. TENERIFE	Fecha puesta de la quilla Date on wich keel was laid	17.01.03
Tonelaje Bruto Gross tonnage	16.361	Tonelaje Neto Net tonnage	4.908	Fecha de construcción Date of build	2003
Desplazamiento Displacement	Tm	Peso muerto Deadweight	4.203 Tm	Coefficiente de bloque Block coefficient	0,
Eslora máxima Length overall	149,4	Manga Breadth	21 m	Bulbo a proa Bulbous bow	SI YES
Epp Lbp	139,56 m	Puntal de trazado Moulded depth	7 m	Calado de verano Summer draught	5,85 m
		Francobordo Freeboard	mm	Permiso de agua dulce Fresh water allowance	114 mm
CARACTERÍSTICAS DE PROPULSION PROPULSION PARTICULARS					
Clase de máquina Type of engine	TWINSREW MOTORSHIP WARTSILA 9L32B		Potencia Maximum power	2 x 4.140 KW 2 x 5.589 CV (HP)	
	Paso variable Pitch	Velocidad cargado Loaded speed	Velocidad en lastre Ballast speed	Calados con los que fueron obtenidos los datos de la maniobra Draught at wich the manoeuvring data were obtained	
Avante toda Full ahead	10	17,0 Nudos Knots	17,3 Nudos Knots	Cargado Loaded	Lastre Ballast
Avante media Half ahead	5	11	11,3	5,50 m proa forward	4,8 m proa forward
Avante poca Slow ahead	3	7,0	7,2	6,0 m popa aft	5,0 m popa aft
Avante muy poca Dead slow ahead	1,5	3	3,3		
Atrás muy poca Dead slow astern	2	Toda avante a toda atrás Full ahead to full astern			
Atrás poca Slow astern	3	Parado a toda atrás Stop to full astern			
Atrás media Half astern	5	Punto crítico Critical point	50%		
Atrás toda Full astern	8	Potencia atrás Astern power	65% Avante Ahead		
EFECTIVIDAD DE LA HELICE TRANSVERSAL en condiciones de prueba THRUSTER EFFECT at trial conditions					
Impulsor Thruster	Potencia Power	Tiempo para empuje máximo Time delay for full thrust	Régimen evolutivo a velocidad cero Turning rate at zero speed	Tiempo para invertir el empuje máximo Time delay to reverse full thrust	Inoperativa por encima de la velocidad de... Not effective above speed...
Proa Bow	589 KW 800 HP	10 sec	17º/min	1 min - 10 sec	5,0 Nudos Knots
Referencia: Resolución IMO A.601 (15) Información relativa a la maniobra Reference: IMO Resolution A. 601 (15) Provision and display of manoeuvring information on board ships					

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 6: Características del buque Galicia.

CARACTERÍSTICAS DE GOBIERNO STEERING PARTICULARS						
Timones <i>Rudders</i>	2	Tipo <i>Type</i>	Colgantes y semicompensados <i>Compensated hanging rudders</i>		Angulo máximo de metida <i>Maximum rudder angle</i>	35°
Tiempo para cambiar todo de una a otra banda <i>Time hard-over to hard-over</i>	Con un servomotor <i>With one power unit</i>		26 sec		Angulo de timón para neutralizar la caída <i>Rudder angle for neutral effect</i>	1° Estribor <i>Starboard</i>
	Con dos servomotores <i>With two power units</i>		15 sec			
Velocidad mínima para mantener el rumbo, hélice parada <i>Minimum speed to maintain course, propeller stopped</i>	3		Nudos <i>Knots</i>		Paso variable <i>Controllable pitch</i>	SI <i>YES</i>
Hélices <i>Propellers</i>	2	Sentido de giro <i>Direction of turn</i>	Babor <i>Port</i>	Izquierda <i>Left</i>	Estribor <i>Starboard</i>	Derecha <i>Right</i>
Peculiaridades del gobierno <i>Steering idiosyncrasies</i>	Con un motor parado, se debe gobernar con el timón metido de 7° a 10° a la banda del motor que está en marcha para neutralizar la caída <i>With one engine stopped, hold the rudder 7° or 10° to the side of engine running for neutral effect</i>					

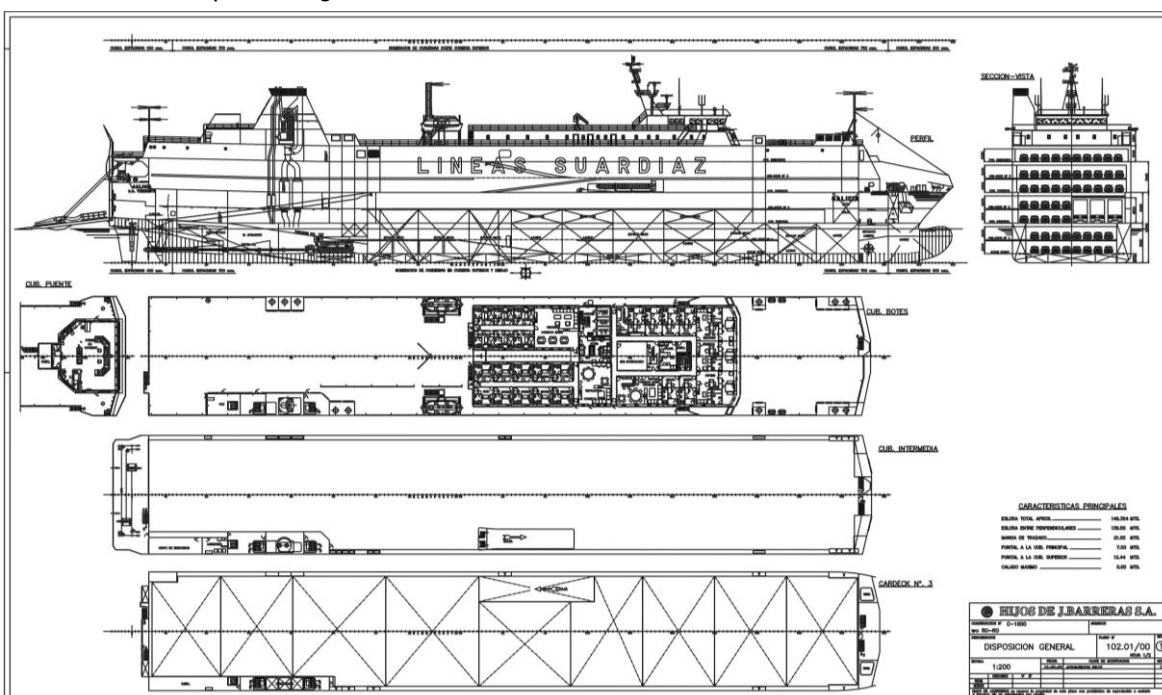
ANCLAS ANCHOR CHAIN			AUMENTO DEL CALADO (cargado) DRAUGHT INCREASE (loaded)				
	Número de grilletes No. of shackles	Velocidad máxima al virar Max. rate of heaving	Efecto estimado del squat Estimated squat effect			Efecto de la escora Heel effect	
Babor Port	10	53 sec.	Resguardo Under keel clearance	Velocidad Speed	Efecto Squat	Escora Heel angle	Aumento de calado Draught increase
Estribor Starboard	10	51 sec.	1 m	18,5	2,2 m	2°	0,4 m
			2 m	18,5	1,7 m	4°	0,7 m
			3 m	18,5	1,5 m	8°	1,4 m
			5 m	18,5	1,3 m	12°	2,1 m
			8 m	18,5	1,1 m	16°	2,7 m
1 Grillete = 27,5 m = 15 brazas 1 Shackle = 27,5 m = 15 fathoms							

EQUIPOS EQUIPMENT									
Radares Banda - X	2	ARPA	SI YES	Corredera Log	1	Velocidad sobre el agua Speed over water	Eje sencillo Single axis		
Sonda Echo Sounder	1	Repetidor digital Digital repeater	1	Indicadores de timón/RPM/VDG Rudder/RPM/ROT indicators			SI/SI/NO YES/YES/NO		
Sistemas electrónicos de posición Electronic position-fixing	2	Tipo Type	GPS Diferencial Differential GPS		2	Maquinillas Winches	2 Pr (Fwd) 2 Pp (Aft)		
Sist. de gobierno Compass system	Giroscópica Gyro		ROBERTSON		Error de la giro Gyro error	+2,5°	Compas magistral Magnetic compass	LUDOLPH	

Referencia: Resolución IMO A.601 (15) Información relativa a la maniobra
Reference: IMO Resolution A. 601 (15) Provision and display of manoeuvring information on board ships

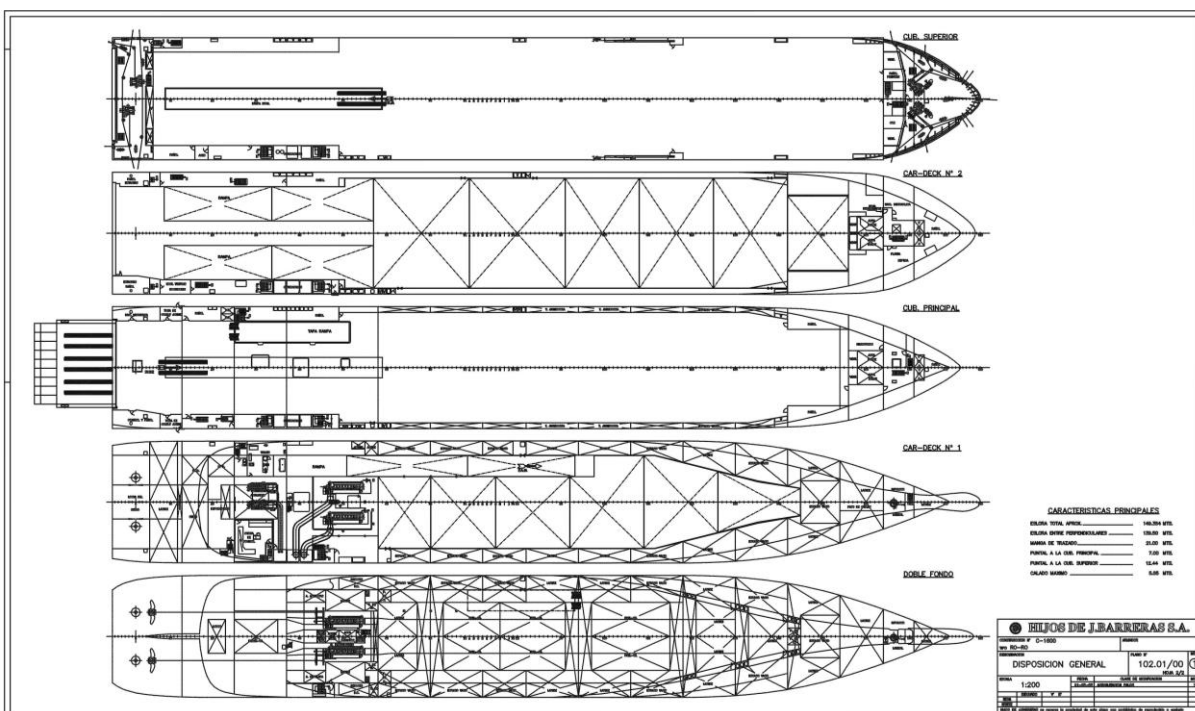
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 7: Disposición general.



Fuente: Hijos de J Barreras S.A.

Ilustración 8: Disposición general.



Fuente: Hijos de J Barreras S.A.

4.2.-TIPOS DE LAMPARAS.

En este apartado describiremos los distintos tipos de lámparas instaladas y también, las que se quieren instalar, en el buque Galicia. Nos centraremos en las que son objeto de este estudio; los fluorescentes y las lámparas LEDs y haremos mención a las de incandescencia y a las halógenas.

4.2.1.-LAMPARAS DE INCANDESCENCIA.

A través de un filamento de wolframio, hacemos pasar una corriente eléctrica para elevar su temperatura, hasta un punto, que emita radiaciones visibles para el ojo humano. (Comunidad de Madrid 2006). A bordo son utilizadas principalmente, en la zona de habitación para los apliques de los baños. No serán objeto de estudio por su escasa utilización a bordo, teniendo un consumo despreciable para el objeto del estudio.

4.2.2.-LAMPARAS FLUORESCENTES.

Son lámparas de descarga eléctrica, en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión y, un gas inerte como son, el argón o el neón. El efecto luminoso esta lámpara, está basado en el fenómeno de la fluorescencia. El fenómeno de la fluorescencia es una propiedad que poseen determinadas sustancias, que se sitúan en la pared interna del tubo fluorescente. Tienen la capacidad de convertir las radiaciones no visibles, normalmente ultravioletas, en radiaciones visibles (Conejo 2007).

A continuación, analizaremos más en profundidad la estructura y el funcionamiento de estas lámparas, ya que son el objeto a sustituir en la instalación del buque.

4.2.2.1.-ELEMENTOS PRINCIPALES DEL TUBO FLUORESCENTE.

Se compone, de un tubo de descarga de cristal en contacto con el medio ambiente. En sus extremos tiene un casquillo de conexión, con dos pares de patillas o clavijas, que están conectadas a los electrodos en forma de filamento. También encontramos el gas de relleno y los polvos fluorescentes (Conejo 2007).

4.2.2.1.1.-TUBO DE DESCARGA.

De forma cilíndrica, su función principal, es la de aislar los electrodos y el gas de relleno del exterior. Normalmente es de cristal o cuarzo y su parte interior está recubierta de algún tipo de polvo fluorescente (Conejo 2007). Los tubos instalados en el Galicia son de 26 mm de diámetro, de 600 y 1200 mm de largo y, de 18 y 36 W.(Conejo 2007)

4.2.2.1.2.-CASQUILLOS DE CONEXIÓN.

Tienen un casquillo de conexión en cada extremo, cada uno con un par de clavijas y unidos eléctricamente por los electrodos. Una pieza aislante, separa las patillas del cuerpo del casquillo, y puede estar hecha de materiales como la baquelita, el plástico, etc. (Conejo 2007).

4.2.2.1.3.-ELECTRODOS.

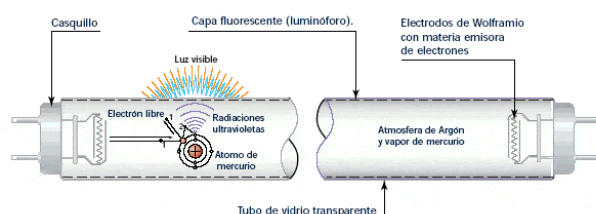
Construidos con hilo de tungsteno y enrollados en doble o triple espiral, están recubiertos por sustancias que emiten gran cantidad de electrones, como el bario o el cesio (Conejo 2007).

El paso de corriente eléctrica por ellos, hace que se calienten y emitan electrones por efecto termoiónico (Conejo 2007).

4.2.2.1.4.-GAS DE RELLENO.

Normalmente, se trata de un gas fácilmente ionizable e inerte, como el argón o el neón. También se añade una pequeña cantidad de mercurio que permanece líquido mientras funciona la lámpara. La primera descarga se produce a través del gas. Este genera una temperatura tal, que gasifica el mercurio que estaba en forma líquida. Después de esto, la descarga se produce como si el tubo solo tuviese vapor de mercurio (Conejo 2007).

Ilustración 9: Tubo fluorescente



Fuente:(desconocido 2014).

4.2.2.1.5.-POLVOS FLUORESCENTES.

Transforman la luz ultravioleta de las descargas en luz visible. Aproximadamente el 90% de la luz del tubo es producida por ellos. Algunos de los polvos fluorescentes utilizados pueden determinar el rendimiento y el color de la luz emitida:

Halofosfatos de calcio: alta eficiencia.

Silicato de calcio: buen rendimiento.

Aluminatos de magnesio con aditivos: aumentan la eficiencia luminosa y el rendimiento en el color

Borato de cadmio: produce el color rosa claro.

Silicato de cadmio: produce el color amarillo-rosa.

Silicato de cinc y berilio: produce color amarillo-verde.

Tungstato de magnesio: produce color azul.

(Conejo 2007).

4.2.2.2.-EQUIPO COMPLEMENTARIO.

Para que la lámpara funcionase, habría que aplicar tensiones muy altas y esto reduciría la duración de la lámpara. Para evitar tener que aplicar estas tensiones, se utiliza un equipo adecuado.

Hay varios sistemas de encendido:

con cebador: que calienta los electrodos.

Rápido: una reactancia calienta los electrodos del tubo.

Instantánea o en frío: por medio de un autotransformador se provoca el arco entre los electrodos.

Nos centraremos en el estudio del arranque con cebador convencional, que es el instalado actualmente en el buque.

Consta de: reactancia, cebador, porta tubo y porta cebador.

4.2.2.2.1.-REACTANCIA O BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO.

Es un enrollamiento de hilo de cobre esmaltado sobre un núcleo magnético de hierro dulce. Proporciona una tensión más alta que la de la línea, para encender el fluorescente. Además, limita la intensidad de la corriente del arco a un valor adecuado para la lámpara.

(Conejo 2007)

4.2.2.2.2.-CEBADOR.

“Este elemento se utiliza para el encendido o cebado de las lámparas fluorescentes. Consta de dos láminas, una de ellas bimetálica, situadas en el interior de una ampolla de vidrio llena de gas neón a baja presión. El cebador incorpora exteriormente un condensador antiparásito conectado en paralelo con este, y el conjunto está encerrado en un cilindro protector de material aislante, del que salen los dos bornes para su conexión al porta cebador” (Conejo 2007).

La función de condensador antiparásito es prolongar la vida útil del cebador y evitar interferencias en radios y televisiones.

4.2.2.2.3.-PORTATUBO Y PORTACEBADOR.

Sujetan el tubo fluorescente, el cebador y facilitan la conexión de los conductores eléctricos.

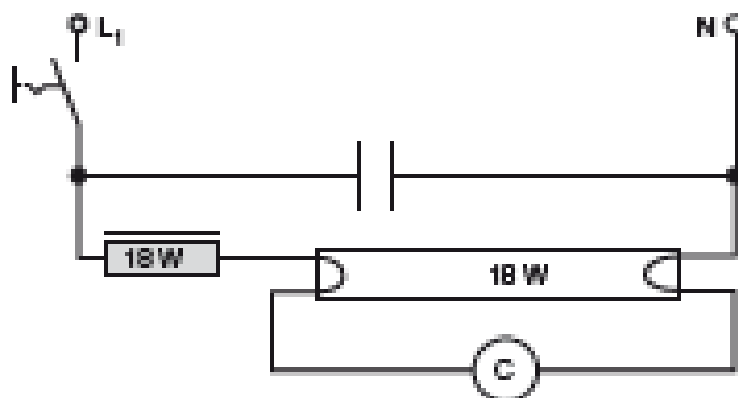
4.2.2.3.-MONTAJES CON TUBOS FLUORESCENTES.

Existen varios tipos de montajes, según los valores de potencia de la reactancia y de los tubos. Normalmente los tubos, van montados en luminarias que permiten la conexión de varios tubos con sus respectivos complementos y por todo esto existen varios tipos de montaje.

4.2.2.3.1.-SIMPLE.

El Valor de la potencia de la lámpara y de la reactancia son iguales (Conejo 2007).

Ilustración 10: montaje simple.

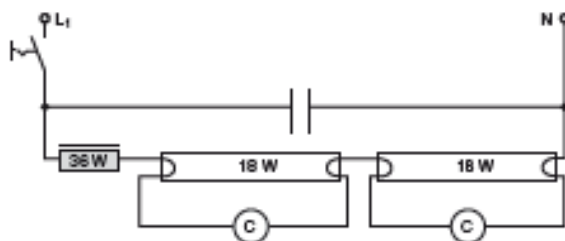


Fuente:(Conejo 2007).

4.2.2.3.2.-DOS TUBOS EN SERIE CON UNA REACTANCIA.

Se conecta una reactancia con el doble del valor de potencia de los tubos, que irán conectados en serie con la reactancia. Cada tubo tendrá su cebador. Si un tubo se avería el resto no funciona. Este sistema de montaje en las luminarias reduce el peso y la temperatura. (Conejo 2007)

Ilustración 11: montaje en serie.

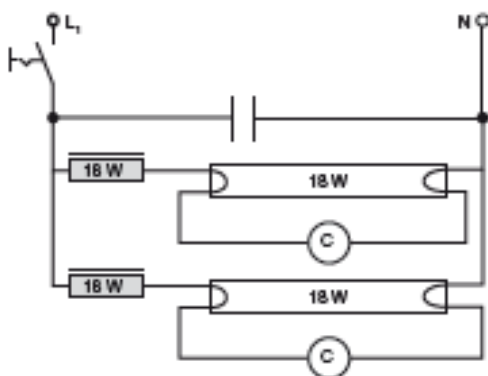


Fuente: (Conejo 2007).

4.2.2.3.3.-VARIOS TUBOS INDEPENDIENTES.

Se emplea, cuando se quieren accionar varios tubos con su correspondiente reactancia, o una luminaria con varias lámparas, desde uno o varios puntos (Conejo 2007).

Ilustración 13: Independiente.



Fuente: (Conejo 2007).

12: Porta tubos.

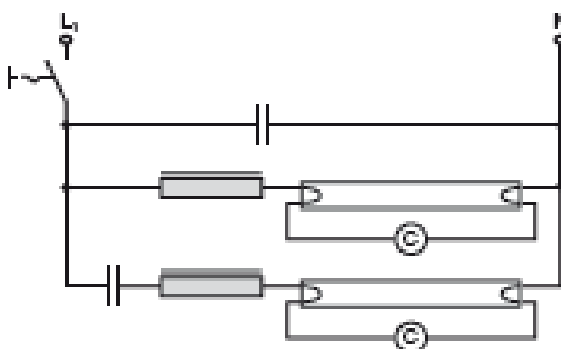


Fuente: Autor.

4.2.2.3.4.-CONEXIÓN DUO.

Es una variante del independiente. Con este montaje podemos corregir el efecto estroboscópico. Se conecta un condensador en serie con cada tubo, esto produce un desfase, que hace que no coincidan los instantes en los que los valores de la tensión llegan a cero, con lo que se corrige el efecto estroboscópico (Conejo 2007).

Ilustración 14: DUO



Fuente:(Conejo 2007).

Ilustración 15: Soporte fluorescentes.



Fuente: Autor.

4.2.2.4. Fluorescentes en el buque Galicia

La mayoría de lámparas fluorescentes instaladas en el buque Galicia, están colocadas en soportes con balastos electromagnéticos de baja eficiencia energética tipo “C”, ya que en el año de construcción la normativa europea, Directiva Europea 2000/55/CE de 18 de septiembre, aún lo permitía. Los que se han ido sustituyendo son de tipo B2. La directiva establece la prohibición y comercialización de los balastos tipo D desde mayo de 2002 y tipo C desde noviembre de 2005 (Comunidad de Madrid 2006).

En la siguiente tabla podemos observar la clasificación en función de su IEE (Índice de Eficiencia Energética) según el consumo del balastro con su Lámpara.

- A1 Balastos electrónicos regulables.
- A2 Balastos electrónicos con pérdidas reducidas.
- A3 Balastos electrónicos.
- B1 Balastos magnéticos con pérdidas muy bajas.
- B2 Balastos magnéticos con bajas pérdidas.
- C Balastos magnéticos con pérdidas moderadas.
- D Balastos magnéticos con pérdidas muy altas

Ilustración 16: Potencia consumida para lámpara (T8) de 36 W.

Clase de Balasto	Potencia de red (W)
A1	$\leq 19/38 \text{ W (25 \% - 100 \%)}$
A2	$\leq 36 \text{ W}$
A3	$\leq 38 \text{ W}$
B1	$\leq 41 \text{ W}$
B2	$\leq 43 \text{ W}$
C	$\leq 45 \text{ W}$
D	$> 45 \text{ W}$

Fuente: (Comunidad de Madrid 2006).

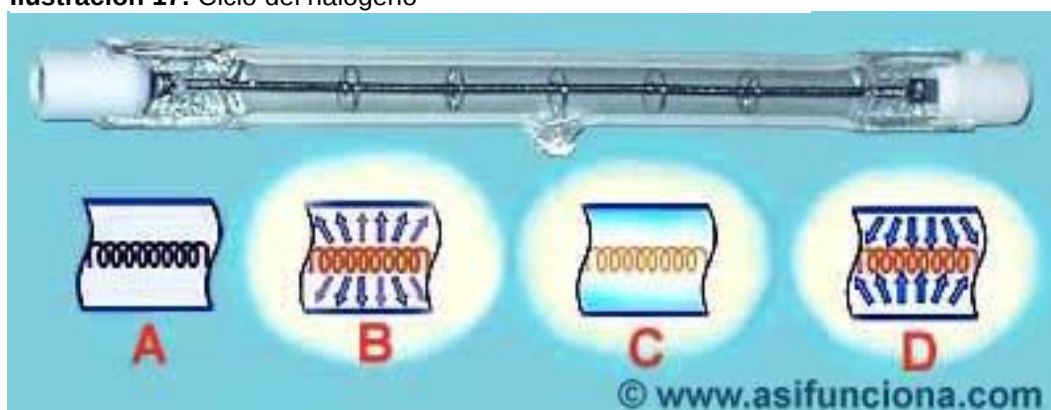
En el buque se utilizan lámparas de 36 y 18 W (T8) de 26mm de diámetro. Están colocadas en soportes con dos tubos normalmente, aunque podemos encontrar alguno con un solo tubo.

4.2.3.-LÁMPARAS HALÓGENAS.

En estas lámparas, el filamento alcanza la temperatura más alta que puede soportar y empieza a gasificarse el tungsteno, los átomos de tungsteno gasificado, buscan la superficie interior del cristal de cuarzo. Cuando los átomos del gas alcanzan la superficie del cristal, desciende la temperatura a unos 800 °C. Los átomos de tungsteno que reaccionan con el gas halógeno se transforma en halogenuro. Este gas regresa al centro de la lámpara, donde después de recibir el calor directo de esta, se descompone y deposita el tungsteno metálico en el filamento, reconstruyéndolo y aumentando la vida útil de este. A este proceso se le conoce con el nombre del “ciclo del halógeno”(García Álvarez 2011).

Este tipo de alumbrado, es utilizado en el buque Galicia en las zonas que requieren mayor alumbrado, aunque es utilizado de forma puntual. Los momentos de mayor gasto energético de estas lámparas, se produce durante la noche de los fondeos y sus estancias nocturnas en puerto.

Ilustración 17: Ciclo del halógeno



Fuente: (García Álvarez 2011).

4.2.4.-LED.

“Los Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes. Además, son un 80% más eficiente que las lámparas incandescentes” (Comunidad de Madrid 2006).

4.2.4.1.-ESTRUCTURA INTERNA.

Un tubo led está formado por:

A: Una cubierta protectora. A

B: Una base de diodos led. B

C: Una base de silicona térmica (ZSA). C

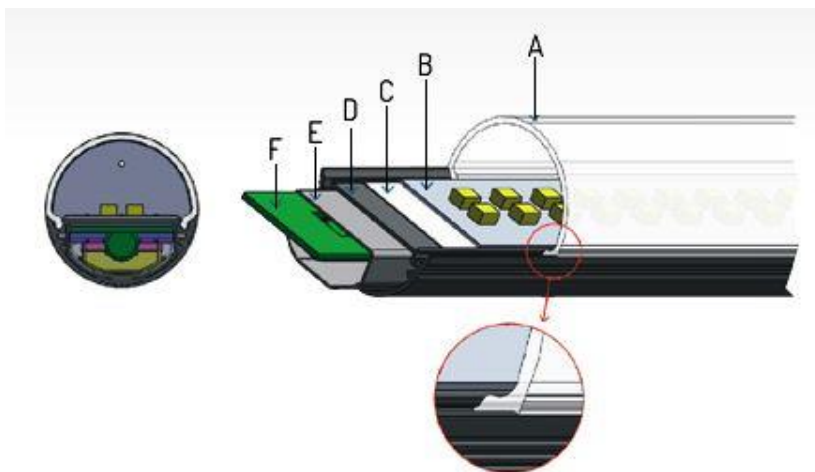
D: Una capa de aluminio.

E: Una capa de protección para la fuente de alimentación.

F: Una fuente de alimentación.

(LEDTHINK! Led Store. 2013)

Ilustración 18: Estructura de un tubo led T8



Fuente: (LEDTHINK! Led Store. 2013)

4.2.4.2.- TUBO T8.

Los tubos que se desean cambiar a bordo del buque Galicia son de tipo T8.
¿Pero que es un tubo LED T8?

Es el tubo LED por excelencia. Lo encontramos en oficinas, pasillos, hospitales, aparcamientos y otros muchos sitios.

(LEDTHINK! Led Store. 2013)

4.2.4.2.1.-¿QUÉ ES LA “T”?

Nos indica, delante del número, que se trata de un foco tipo tubo
(LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.2.2.-¿QUÉ SIGNIFICA EL NÚMERO DESPUÉS DE LA LETRA?

Seguido De la letra, encontramos el número, este nos indica el diámetro del tubo medido en octavos de pulgada. Así un T5, tendría 5/8 de pulgada y un T8, tendría 8/8 de pulgada (LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.3.-CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS LED.

En este apartado vamos a explicar varias características de los tubos LED como son: su potencia (W), su temperatura de color (K), su ángulo de emisión y el número de LEDs.

4.2.4.3.1.-POTENCIA (W).

Es el resultado de dividir la energía consumida entre el tiempo en que se ha consumido esa energía. Se expresa en vatios (W) o en Kilovatios (KW). Es un dato fundamental para saber el consumo que vamos a tener.

4.2.4.3.2.-TEMPERATURA DEL COLOR (K).

“Se podría definir como, la dominancia de alguno de los colores del espectro lumínico en las luces BLANCAS, de modo que altera el color blanco hacia el Ámbar o hacia el Azul en dicho espectro”. La medimos en Kelvin (K) y la aplicamos en las luces blancas. Los tipos de color dominante más comunes son el ámbar y el azul.

Estas luces se clasifican en:

cálidas, para la dominancia de color ámbar, se instalan en sitios como salones.

Frías, para para la dominancia azul que son las que se usan comúnmente en los aparcamientos, hospitales, etc.

(LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.3.3.-ANGULO DE EMISIÓN.

Indica cómo está enfocada la luz al ser emitida desde el LED. “se determina, al medir desde el ángulo del eje directo hasta el ángulo en donde la intensidad de la luz disminuye a la mitad de la intensidad en el eje directo y, multiplicando esta diferencia por 2. La elección del ángulo de visión también afecta la intensidad de salida del LED” (LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.3.4.- EL NÚMERO DE LEDS.

Es la cantidad de diodos que forman la lámpara. Los diodos están dispuestos a lo largo de toda la superficie del tubo, sobre un circuito impreso. La distribución de luz que obtenemos depende del número de diodos. No tendrá el mismo rendimiento un tubo de 400 diodos que uno de 270, el primero conseguirá una distribución de luz más uniforme (LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.4.-VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CAMBIO DE FLUORESCENTES POR TUBOS LED.

Cabe destacar que, la ventaja fundamental del cambio de tubos fluorescentes por LEDs, es el ahorro energético que puede llegar a ser de más del 50% en función de, la instalación que se desea cambiar y los LEDs que vamos a instalar (Soltec Asesores 2013). A un tubo fluorescente, además del propio consumo, hay que añadirle el de su reactancia, el condensador y el cebador, todo el conjunto puede llegar a consumir incluso más, que el propio tubo en algunos casos.

Otra gran ventaja del LED, es el ahorro que supone su mantenimiento, ya que al no necesitar ni reactancias ni cebadores, la sustitución de estos no se hace necesaria. La vida útil de un tubo convencional, puede ser de unas 10000 horas, mientras que, la de un tubo LED de unas 50000 en función de la calidad de las lámparas y sus componentes. (Soltec Asesores 2013). Esto, para una instalación que funciona 24 horas, como son los garajes de un RO-RO o su sala de máquinas, es un factor muy importante a tener en cuenta, tanto por consumo, como por tiempo dedicado al mantenimiento.

las ventajas de los LEDs frente a los Fluorescentes podemos obtener:

4.2.4.4.1.-MEDIO AMBIENTALES.

- Los tubos fluorescentes necesitan mercurio para encenderse, El mercurio es muy tóxico para las personas y el medio ambiente. Un tubo LED no necesita de esta sustancia para su encendido(Soltec Asesores 2013).
- Producen menos emisiones de CO2 para la misma iluminación al ser más eficientes(alromar 2012).
- No generan tanto calor, lo que supone un ahorro en climatización (alromar 2012).
- Su Larga duración, implica una menor necesidad de materias primas para lámparas de sustitución (alromar 2012).

4.2.4.4.2.-ECONÓMICAS.

Horas de vida: Los tubos LED duran unas 50.000 horas, frente a las 10.000 de un buen tubo fluorescente (Soltec Asesores 2013).

Consumo: Los tubos LED consumen menos que los tubos fluorescentes. Un tubo fluorescente de 600mm y 18W con reactancia y cebador puede llegar a consumir el doble de su potencia nominal debido a la reactancia. La diferencia es de un consumo de 36W frente a los 8 o 12 W del consumo del tubo LED de 600mm (Soltec Asesores 2013).

Amortización bastante rápida. Normalmente en menos de 3 años (alromar 2012).

Mantenimiento del flujo luminoso sobre el 70% durante toda la vida útil del LED (alromar 2012).

Reducción del coste de reposición y mantenimiento (alromar 2012).

No requiere la sustitución del portalámparas existente, pudiendo instalar los tubos LED con una sencilla rectificación (alromar 2012).

4.2.4.4.3.-VENTAJAS EN DISEÑO Y ARQUITECTURA.

Resistencia: Los tubos LED pueden aguantar mucho más los golpes o vibraciones que los tubos fluorescentes. De hecho, son desmontables y reparables, algo que para los tubos fluorescentes es impensable. Este factor en un barco es bastante importante ya que los tubos están sometidos a muchas vibraciones.

Arranque: Los tubos LED son de arranque instantáneo y no les afecta a sus horas de vida. En cambio, un tubo fluorescente tarda en arrancar y el número de encendidos diarios afecta a su vida. Por ejemplo, muchos fabricantes de tubos

fluorescentes estiman la vida del tubo en 10.000 horas teniendo en cuenta únicamente 2 encendidos al día.

Amplia gama de tonos, desde los 3000 K hasta los 7500 K.

Mejora la eficiencia al emplearse luz directa.

No tienen problemas de encendido en ambientes fríos.

La dispersión de la luz fuera de donde se desea es mínima, debido a la direccionalidad de los LEDs.

4.2.4.5.-DESVENTAJAS DEL LED.

No todo son ventajas, también podemos encontrar una serie de desventajas frente al tubo fluorescente como son:

“Su mayor enemigo son las altas temperaturas, a partir de 65° la mayoría de los LED se estropean. No solo debemos vigilar el LED si no la electrónica que lleva asociada, que suele romperse antes que el LED” (alromar 2012).

“Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo, para ello es vital que los disipadores sean de aluminio y con mucha superficie de disipación. Nos garantizará mayor tiempo de vida de la lámpara” (alromar 2012).

El precio en comparación mucho más elevado que una lámpara convencional (alromar 2012).

“La gran oferta de este tipo de productos hace difícil la elección de compra, se debe tener cuidado con los proveedores seleccionados, existe un gran intrusismo

en el sector” (alromar 2012).

A continuación, se muestra una tabla comparativa entre un fluorescentes T8 y sus Tubos LEDs equivalentes:

Ilustración 19: Comparativa T8.

	Fluorescente	LED
<i>Contiene Mercurio y metales pesados</i>	SI	NO
<i>Usa cebador</i>	SI/NO(HFP)	NO
<i>Usa balastro</i>	SI	NO
<i>Genera energía reactiva</i>	SI	NO
<i>Consume con tubo fundido</i>	SI	NO
<i>Potencia tubo 60cms</i>	18W	9W
<i>Potencia tubo 120cms</i>	36W	18W
<i>Potencia tubo 150cms</i>	58W	22W
<i>Consumo balastro/driver 1x60cms</i>	3W-7W	1W
<i>Consumo balastro/driver 1x120cms</i>	5W-7W	2W
<i>Consumo balastro/driver 1x150cms</i>	7W-11W	3W
<i>Emite infrarrojos (IR)</i>	Si	NO
<i>Emite ultravioletas (UV)</i>	Si	NO
<i>Temperatura de superficie</i>	80°	40°
<i>Rango de temperatura de trabajo</i>	de 5° a 45°	de -20° a 60°
<i>Peligro por rotura</i>	SI	NO
<i>Tensión de trabajo</i>	240V	12V
<i>Riesgo eléctrico</i>	SI	NO
<i>Vida útil (en horas)</i>	6.000/17.000	50.000
<i>Vida media</i>	8.000/19.000	80.000
<i>Oscurece techos / decolora</i>	SI	NO
<i>Produce parpadeo durante el uso</i>	SI	NO
<i>Encendido instantaneo</i>	NO	SI
<i>Encendido a plena luminosidad</i>	NO	SI
<i>Sobre consumo por encendidos múltiples</i>	SI	NO
<i>Degradación lumínica por cada 3.000 horas</i>	30%	2%

Fuente:(Soltec Asesores 2013).

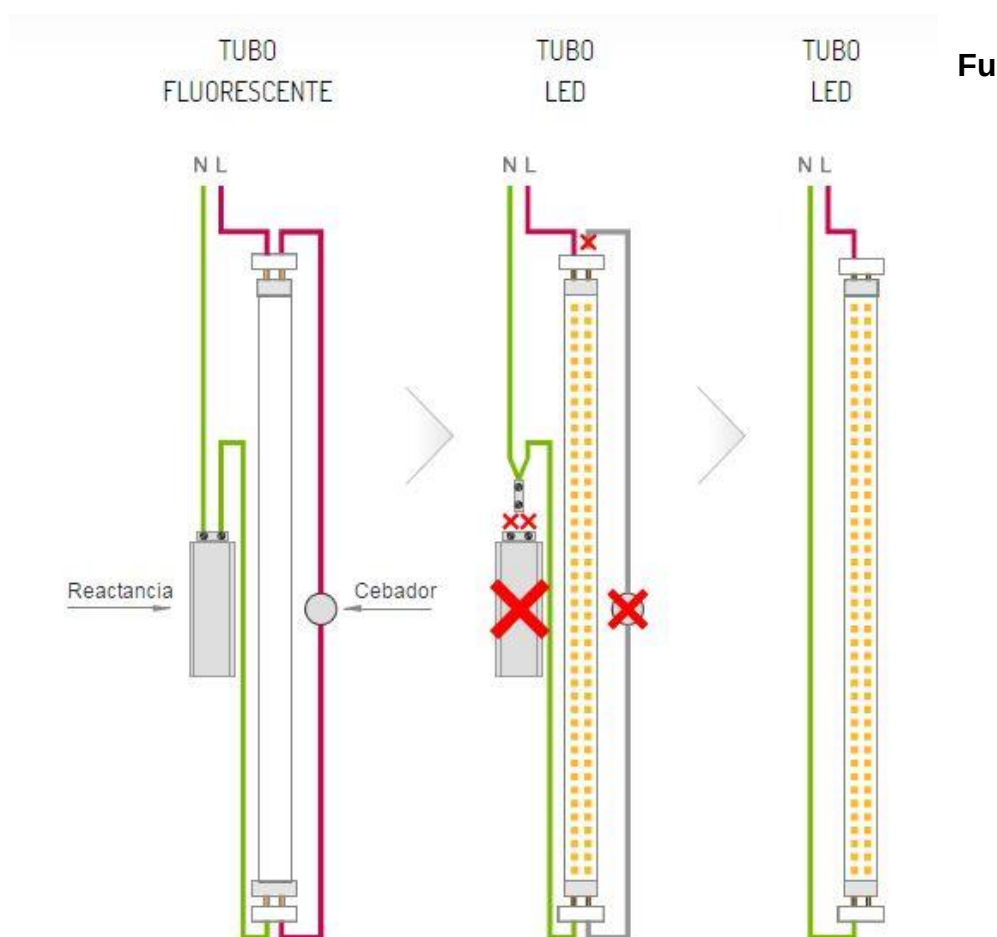
4.2.4.6.-METODO DE SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LEDs APROVECHANDO LA ANTIGUA LUMINARIA.

Los pasos a seguir son muy sencillos y requiere unos 25 minutos por soporte.

- Apagar el equipo y estar seguros de que no llega corriente.
- Retirar el tubo fluorescente y anular las reactancias y los cebadores.
- Conectar la fase a un extremo del portalámparas y el neutro al otro.
- Comprobar que se enciende.

(LEDTHINK! Led Store. 2013)

Ilustración 20: Cambio de tubo Fluorescente por LED



Fuente: (LEDTHINK! Led Store. 2013).

4.2.4.7.-EL BUQUE GALICIA Y SU ILUMINACIÓN.

El sistema de iluminación del buque Galicia, es fundamentalmente fluorescente, aunque podemos encontrar en zonas de la habitación, iluminación incandescente y, en lugares donde necesitamos más intensidad de luz, focos de cuarzo-yodo.

El buque, cuenta 629 soportes de iluminación fluorescente de 2x18 W, 807 de 2x36 W, 16 de 1x18 W, 12 focos de cuarzo yodo de 1000 w y 7 focos de cuarzo yodo de 500 w. para el cálculo que vamos a realizar, solo estudiare el efecto del cambio de la iluminación fluorescente, esto es, porque supone la mayor parte del consumo y es donde habría que hacer una mayor inversión. Por lo tanto, estamos hablando del cambio de 1598 tubos de 36 W, 1372 tubos de 18 W, la eliminación de 2286 reactancias y 2970 cebadores.

Ilustración 21: Bodega principal.



Fuente: Autor.

4.3.-MARPOL

MARPOL5 (Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques).

Adopción: 1973 (Convenio MARPOL), 1978 (Protocolo de 1978), 1997 (Protocolo – Anexo VI); entrada en vigor: 2 de octubre de 1983 (Anexos I y III).

El MARPOL, es el principal convenio internacional que trata la prevención de la contaminación del medio marino por los buques, a causa de factores de funcionamiento o accidentales.

Fue adoptado, el 2 de noviembre de 1973 en la sede de La OMI6 (Organización Marítima Internacional). El Protocolo de 1978 se adoptó, en respuesta al gran número de accidentes de buques tanque ocurridos entre 1976 y 1977:

- El 24 enero de 1976, el petrolero liberiano "Olimpyc Bravery.
- El 04 de febrero de 1976, el petrolero de bandera liberiana "Saint Peter".
- El 12 de mayo de 1976, el petrolero "Urquiola".
- El 15 de octubre de 1976, el petrolero alemán "Boehlen".
- El 15 de diciembre de 1976, el petrolero "Argo Merchant".
- El 23 de febrero de 1977, el petrolero liberiano "Hawaiian Patriot".

(Fundación CETMAR n.d.)

Habida cuenta de que el Convenio MARPOL 1973 aún no había entrado en vigor, el Protocolo de 1978 relativo al Convenio MARPOL absorbió el Convenio original. Este, entró en vigor el 2 de octubre de 1983. En 1997, se adoptó un Protocolo para introducir enmiendas en el Convenio y se añadió un nuevo Anexo VI, que entró en vigor el 19 de mayo de 2005. El Convenio MARPOL, ha sufrido diversas actualizaciones mediante la incorporación de enmiendas.

⁵ MARPOL: Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques.

⁶ OMI: Organización Marítima Internacional.

“En el Convenio figuran reglas encaminadas a prevenir y reducir al mínimo la contaminación ocasionada por los buques, tanto accidental como procedente de las operaciones normales, y actualmente incluye seis anexos técnicos. En la mayoría de tales anexos figuran zonas especiales en las que se realizan controles estrictos respecto de las descargas operacionales” (OMI 2016).

Anexo I: Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos (entrada en vigor 2 de octubre de 1983). Este Anexo, trata sobre la prevención de la contaminación por hidrocarburos como consecuencia de medidas operacionales, además de derrames accidentales. Las enmiendas de 1992 al Anexo I, hicieron obligatorio el doble casco para los petroleros nuevos e incorporaron un calendario de introducción gradual, para que los buques tanque existentes se adaptasen al doble casco, lo que fue revisado posteriormente en 2001 y 2003 (OMI 2016).

Anexo II: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel (entrada en vigor: 2 de octubre de 1983). En el, se determinan con precisión, los criterios relativos a las descargas y las medidas destinadas a prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel. Se han evaluado e incluido unas 250 sustancias en la lista que figura como apéndice del Convenio. La descarga de sus residuos se permite tan sólo en instalaciones de recepción, a menos que se cumplan ciertas concentraciones y condiciones (que varían según la categoría de las sustancias). En cualquier caso, no se permiten las descargas de residuos que contengan sustancias perjudiciales, a menos de 12 millas de la tierra más próxima (OMI 2016).

Anexo III: Reglas para prevenir la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por mar en bultos (entrada en vigor 1 de julio de 1992). Se establecen prescripciones generales para la promulgación de normas detalladas sobre empaquetado, marcado, etiquetado, documentación, estiba, limitaciones cuantitativas, excepciones y notificaciones. A los efectos del presente anexo, "sustancias perjudiciales", son las consideradas como contaminantes del mar en el

código IMDG (código marítimo internacional de mercancías peligrosas) o las que cumplen los criterios que figuran en el apéndice del Anexo III (OMI 2016).

Anexo IV: Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques (entrada en vigor: 27 de septiembre de 2003). Se establecen prescripciones para controlar la contaminación del mar por aguas sucias: la descarga de aguas sucias al mar, está prohibida a menos que el buque utilice una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada o descargue aguas sucias, previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema aprobado, a una distancia superior a 3 millas marinas de la tierra más próxima, o a una distancia superior a 12 millas marinas de la tierra más próxima, si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas (OMI 2016).

Anexo V: Reglas para prevenir la contaminación ocasionada por las basuras de los buques (entrada en vigor: 31 de diciembre de 1988). Trata de los distintos tipos de basuras y especifica las distancias desde tierra y la manera en que se pueden evacuar; la característica más importante del anexo es la total prohibición impuesta al vertido en el mar de toda clase de plásticos (OMI 2016).

Anexo VI: Reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques (entrada en vigor: 19 de mayo de 2005). Establece, los límites de las emisiones de óxidos de azufre, de óxidos de nitrógeno de los escapes de los buques y se prohíben, las emisiones deliberadas de sustancias que agotan el ozono. Para las zonas de control de emisiones designadas, se establecen normas más estrictas en relación con la emisión de SO_x, NO_x y de materias particuladas. En un capítulo adoptado en 2011 se establecen medidas técnicas y operacionales obligatorias de eficiencia energética encaminadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los buques (OMI 2016).

4.3.1.-ANEXO VI, RESOLUCIÓN MEPC. 213(63).

El 2 de marzo de 2012 se adoptan las directrices para la elaboración de un plan de gestión de la eficiencia energética del buque SEEMP⁷.

Según la regla 22 del convenio MARPOL, todo buque llevará a bordo un plan de la eficiencia energética del buque. Dicho plan podrá formar parte del sistema de gestión de la seguridad del buque. Es obligatorio para buques de más de 400 TRB desde el 1 de enero del 2013.

En el capítulo 1 de la resolución, introducción, el SEEMP, da un enfoque para vigilar la eficiencia de los buques así como de la flota en el transcurso del tiempo, además, ofrece algunas opciones, que deben tenerse en cuenta al tratar de optimizar la explotación del buque (I.M.O. 2013).

En el capítulo 2, se definen la compañía, el sistema de gestión de la seguridad, y remite a las definiciones que figuran en el anexo VI del convenio MARPOL (I.M.O. 2013).

En el capítulo 3, Generalidades, trata de dar una respuesta a lo que supone implantar un SEEMP (I.M.O. 2013).

El capítulo 4, marco y estructura SEEMP, está dividido en cuatro etapas, Planificación, implantación, vigilancia y autoevaluación y mejora (I.M.O. 2013).

4.3.1.1.-PLANIFICACIÓN.

Es posiblemente la parte más importante del plan. En esta etapa se establece la situación actual del barco además de las mejoras previstas para el buque (DPTO. CIENCIAS Y TÉCNICAS DE LA NAVEGACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL 2014).

⁷ SEEMP: Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque.

4.3.1.2.-IMPLANTACIÓN.

En esta fase, se establece la forma en la que se va a implantar el plan. Esto debería estar plasmado de la forma más clara posible en el propio plan. Se elaboran procedimientos para la gestión energética, la definición de tareas y su asignación al personal cualificado (DPTO. CIENCIAS Y TECNICAS DE LA NAVEGACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL 2014).

4.3.1.3.-VIGILANCIA.

Hay que hacer un seguimiento cuantitativo de la eficiencia energética aplicando un método establecido. El EEOI (Índice Operacional de la Eficiencia Energética) podría ser utilizado para tal fin (DPTO. CIENCIAS Y TECNICAS DE LA NAVEGACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL 2014). Este índice no es utilizado actualmente por el buque Galicia.

4.3.1.4.-AUTOEVALUACIÓN Y MEJORA.

Es la última fase del ciclo. Se debería tener suficiente información para comenzar un nuevo ciclo completo. En esta fase se evalúa la eficacia de las medidas previstas y su implantación para posteriormente mejorar el SEEMP (DPTO. CIENCIAS Y TECNICAS DE LA NAVEGACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL 2014).

El capítulo 5, orientación sobre las mejores prácticas para el funcionamiento eficiente de los buques en cuanto al consumo de combustible. Está dividido en 12 apartados que son: Operaciones con consumo eficiente de combustible, optimización del gobierno del buque, mantenimiento del casco, sistema de propulsión, mantenimiento del sistema de propulsión, recuperación del calor residual, mejora de la gestión de la flota, mejora de la manipulación de la carga, gestión de la energía, tipos de combustibles, otras medidas, compatibilidad de las medidas (I.M.O. 2013).

4.3.2.-EL SEEMP EN EL BUQUE GALICIA.

El plan de gestión de la eficiencia energética para el buque Galicia, está basado en las pautas que da el anexo VI del MARPOL para su evaluación y gestión. Fue elaborado el 01/12/2012 e implantado el 01/01/2013.

Dentro de las medidas relacionadas con la operación del buque, contempla planes como la optimización de rutas, justo a tiempo, optimización de velocidades, coordinación con las terminales, optimización de calados y trimados (asiento óptimo), lastre óptimo, uso óptimo del timón y piloto automático, optimización del funcionamiento del alternador de cola, mantenimiento del casco y hélice, sistema de gestión de flotas, y aplicación de sistemas de revestimiento avanzados.

Anualmente deberá realizarse una evaluación del plan de gestión de la eficiencia energética. Podemos consultar el plan de gestión de eficiencia energéticas del buque Galicia en el anexo I del presente trabajo.

CAPÍTULO V: DESARROLLO.

CAPITULO V: DESARROLLO.

5.-SUSTITUCIÓN DEL ALUMBRADO FLUORESCENTE Y POR TECNOLOGÍA LED Y SU VIABILIDAD.

En este trabajo Fin de Grado titulado, “MEJORA DEL PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL BUQUE RO-RO GALICIA SUSTITUYENDO SU ALUMBRADO FLUORESCENTE POR TECNOLOGÍA LED”, trataremos de demostrar, que el cambio de alumbrado fluorescente del buque Galicia por tubos LED, mejora la eficiencia del buque y su viabilidad económica. Durante mi última estancia en el buque Galicia como Segundo Oficial de Cubierta, pude observar y comentar con el capitán y el jefe de máquinas, que cuando se apagaban secciones de bodegas para realizar trabajos de mantenimiento, el consumo eléctrico disminuía drásticamente y, en consecuencia, el consumo de combustible también. A partir de ahí, comencé una investigación en mi tiempo libre, para evaluar el consumo de la instalación de iluminación del buque y plantear una posible mejora.

La primera fase consistía en saber cuántos puntos de luz teníamos a bordo y como estaban distribuidos. Comencé esta tarea, buscando y posteriormente revisando los planos de la disposición de los elementos de alumbrado que adjunto en el anexo II.

Una vez revisados los planos, con ellos en la mano, examiné todas las cubiertas para verificarlos. Encontré algunas diferencias en la distribución y en el número de lámparas instaladas a bordo. Después de contarlas, realicé una tabla en Excel que me ha facilitado los cálculos posteriores.

Ya con el número exacto de puntos de luz a bordo, el siguiente paso, era determinar el tiempo que permanecían encendidos los diferentes puntos de luz, y para eso, examiné la iluminación en diferentes circunstancias: en navegación diurna, en navegación nocturna, en maniobra y en puerto tanto de día como de noche.

Tras este paso y con la colaboración del Jefe de Máquinas y el Primer Maquinista, realicé mediciones en el cuadro eléctrico que alimenta todo el alumbrado del buque, y anoté las lecturas del alternador de cola y de los motores auxiliares en diferentes momentos, con todo el alumbrado y tirando secciones para comprobar el consumo real de la instalación. También hice mediciones en los soportes directamente.

Examiné las características de las reactancias, y de los tubos instalados para comprobar, con las mediciones llevadas a cabo, que los datos que utilizaría se aproximaban fielmente a la realidad del buque.

Tras esto y con los datos de los motores proporcionados por el jefe de máquinas, solicité una copia del SEEMP del buque que podemos encontrar en el anexo I.

Ya, con todos estos datos, comencé una búsqueda en diferentes trabajos, estudios y páginas web, para profundizar más en el conocimiento del funcionamiento tanto de los fluorescentes como de la tecnología LED.

A partir de aquí, comencé el desarrollo para llegar a las conclusiones finales.

5.1.-LA ILUMINACIÓN FLUORESCENTE Y PROYECTORES EN EL BUQUE GALICIA.

El buque Galicia cuenta con la siguiente iluminación fluorescente:

Para realizar los cálculos, he supuesto una instalación más eficiente que la real, ya que a lo largo de la vida del buque, se han ido sustituyendo soportes con reactancias tipo C por otras más eficientes tipo B2. Este número no lo he podido estimar y por ese motivo, he decidido hacer la simulación como si todas las reactancias se hubiesen sustituido.

También hay que tener en cuenta que hay muchos fluorescentes fundidos que se van sustituyendo poco a poco. La estimación de fluorescentes fundidos cuando se hicieron las mediciones es de: 11 soportes completos de 86 w y 79 fluorescentes de 43 w. esto nos da una diferencia de 4.3 KW. Si comparamos el consumo real en puerto 94.51 KW y le sumamos los 4.3 KW de equipos fundidos, nos sale un consumo estimado de 98.81 KW frente a los 94,26kw estimados para esas condiciones. Si lo hacemos navegando, será de 91,79 KW más los 4,3 KW, esto nos da un consumo de 96.09 KW frente a los 93,26 KW estimados para esas condiciones. Como lo que nos interesa demostrar, es que el cambio en la iluminación propuesta, es mucho más eficiente que el existente y que merece la pena llevarlo a cabo, no utilizaremos los datos medidos, sino los datos de consumo teórico que son más bajos.

Tenemos a bordo, 684 soportes de dos fluorescentes T8 de 600 mm que tienen un consumo de 40 w cada uno, 799 soportes con dos fluorescentes de T8 de 1200 mm que consumen 86 w cada uno y, 4 soportes con un tubo fluorescente T8 de 600 mm que consumen 26,88 w cada uno. Todo esto está distribuido según la tabla que podemos ver en la siguiente página.

Como el consumo de los proyectores cuarzo yodo no es muy alto ya que se utilizan de forma puntual, no he considerado introducirlos en este estudio.

Tabla 1: Distribución del alumbrado fluorescente y de los focos cuarzo yodo en el buque Galicia.

UBICACIÓN	Nº DE BALASTROS			PROYECTORES			TIEMPO ENCENDIDO DIARIO EN			CONSUMO DIARIO POR			TIEMPO ENCENDIDO DIARIO			CONSUMO DIARIO POR		
	2X18 W	2X36 W	1X18 W	1000 W	500 W		24 HORAS	12 HORAS	8 HORAS	CUBIERTA EN PUERTO			24 HORAS	12 HORAS	8 HORAS	CUBIERTA EN PUERTO		
SOPORTES FLUORESCENTES Y PROYECTORES	40,00 w	86,00 w	26,88 w	1000,00 w	500,00 w													
CUBIERTA PUENTE	30						15	15		12,00 Kw			26	15	30	9,60 Kw		
ACOMODACION OFICIALES Y EXTERIOR	90						26	29	22	45,92 Kw			25	41		38,08 Kw		
ACOMODACION SUBALTERNOS Y PASAJE COCINA	81						25	10	15	33,60 Kw			25	10		27,20 Kw		
CUBIERTA DE BOTES	24						11	9		14,88 Kw			11	9		14,88 Kw		
CUBIERTA INTERMEDIA	20						20	5		21,60 Kw			20	5		21,60 Kw		
CUBIERTA SUPERIOR Nº3	11						11			10,56 Kw			11			10,56 Kw		
CUBIERTA SUPERIOR	25						25			24,00 Kw			25			24,00 Kw		
CUBIERTA CARDECK Nº2	53						53			50,88 Kw			53			50,88 Kw		
CUBIERTA PRINCIPAL	41						41			39,36 Kw			41			39,36 Kw		
CUBIERTA CARDECK Nº1	4						4			3,84 Kw			4			3,84 Kw		
DOBLE FONDO	2						2			1,92 Kw			2			1,92 Kw		
SALA DE MAQUINAS Y LOCAL SERVO	76						76			72,96 Kw			76			72,96 Kw		
SALA MOTORES PRINCIPALES	88						96			100,99 Kw			96			100,99 Kw		
BODEGUIN	15	85					100			189,84 Kw			100			189,84 Kw		
CARDECK BODEGUÍN	3	61					64			128,78 Kw			64			128,78 Kw		
GARAJE PRINCIPAL	98	107	4				209			317,51 Kw			209			317,51 Kw		
GARAJE CARDECK Nº 2	3	95					98			198,96 Kw			98			198,96 Kw		
GARAJE SUPERIOR	8	227					235			476,21 Kw			235			476,21 Kw		
GARAJE CARDECK Nº 3	2	113					115			235,15 Kw			115			235,15 Kw		
GARAJE INTERMEDIA	5	103					108			217,39 Kw			108			217,39 Kw		
FOCOS DE CUARZO YODO																		
MANOBRAS DE PROA							3			0,00 Kw						0,00 Kw		
ESCALAS REALES							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
ENTRADA PRÁCTICO Br							1			0,00 Kw						0,00 Kw		
RANPA DE POPA							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR CONTRASEÑA DEL BUQUE							1			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR ZONA DE CAÍDA DE BOTES							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR CUBIERTA DE BOTES POPIA Y ENTRADA BOTES SALVAVIDAS							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR CUBIERTA SOBRE HABILITACIÓN							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR CUBIERTA DE BOTES PROA							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
PROYECTOR ZONA DE CAÍDA E INFLADO DE VALSAS SALVAVIDAS							2			0,00 Kw						0,00 Kw		
TOTAL BALASTROS Y FOCOS	684	799	4	12	7													
TOTAL FLUORESCENTES Y PROYECTORES	1368	1598	4	12	7													
TOTAL CONSUMO KW HORA POR TIPO DE SOPORTE	54,72 Kw	68,71 Kw	0,11 Kw	12,00 Kw	3,50 Kw													
TOTAL CONSUMO EN KW HORA	136,04 Kw						24 HORAS	12 HORAS	8 HORAS				24 HORAS	12 HORAS	8 HORAS			
TOTAL CONSUMO DIARIO EN KW EN PUERTO	2196,36 Kw						89,46 Kw	2,72 Kw	2,08 Kw				89,46 Kw	0,56 Kw	3,24 Kw			
TOTAL CONSUMO DIARIO EN KW NAVEGANDO	2179,72 Kw						2196,36 Kw						2179,72 Kw					
							TOTAL KW HORA	TOTAL DIARIO					TOTAL KW HORA	TOTAL DIARIO				
									94,26						93,26			
REGISTRO CONSUMO EN PANEL DE ILUMINACIÓN DE 230 V 50 Hz																		
	LUGAR	TENSION	INTENSI DAD	POTENCIA	TRIFÁSICO	POTENCIA												
	PUERTO	231,00 V	299,00	0,78	1,73	94,51 Kw												
	NAVEGANDO	228,00 V	298	0,78	1,73	91,79 Kw												
	REGISTRO ELECTRICO GENERADOR DE COIA BR NAVEGANDO 400 V 50 Hz																	
	NAVEGANDO	406,00 V	485	0,79	1,73	269,44 Kw												
	REGISTRO ELECTRICO AUXILIARES EN PUERTO 400 V 50 Hz																	
	NAVEGANDO	407,00 V	429	0,78	1,73	235,89 Kw												
	PUERTO	400,00 V	405	0,79	1,73	221,67 Kw												

V-227 V MEDIDOS EN ENCHUFE CON POLIMETRO DIGITAL. SUPONEMOS TODOS LOS BALASTROS DE 2X18 W Y 2X36 W DE CATEGORIA B2, AUNQUE HAY MUCHOS DE CATEGORIA C, LOS BALASTROS DE 1X18 W SON DE CATEGORIA C.

Fuente: Autor.

5.1.1.-EL MERCURIO DE LOS TUBOS FLUORESCENTES.

El primer calculo que voy a realizar es una simple multiplicación, nos dará la cantidad de mercurio utilizado para alimentar esta instalación. Cada tubo contiene entre 5 y 10 mg de mercurio (Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe 2013). Seguiremos con la política de coger el valor más bajo, aunque es seguro que tendremos más cantidad. $5\text{ mg} \times 2970\text{ tubos instalados}$, nos da un total de 14,85 kg de mercurio.

El mercurio presenta los siguientes problemas:

La rotura de un tubo de mercurio es capaz de contaminar 30 mil litros de agua. Esto supondría que si se rompieran todos los tubos, podrían contaminar aproximadamente 89.100.000 litros de agua.

El mercurio es una toxina que puede producir daños en el cerebro y el sistema nervioso. Algunos de esos efectos pueden ser: alteraciones en la personalidad, temblores, cambios de visión, sordera, falta de coordinación o pérdida de memoria.

El mercurio liberado al ambiente, se transporta por vía aérea o por el agua de lluvia o nieve hasta los ríos, mares y océanos. Una vez allí, es absorbido fácilmente por los animales microscópicos y plantas, las cuales son ingeridas a su vez por animales más grandes.

Una de las mayores exposiciones al mercurio se produce con el consumo de pescado contaminado.

El mercurio es muy dañino para la vida acuática en general, el mercurio sedimentado, puede causar aumento de la mortalidad y las deformaciones en los peces. (MEDIOAMBIENTUM 2014).

Al sustituir los tubos fluorescentes por tubos LED desaparece el problema de una posible contaminación por mercurio y estamos mejorando la eficiencia medioambiental del buque.

5.1.2.-MEJORA DEL CONSUMO AL CAMBIAR A TECNOLOGIA LED.

En este apartado vamos a tener en cuenta varios factores.

El primero es suponer que el buque no entra en zona seca y consume fuel en navegación y durante las maniobras.

En segundo lugar, que el consumo de gasoil en puerto se realiza por uno de los motores auxiliares.

Usando los datos del registro de estancia en puerto y navegando del año 2012 proporcionados por el buque, realizaré los cálculos para saber cómo influirá el cambio. Los datos del consumo de los motores para la producción eléctrica salen de la ficha técnica de los motores. Los datos que se utilizarán serán, con los motores al 75% para los auxiliares será de 197,8 g/KW*h y para los principales 183,12g/KW*h.

5.1.3.-CÁLCULOS.

Tabla 2: Consumos en puerto por la instalación fluorescente y comparativa con la futura instalación led.

CONSUMOS EN PUERTO POR LA INSTALACIÓN FLUORESCENTE Y COMPARATIVA CON LA FUTURA INSTALACIÓN LED					
Nº pantallas	Tipo de pantalla	Consumo unitario en w	Potencia actual	Consumo unitario de los LED en W	Potencia futura
641	2*18 w	40	25640	18	11538
799	2*36 w	86	68714	36	28764
4	18 w	26	104	9	36
			94458		40338
		Consumo hora	94,458		40,338
		Gramos Hora	18683,7924		7318,11996
		Kg hora	18,6837924		7,31811996
		kg día	448,4110176		175,634879
		HORAS EN PUERTO AÑO 2012			2543
		Tm DE GASOIL CONSUMIDOS EN EL AÑO 2012		47,51288407	18,60997906
		AHORRO DE GASOIL ESPERADO EN Tm		28,90290501	
		PRECIO LITRO DE MGO en Rotterdam el día 27 de junio de 2016			427 USD/tm
		AHORRO ANUAL EN MGO EN USD			12.341,54 USD

Fuente: Autor.

Tabla 3: Consumos navegando y en maniobra por la instalación fluorescente y comparativa con la futura instalación led.

CONSUMOS NAVEGANDO Y EN MANIOBRA POR LA INSTALACIÓN FLUORESCENTE Y COMPARATIVA CON LA FUTURA INSTALACIÓN LED					
Nº pantallas	Tipo de pantalla	Consumo unitario en w	Potencia actual	Consumo unitario de los LED en W	Potencia futura
641	2*18	40	25640	18	11538
799	2*36	86	68714	36	28764
4	18	26	104	9	36
			94458		40338
		Consumo hora	94,458		40,338
		Gramos Hora	17297,14896		7978,8564
		Kg hora	17,29714896		7,9788564
		kg día	415,131575		191,4925536
		HORAS EN PUERTO AÑO 2012			5995
		Tm DE IFO380 CONSUMIDOS EN EL AÑO 2012		103,696408	47,83324412
		AHORRO DE IFO380 ESPERADO EN Tm		55,8631639	
		PRECIO LITRO DE IFO380 en Rotterdam el día 27 de junio de 2016			227.5 USD/tm
		AHORRO ANUAL DE IFO EN USD			12.708,87 USD

Los datos del precio del MGO y el IFO380 salen de (Ship & Bunker 2016).

Podemos observar, que con el cambio de la iluminación se produce un ahorro en MGO de unas 28,9Tm y, en IFO380 de unas 55.9Tm, lo que supone un ahorro económico de 12341,54 USD y de 12708,87 USD respectivamente. Hay que recordar que se ha supuesto no entrar en zona seca y que todas las maniobras se realizan con fuel. Esto nos da un ahorro anual de 25050,41 USD. Utilizando el tipo de cambio del día 28 de junio de 2016 a las 18:00 que es 0.9052 €/USD (ELECONOMISTA 2016), nos salen un total de 22675,63 € de ahorro.

Fuente: Autor.

5.2.-LOS LEDS QUE VAMOS A UTILIZAR Y SU COSTE.

Los tubos que se van a utilizar para realizar la simulación, son de revestimiento de cristal, con un ángulo de apertura de 333°, tienen una vida útil estimada en 35000 h y de la marca OPAL. Se puede ver una información más detallada en el anexo III.

5.2.1.-TUBOS FLUORESCENTES T8 DE 600 MM DE 18 W POR TUBOS LED DE 9W T8 DE 600 MM.

Después de valorar varias opciones, me he decantado por el tubo LED T8 de 600mm de cristal de 9W OPAL, Modelo: B4009-3-60-OPBN. Para sustituir los fluorescentes de 18 W. El precio de este tubo, es de 7.7 € IVA incluido y. por la compra de 100 unidades, es un 40% más barato, es decir, 4.62 € la unidad. Las características de este tubo las adjunto en el anexo III. El cambio por este tubo es muy sencillo, incorpora un led starter que hace de puente en el lugar del cebador, con esto solo habría que anular la reactancia, también existe la posibilidad de anular el porta cebador. La vida útil de este tubo es de 35000 horas. Hay que sustituir 1372 tubos de 18 w x 4.62€ = 6338.64 €. (B-LED 2016)

5.2.2.-TUBOS FLUORESCENTES T8 DE 1200 MM DE 36 W POR TUBOS LED 18W T8 DE 1200 MM.

Para sustituir los fluorescentes de 36 w, he elegido tubo LED T8 1200mm de cristal 18W OPAL, Modelo: B4010-3-120-OPBN. El precio de este tubo es de 10.99€ IVA incluido. Por la compra de 100 unidades es un 40% más barato 6.60 € la unidad. Las características de este tubo las adjunto en el anexo III. El cambio por este tubo es muy sencillo, incorpora un led starter que hace de puente en el lugar del cebador, con esto solo habría que anular la reactancia, también existe la posibilidad de anular el porta cebador. La vida útil de este tubo es de 35000 horas. Hay que sustituir 1598 tubos de 36 w x 6.6€= 10546,8€. (B-LED 2016).

5.3.-COMO CAMBIAR LA INSTALACIÓN.

Se utilizarán, todos los soportes instalados que están a bordo del buque, estos son perfectamente compatibles con los nuevos tubos que se quieren instalar.

La adaptación de estos soportes puede llevarla a cabo perfectamente el segundo oficial de máquinas, encargado del mantenimiento del alumbrado del buque, con la colaboración del engrasador o el caldereta. Este cambio se puede realizar de tres formas distintas.

5.3.1.-GRADUAL.

según se van fundiendo tubos fluorescentes se va cambiando a LED. Este cambio, sería bastante lento y no se notaría el ahorro en consumo hasta muy avanzado el plan. La ventaja que presenta es que el segundo oficial de máquinas seguiría el ritmo normal de trabajo, incrementando un poco el tiempo de mantenimiento por la adaptación de los nuevos tubos, además la inversión económica podría hacerse de forma gradual. De esta manera no perderíamos la inversión realizada en fluorescentes. El cambio total se produciría a lo largo de 1.5 años 10000 horas de vida útil de un fluorescente. El problema es que la amortización del cambio, se dilataría más en el tiempo y consumiríamos más combustible.

5.3.2.-MIXTA.

Una vez que se sepa que el cambio se va a realizar, se pueden ir cambiando de forma gradual hasta la parada, momento en el que se cambiarían todas. Esto dilata el periodo de amortización de la instalación, pero no altera en exceso las labores de mantenimiento del segundo oficial. La eficiencia del buque iría mejorando gradualmente hasta salir del astillero con la instalación completamente cambiada, momento de máxima eficiencia de la instalación. El inconveniente es que acarreará un coste extra por la necesidad de contratar un equipo instalador de tierra para terminar completamente el trabajo durante de la parada.

5.3.3.-UNA EMPRESA EXTERNA.

Otra opción es que una empresa externa realice la instalación, esto llevaría un sobrecoste, que pudiera ser que el armador no estuviera dispuesto a realizar, aunque a la larga, también quedaría amortizado por el ahorro en el consumo de combustible.

El tiempo que se requiere para la adaptación de los soportes es de unos 25 minutos con un coste aproximado de 11€ IVA incluido por soporte. Teniendo en cuenta que hay 1487 soportes se tardarían 620 horas en cambiarlos lo que supone

un total de 78 jornadas laborales. Un equipo de 6 operarios tardaría unos 13 días en cambiarlos. El coste aproximado de una empresa externa para cambiarlos sería de unos 16350€.

5.4.-MEMORIA ECONÓMICA.

La opción más interesante podría ser la mixta ya que nos ahorraríamos parte del coste de la sustitución por parte de una empresa externa. No obstante, y para facilitar los cálculos utilizaremos la opción de la empresa externa durante la parada con 6 operarios.

Tabla 4: Ahorro.

Ahorro en combustible	22675€
Coste de instalación	16350€.
Coste de los tubos	16885€
Inversión total	23235€
Ahorro diario	$22675€/365 \approx 62€$
Diferencia primer año	$22675€-23235€ \approx -560€$
Tiempo de amortización durante el segundo año.	$560/62 \approx 9$ DIAS
Duración estimada de las nuevas lámparas	35000 HORAS /24 HORAS= 1458 DÍAS ≈ 4 AÑOS.
Ahorro estimado durante la vida útil de las lámparas	$4*22675,63 \approx 90702€^*$
Diferencia entre ahorro e inversión en 4 años	$90702 €-23235€$ 67467 € DE AHORRO.

Fuente: Autor.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES.

PRIMERA.

Dándose las peores condiciones para la amortización del equipo, ya que el buque consume más diésel al realizar navegaciones por zona seca y por lo tanto consumiría más, la instalación es económicamente viable y con un plazo de amortización que ronda el año.

SEGUNDA.

Además de esta mejora económica, tenemos las mejoras para el medio ambiente, que se producen al reducir las emisiones producidas por el consumo de los motores y la eliminación del mercurio de la instalación del alumbrado.

TERCERA.

Al realizar un estudio de eficiencia energética, como es un balance eléctrico, los costes de mantenimiento y sustitución se reducen, liberando tiempo de trabajo, que podrá dedicar a otras labores el segundo oficial de máquinas.

CUARTA.

Pese a la edad del buque objeto del estudio de eficiencia energética, sería interesante para lograr mejores beneficios en la explotación global del buque, cambiar la instalación para el resto de su tiempo de explotación, pues supondría un importante ahorro tanto económico como medioambiental.

BIBLIOGRAFÍA.

BIBLIOGRAFÍA.

alromar, energías de futuro, 2012. Ventajas y Desventajas de la Tecnología LED. Available at: <http://goo.gl/p1Nm59> [Accessed June 27, 2016].

Anthony Dalton, 2011. *A Long, Dangerous Coastline: Shipwreck Tales from Alaska to California* Heritage House Publishing Co, ed.,

B-LED, 2016. TUBOS LED T8. Available at: <http://goo.gl/U7FkRx> [Accessed June 28, 2016].

Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, 2013. Acerca de las lámparas fluorescentes. Available at: <http://goo.gl/CamA1A> [Accessed June 28, 2016].

Comunidad de Madrid, 2006. Guía Técnica de Iluminación Eficiente Sector Residencial y Terciario. *Intelligent energy Europe*.

Conejo, A., 2007. Luminotecnia. Dispositivos para el alumbrado incandescente y fluorescente. *Instalaciones Eléctricas*, p.37. Available at: <http://goo.gl/Ait7GX>.

Desconocido, 2013. LAMPARA INCANDESCENTE. Available at: <https://goo.gl/>.

Desconocido, 1900. SS COLUMBIA. Available at: <http://goo.gl/kXiKP6>.

desconocido, 2014. *Tubos fluorescentes*, Areatecnología. Available at: <http://goo.gl/SWnTRG> [Accessed June 30, 2016].

Díaz Lorenzo, J.C., 2016. BUQUE GALICIA. Available at: <http://goo.gl/F368xH>.

DPTO. CIENCIAS Y TECNICAS DE LA NAVEGACIÓN Y DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL, 2014. *Auditoría de Gestión y Diseño de Planes de Emergencia y Seguridad en Buques y Empresas del Sector Marítimo*. Marítimo 1, Santander.

ELECONOMISTA, 2016. EURUSD. *ELECONOMISTA*. Available at: <http://goo.gl/fwJ9Gj> [Accessed June 28, 2016].

Fundación CETMAR, MAREAS NEGRAS Y CATASTROFES. Available at: <http://goo.gl/EIGdZz> [Accessed June 27, 2016].

García Álvarez, J.A.E., 2011. ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS HALÓGENAS. *¡Así Funciona!*, p.3. Available at: <http://goo.gl/r5O8Fd> [Accessed June 21, 2016].

GRUPOSUARDIAZ, 2014. Nuestra Flota. , p.1. Available at: <http://goo.gl/AfNQPd> [Accessed June 16, 2016].

- I.M.O., 2013. *MARPOL. ANEXO VI Y CODIGO NOx 2008 Y DIRECTRICES PARA LA IMPLANTACIÓN*. 2013th ed. I.M.O., ed.,
- LEDTHINK! Led Store., 2013. Que Son los Tubos Led y como instalar Tubos Led. Available at: <http://goo.gl/0xrJZM> [Accessed June 26, 2016].
- MEDIOAMBIENTUM, 2014. Tubos fluorescentes: un cáncer para el medioambiente. Available at: <http://goo.gl/2Gnszb>.
- OMI, 2016. Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL).
- Pérez Ríos, C., 2011. *Censo de Alumbrado Público*. Universidad Veracruzana.
- Rojas, M., 2014. Historia del LED. *Ilumitenet, revista de iluminación on line*, p.1. Available at: <http://goo.gl/a28SW0>.
- Ship & Bunker, 2016. Ship & Bunker. Available at: <http://goo.gl/bChpT7> [Accessed June 28, 2016].
- Soltec Asesores, 2013. *¿Qué ventajas ofrece el tubo LED?*, Available at: <http://goo.gl/kXiKP6>.

ANEXOS I: PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL BUQUE GALICIA.

ANEXOS

1.-ANEXO I: PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL BUQUE GALICIA.

Ilustración 22: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Gestión de la Eficiencia Energética, PGEEB



BUQUE GALICIA

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 23: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

Plan de Eficiencia Energética

INDICE PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

1. CARACTERISTICAS DEL BUQUE E HISTORIAL
2. INTRODUCCION
3. DOCUMENTACION
4. PLANIFICACION
5. AUDITORIA ENERGETICA PREVIA Y CONCLUSIONES
6. IMPLANTACIÓN
 - 6.1 MEDIDAS RELACIONADAS CON LA OPERACIÓN DEL BUQUE Y LA MAQUINARIA
7. SEGUIMIENTO
8. EVALUACION Y MEJORA
9. ANEXOS
 - 9.1 RESOLUCIÓN MEPC 203 (62)
 - 9.2 RESOLUCIÓN MEPC 213 (63)

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 24: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

1. CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE E HISTORIAL DEL PLAN

Identificación del buque	
Nombre del Buque	Galicia
Nº OMI	9268409
Bandera	Española
Puerto de Registro	Sta Cruz de Tenerife
Tipo de Buque	Ro-ro
GT	16361

Datos del Plan de Gestión	
Fecha de elaboración	01-12-2012
Periodo de implantación	Desde 01-01-2013
Fecha prevista para próxima evaluación	01/01/2014
Desarrollado por	Flota Suardiaz
Implantado por	Flota Suardiaz

Historial			
Versión	Fecha de revisión	Cambios	Autor
Versión 1.0	01-12-2012	Original	

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 25: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

2. Introducción.

Las nuevas enmiendas del Anexo VI del Convenio MARPOL tienen como objetivo mejorar la eficiencia energética de los buques a través de un conjunto de normas de funcionamiento técnico que se traducirían en una reducción de las emisiones de todas las sustancias procedentes del fueloil y de su proceso de combustión.

En el nuevo Anexo VI de MARPOL se establece que a partir del 1 de enero de 2013 en el primer reconocimiento intermedio o de renovación del Certificado Internacional de Contaminación Atmosférica los buques serán objeto de un reconocimiento que culminará con la expedición del nuevo Certificado Internacional de Eficiencia Energética, para todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400, antes de que el buque pueda realizar viajes a puertos o terminales mar adentro sometidos a la jurisdicción de otras Partes.

Uno de los requisitos es que se encuentre a bordo el SEEMP (plan de gestión de la eficiencia energética)

El propósito de este Plan de Gestión de la Eficiencia Energética (PGEEB) es describir las medidas de ahorro energético implantadas en el buque Galicia y establecer en el mismo procedimientos para evaluar los efectos de dichas medidas y para mejorar progresivamente su eficiencia energética operacional.

Con este PGEEB, Flota Suardiaz asume el compromiso de proteger a las personas y el medio ambiente mediante el seguimiento y análisis del consumo de energía en sus buques y la implantación de las mejores prácticas con el fin último de mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros gases contaminantes.

En la política de transporte marítimo de esta empresa figura, con carácter prioritario, llevar a cabo todas las operaciones relacionadas con el buque y su carga siempre de la forma más energéticamente eficiente que resulte compatible con una operación fiable y segura.

Este PGEEB sienta las bases para poner en marcha mecanismos que optimicen los procesos operativos y mejoren la rentabilidad a través del uso eficiente de los recursos. Se trata también de una guía para todo el personal del buque cuyo fin es aumentar la eficiencia energética en los sistemas del buque y sus procesos operativos.

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 26: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

3. Documentación utilizada

Este PGEEB se ha elaborado para cumplir los requisitos establecidos en la Resolución MEPC 203(62), adoptada el 15 de julio de 2011: Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques, 1973, modificado por el Protocolo de 1978 (inclusión de reglas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del Convenio MARPOL).

En dicha Resolución se establece que será obligatorio llevar el Plan a bordo a partir del **primer reconocimiento intermedio o de renovación del Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación Atmosférica que se produzca el 1 de enero de 2013 o posteriormente**. En el caso del buque Galicia, dicha fecha es desde el 7 de enero de 2013

Los procedimientos operacionales y recomendaciones incluidas en este PGEEB se basan en:

- Circular MEPC.1/Circ.683 de la OMI. Orientaciones para la elaboración de un Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque, PGEEB.
- Resolución MEPC 213 (63) Directrices de 2012 para la elaboración de un Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del buque (SEEMP)
- Resolución MEPC 203 (62) Enmiendas al Anexo del Protocolo de 1997 que enmienda el Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques 1973. Modificado por el Protocolo de 1978 (inclusión de reglas sobre la eficiencia energética de los buques en el Anexo VI del Convenio MARPOL)
- MEPC 62.INF 10. Reduction of GHG emissions from ships. Example of a Ship Energy Efficiency Management Plan Submitted by Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) on 8 April 2011.
- Guía sobre el Plan de Gestión de la Eficiencia Energética para Petroleros de INTERTANKO. Diciembre de 2009.
- La propia experiencia adquirida por Flota Suardiaz en la explotación de buques desde su establecimiento.

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 27: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

Plan de Eficiencia Energética

4. Planificación

La planificación es una etapa muy importante en el diseño y aplicación del PGEEB, ya que en ella se establecen tanto la situación actual del consumo de energía del buque como las medidas que se van a adoptar y los procedimientos operacionales que se van a poner en marcha para mejorar la eficiencia energética.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la auditoría energética previa.

6

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 28 Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

5. Auditoría energética previa

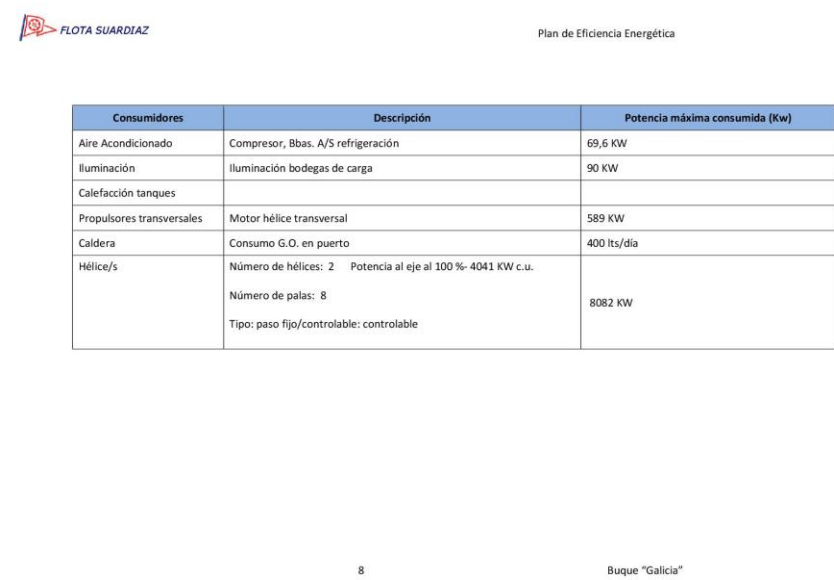
La auditoría energética en el buque Galicia se llevó a cabo con recursos humanos propios. Sus resultados fueron aprobados por el Director Técnico con fecha 01-12-2012

Relación de los principales generadores y consumidores de energía a bordo

Generadores	Marca y modelo	Potencia (MCR), Kw y RPM correspondientes	Núm. de unidades	Potencia total instalada, Kw
Motor/es principal/es	WARTSILA 9L32	4.140 KW/750 RPM	2	8280 KW
Motores auxiliares	CATERPILLAR 3508B	673 KW/1500 RPM	2	1346 KW
Calderas	Caldera mixta quemador/Gases escape COMMO-DORE	1200//2000 Kg/Hora	1//2	3200 KG/hora
Caldereta				
Alternadores MM. Auxiliares	STAMFORD HCM634K2	648 KW/ 1500 RPM	2	1296 KW
Alternador de cola	STAMFORD HCM634K2	648 KW/1500 RPM	2	1296 KW

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 29: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 30: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

Cuantificación de consumos y evaluación de la situación de partida:

Consumo en navegación	V (n)	Consumo motor/es principal/es (t/día)	Valoración situación de consumo motores principales	Consumo motor/es auxiliares (t/día)	Valoración situación de consumo motores auxiliares
Plena carga			Plena carga		Plena carga
Velocidad 1	15,5	30 Ton/día (85%)	[] Excelente (< 85)		[] Excelente (< 85)
Velocidad 2	15,2	28 Ton/día (80%)	[] Satisfactoria (85-95)		[] Satisfactoria (85-95)
			[] Mejorable (95-110)		[] Mejorable (95-110)
			[] Manifiestamente mejorable (> 110)		[] Manifiestamente mejorable (> 110)
Lastre			Lastre		Lastre
Velocidad 1	16	30 Ton/día (85%)	[] Excelente (< 85)		[] Excelente (< 85)
Velocidad 2	15,5	28 Ton/día (80%)	[] Satisfactoria (85-95)		[] Satisfactoria (85-95)
			[] Mejorable (95-110)		[] Mejorable (95-110)
			[] Manifiestamente mejorable (> 110)		[] Manifiestamente mejorable (> 110)
En puerto				2,8 Ton/día (1,4 Ton/día cada auxiliar) densidad media=0,86	[] Excelente (< 85)
					[] Satisfactoria (85-95)
					[] Mejorable (95-110)
					[] Manifiestamente mejorable (> 110)

9

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 31 Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

Plan de Eficiencia Energética

Conclusiones de la auditoría energética

A la vista de los resultados de la auditoría energética realizada, se han analizado las posibles medidas de ahorro energético a implantar, considerando, para cada una de ellas, su coste de inversión y/o aplicación, beneficios esperables y, en consecuencia, el periodo de recuperación de la correspondiente inversión.

A partir de los resultados de este análisis, y teniendo en cuenta que la vida esperable del buque Galicia es de unos 20 años, las medidas que se ha decidido implantar son las siguientes:

- Optimización de rutas
- Justo a tiempo
- Optimización de velocidad.
- Coordinación con las terminales
- Optimización de calados y trimados
- Lastre óptimo
- Uso óptimo del timón y piloto automáticos
- Optimización del funcionamiento del alternador de cola.
- Mantenimiento del casco y hélice
- Aplicación de sistemas de revestimiento avanzado.
- Coordinación con los agentes y los buques.

A continuación se describen estas medidas.

10

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 32 Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

6. Implantación.
6.1. Medidas relacionadas con la operación del buque.

Medida	Implantación	Persona responsable	Monitorización / supervisión	Objetivo
Optimización de rutas	A partir de 2013	El capitán será el responsable de seleccionar la derrota óptima basándose en la información disponible	Recopilación de datos de consumo de combustible y tiempo de viaje.	Reducir el consumo de combustible y optimizar los tiempos de viaje.
Justo a tiempo	A partir de 2013	El capitán es el responsable de mantener la velocidad del buque por debajo de la máxima fijada, cuando vaya a llegar con antelación al siguiente puerto.	Comprobación del cuadro de bitácora y cuadro de máquinas.	Reducir el consumo de combustible
Optimización de velocidad	Determinar la velocidad óptima del buque para cada viaje, a partir de 2013	El capitán es el responsable de determinar la velocidad óptima del buque para cada viaje, teniendo en cuenta, entre otros aspectos, los tiempos de espera previsibles a la llegada.	Comprobación del cuadro de bitácora y cuadro de máquinas.	Reducir el consumo de combustible
Coordinación con las terminales	Acuerdo con la terminal de pre asignación de atraque y de comunicación de retrasos previsibles por ambas partes	El capitán será el encargado de cumplir los compromisos asumidos con el puerto para la pre asignación del atraque y de comunicación de retrasos previsibles	Registros de espera a la entrada a puerto	Reducir los tiempos de espera aumentando la productividad
Optimización de calados y trimados (asiento óptimo)	A partir de 2013	El capitán será el responsable de seleccionar las condiciones de calado y asiento óptimos, en función de la condición de carga y la velocidad,	Registros de calado y trimado real vs óptimo	Reducir el consumo de combustible

11

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 33: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

Medida	Implantación	Persona responsable	Monitorización / supervisión	Objetivo
Lastre óptimo	A partir de 2013	El capitán será el responsable de seleccionar las condiciones de calado y asiento óptimos, en función de la condición de carga y la velocidad.	Registros de calado y trimado real vs óptimo	Reducir el consumo de combustible
Uso óptimo del timón y piloto automático	A partir de 2013	El capitán será responsable de seguir las instrucciones del fabricante para conseguir un mejor control del rumbo con correcciones menores y menos frecuentes, y uso eficiente (incluso desactivación) en entradas a puerto, determinadas condiciones meteorológicas..., que puedan conducir a un ahorro de combustible.	Registros de uso/desactivación del piloto automático y de consumos de combustibles.	Reducir el tiempo de navegación y el consumo de combustible
Optimización del funcionamiento del alternador de cola	A partir de 2013...	El capitán será el responsable de seguir las indicaciones facilitadas para optimizar su funcionamiento en las distintas condiciones de carga y regímenes de velocidad.	Recopilación y análisis de datos de rpm, paso y consumo de combustible.	Reducir el consumo de combustible
Mantenimiento del casco y hélice	Elaboración de un plan de mantenimiento que incluye inspecciones del casco con el buque a flote	El director técnico de la compañía será el responsable de realizar un seguimiento de la condición del casco y la hélice, utilizando para ello los resultados de la monitorización continua del buque.	Informes de eficiencia energética y análisis de evolución tras la limpieza y/o cambio de revestimiento.	Reducir el consumo de combustible
Sistema de gestión de flotas	Planificación continua de la flota reduciendo, por ej., los viajes en lastre.	El jefe de flota de la compañía es el responsable de realizar un seguimiento dinámico de los planes de viaje del conjunto de la flota y adaptarlos a situaciones sobreenvidas, con la involucración de los fletadores.	Informe de auditoría de ... [mensual/trimestral/anual, dependiendo del tráfico del buque] que cuantifique la cantidad de combustible ahorrado por las modificaciones introducidas.	Reducir el consumo de combustible

12

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 34: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

Medidas relacionadas con la hidrodinámica.

Medida	Implantación	Persona responsable	Monitorización / supervisión	Objetivo
Aplicación de sistemas de revestimiento avanzados	Principios de 2013	El director técnico será el responsable de planificar la varada en la que se aplique el nuevo revestimiento. El capitán es el responsable de la monitorización continua del buque.	Informes de eficiencia y análisis de evolución tras la limpieza y/o cambio de revestimiento.	Reducir el consumo de combustible

13

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 35: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

Plan de Eficiencia Energética

7. Seguimiento.

El seguimiento de la efectividad de la aplicación del Plan se llevará a cabo de la siguiente forma:

Con el fin de evitar cargas administrativas innecesarias al personal de los buques, la vigilancia se llevará a cabo, en la medida de lo posible, por el personal de tierra, en este caso por el Departamento Técnico. Se utilizarán los datos obtenidos de los registros prescritos existentes, como el diario oficial de navegación, el diario de máquinas y los libros registro de hidrocarburos.

Después del análisis de los datos se comprobará si las medidas adoptadas han conseguido reducir el consumo energético del buque y si pueden ser reforzadas o necesitan ser modificadas en algún punto.

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 36: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Plan de Eficiencia Energética

Relación de parámetros a medir para llevar a cabo el seguimiento

	Parámetro	Unidades	Frecuencia de medición	Acción correctiva y objetivo esperado
	Calado proa	m	por viaje (*)	
	Calado popa	m	por viaje	
	Millas navegadas	Mn	por viaje	
	Velocidad media	Nudos	por viaje	
	RPM medias	Rpm	por viaje	
	Paso de la hélice (en su caso)		por viaje	
	Estado de la mar		por viaje	
	Consumo Combustible motor principal navegación	Ton	por viaje	
	Consumo Combustible motor principal en puerto	Ton	por viaje	
	Consumo Combustible motor principal en maniobra	Ton	por viaje	
	Consumo combustible motores auxiliares en navegación	Ton	por viaje	
	Consumo combustible motores auxiliares en puerto	Ton	por viaje	
	Consumo combustible motores auxiliares en maniobra	Ton	por viaje	
	Consumo caldera en navegación	Ton	por viaje	

15

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 37: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

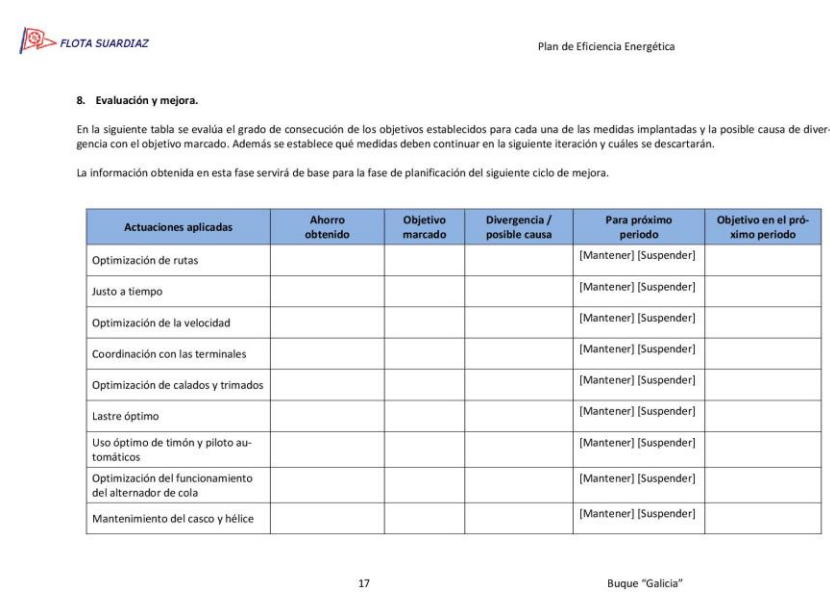
Plan de Eficiencia Energética

	Parámetro	Unidades	Frecuencia de medición	Acción correctiva y objetivo esperado
	Consumo caldera en puerto	Ton	por viaje	
	Consumo caldera en maniobra	Ton	por viaje	
	Consumo eléctrico en puerto	Ton	por viaje	
	Consumo eléctrico en navegación	Ton	por viaje	
	% ocupación carga			

(*) Se entiende por viaje el trayecto desde "atención máquinas" del puerto de salida a "listo" del puerto de llegada

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 38: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 39: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

		Plan de Eficiencia Energética			
Sistema de gestión de flotas				[Mantener] [Suspender]	
Aplicación de sistemas de revesti- miento avanzado				[Mantener] [Suspender]	

18

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 40: Plan de eficiencia energética del buque Galicia.

Plan de Eficiencia Energética

9. Anexos.

9.1. Resolución MEPC 203 (62)

9.2. Resolución MEPC 213 (63)

19

Buque "Galicia"

Fuente: Buque Galicia.

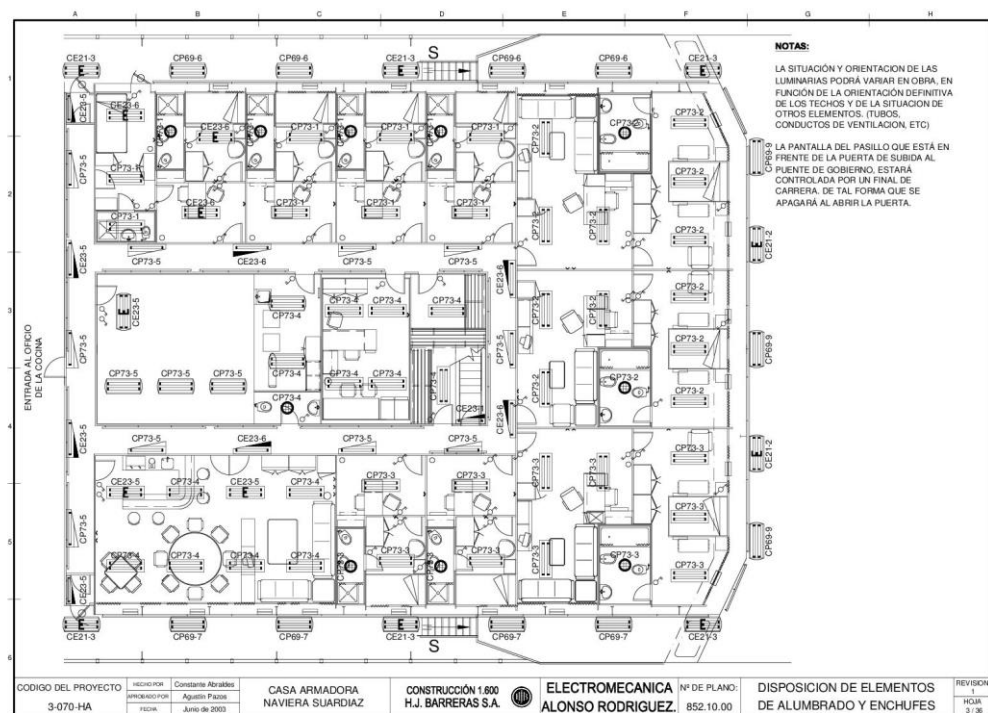
ANEXO II: PLANOS DEL ALUMBRADO DEL BUQUE GALICIA.

2.-ANEXO II: PLANOS DEL ALUMBRADO DEL BUQUE GALICIA.

Ilustración 41: Alumbrado buque Galicia.

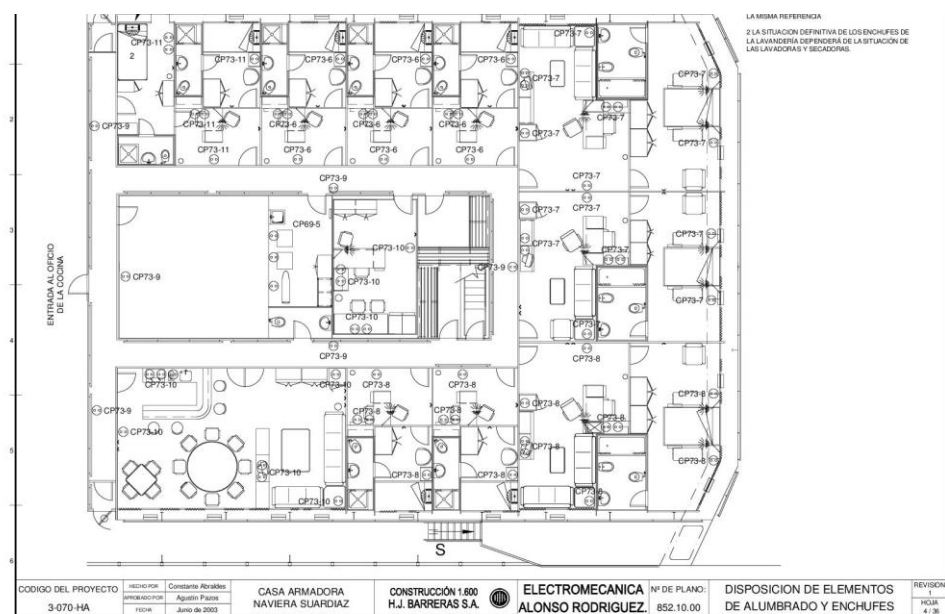


Ilustración 42: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 43: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

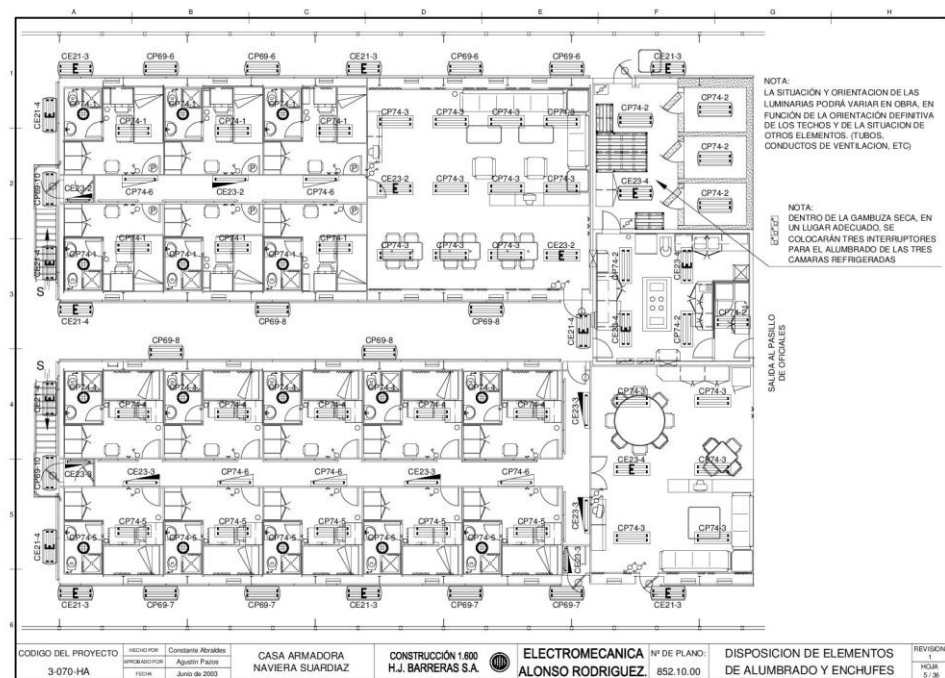
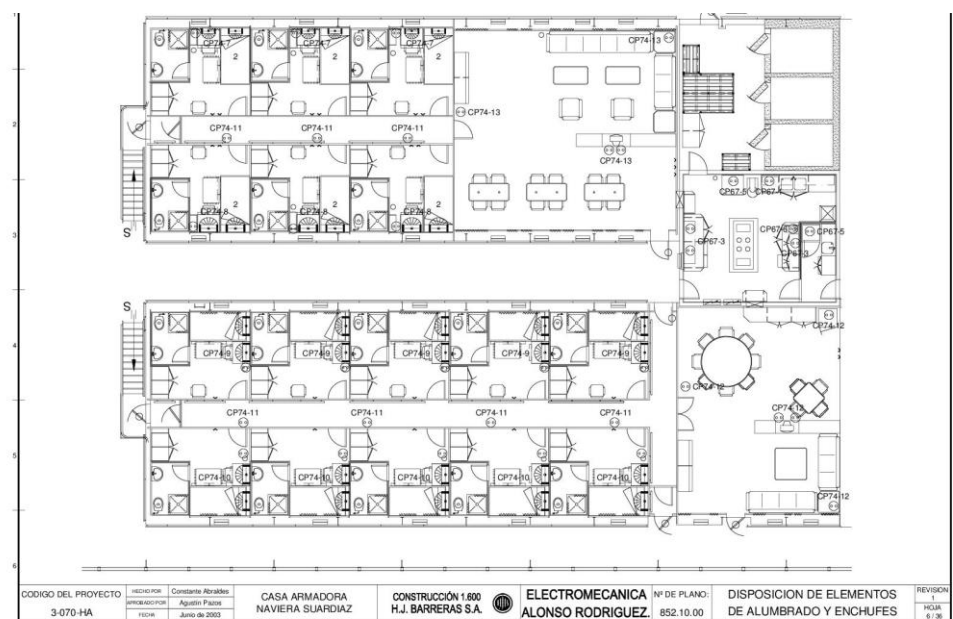
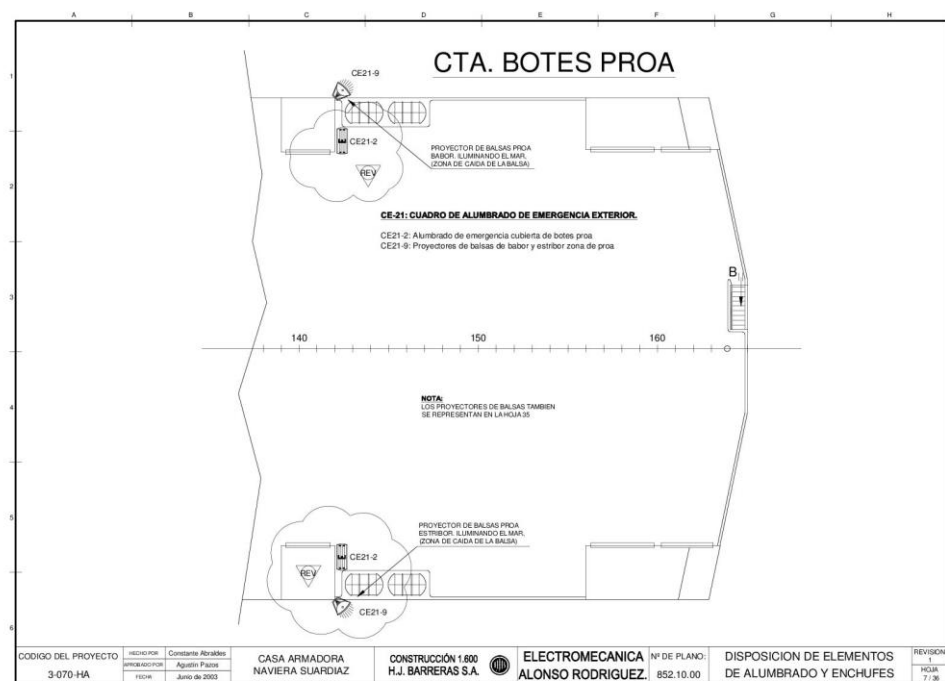


Ilustración 45: Alumbrado buque Galicia.



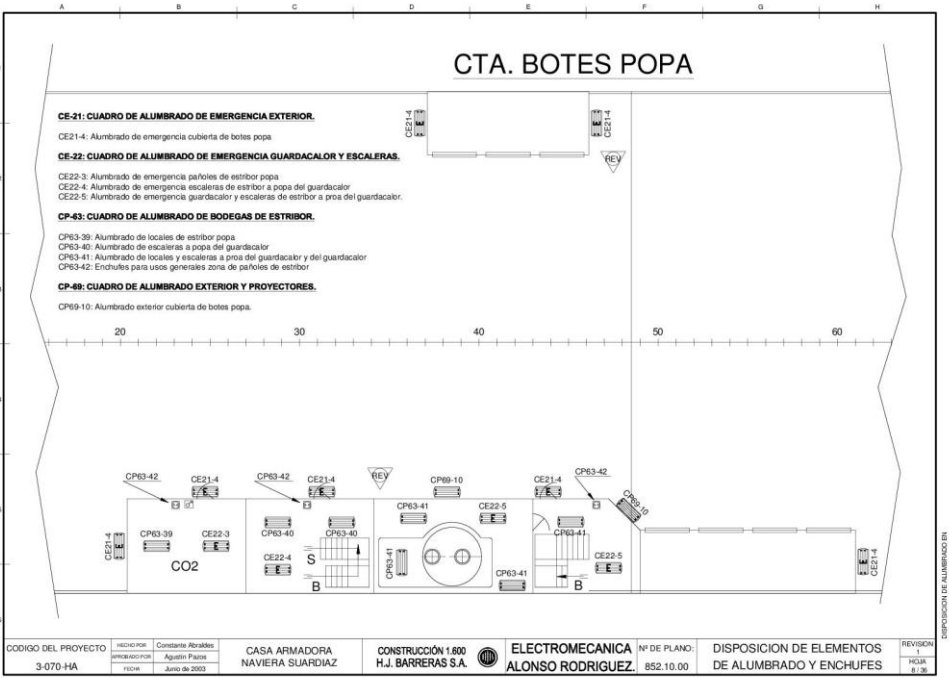
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 46: Alumbrado buque Galicia.



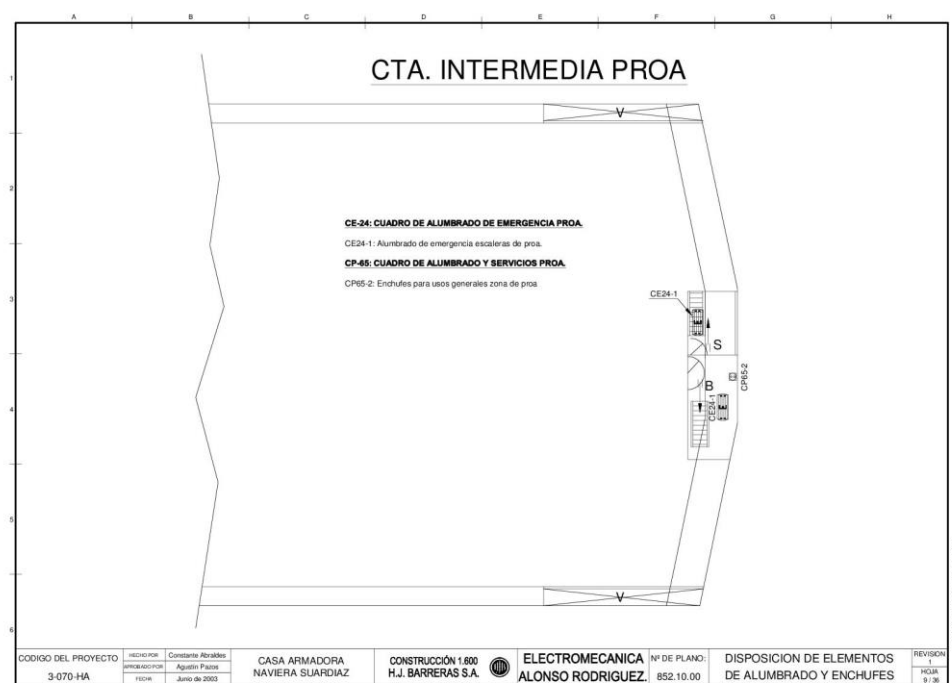
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 47: Alumbrado buque Galicia.



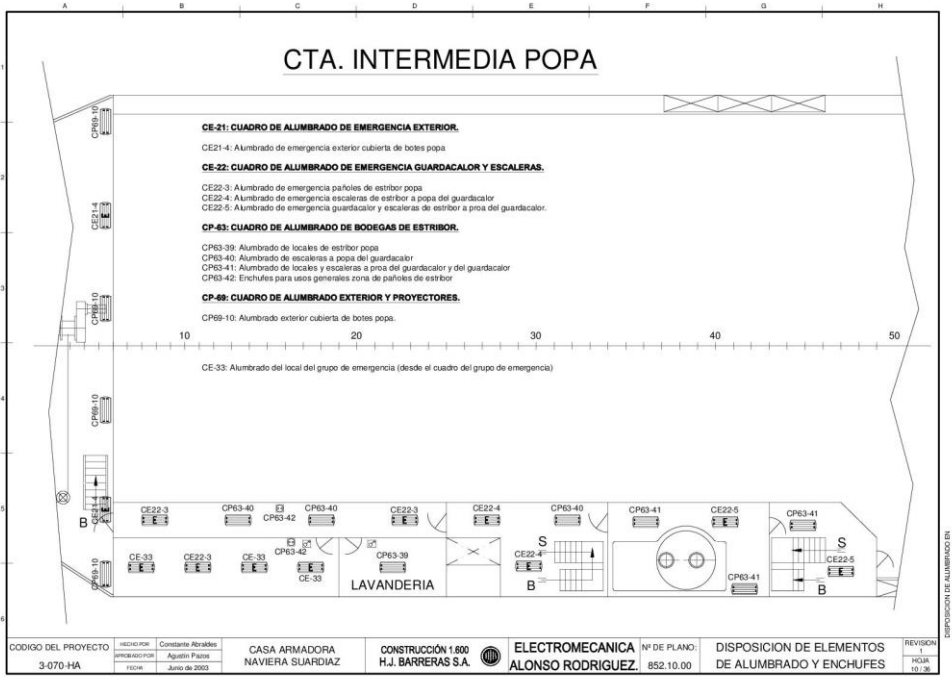
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 48: Alumbrado buque Galicia.



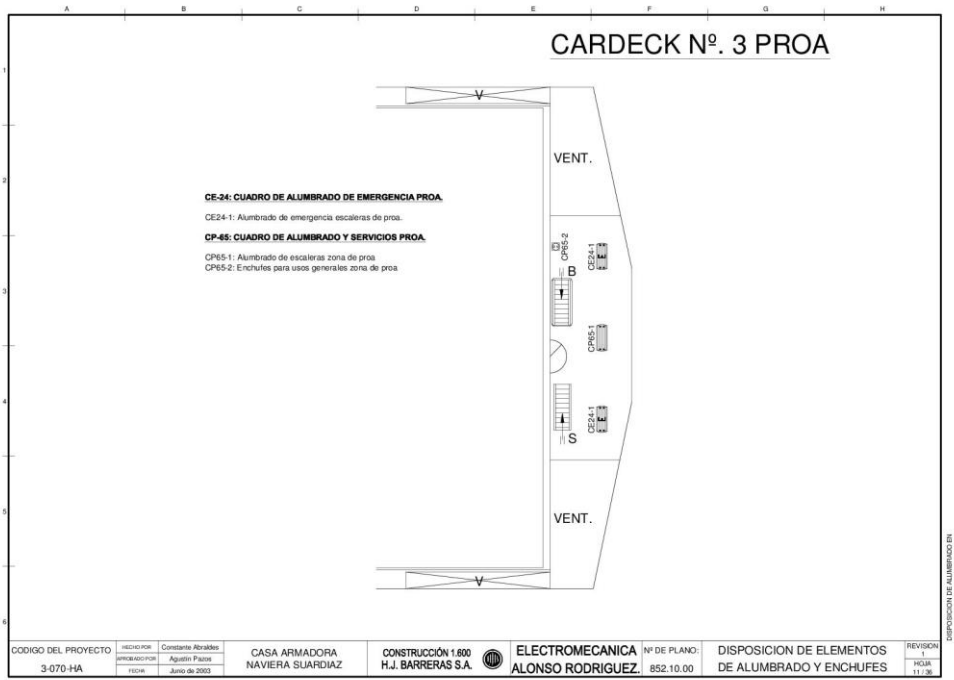
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 49: Alumbrado buque Galicia.



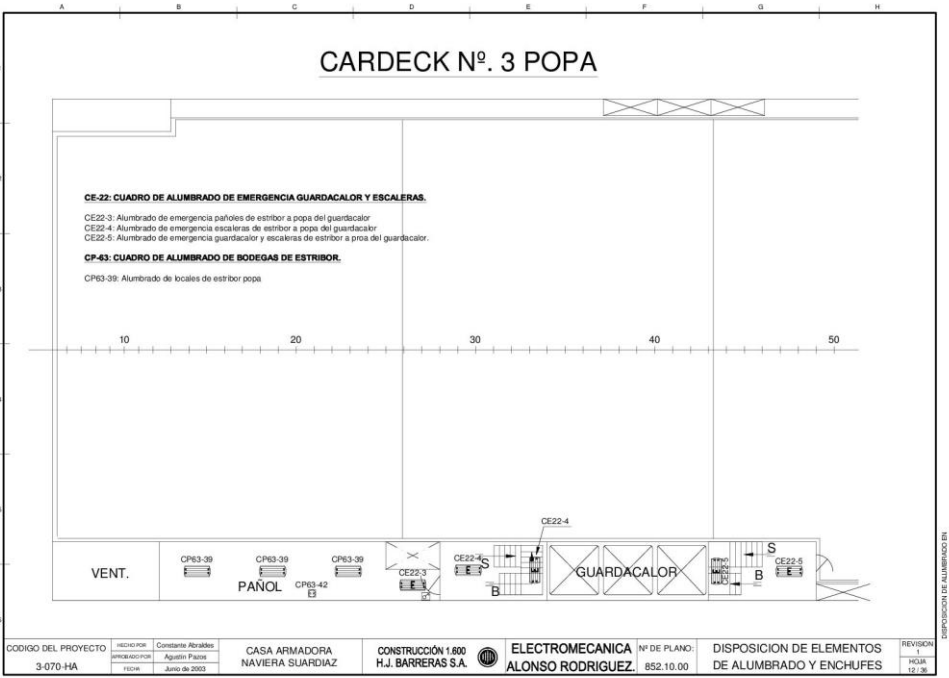
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 50: Alumbrado buque Galicia.



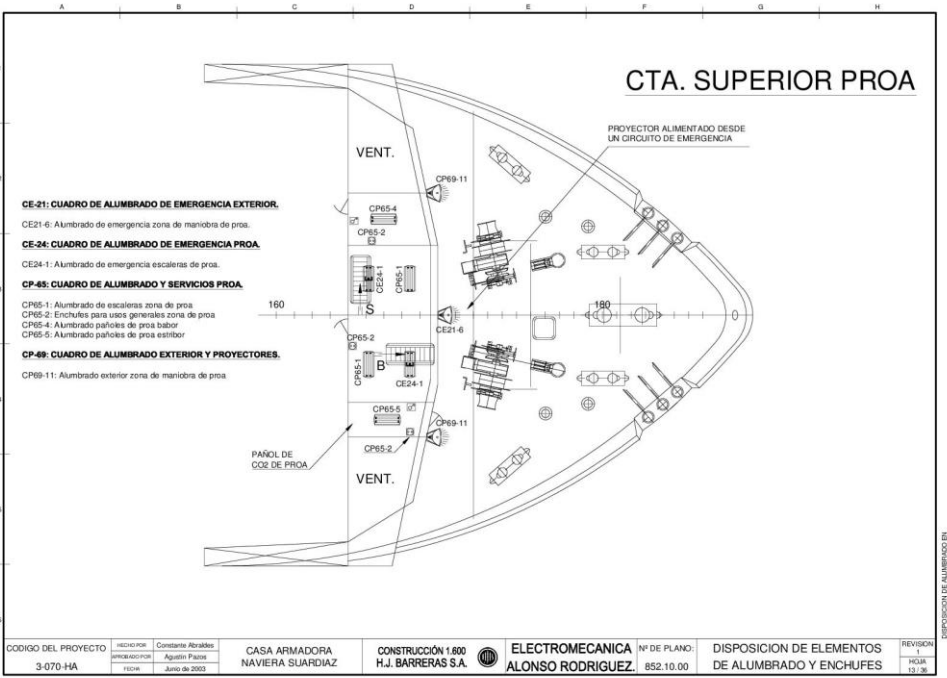
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 51: Alumbrado buque Galicia.

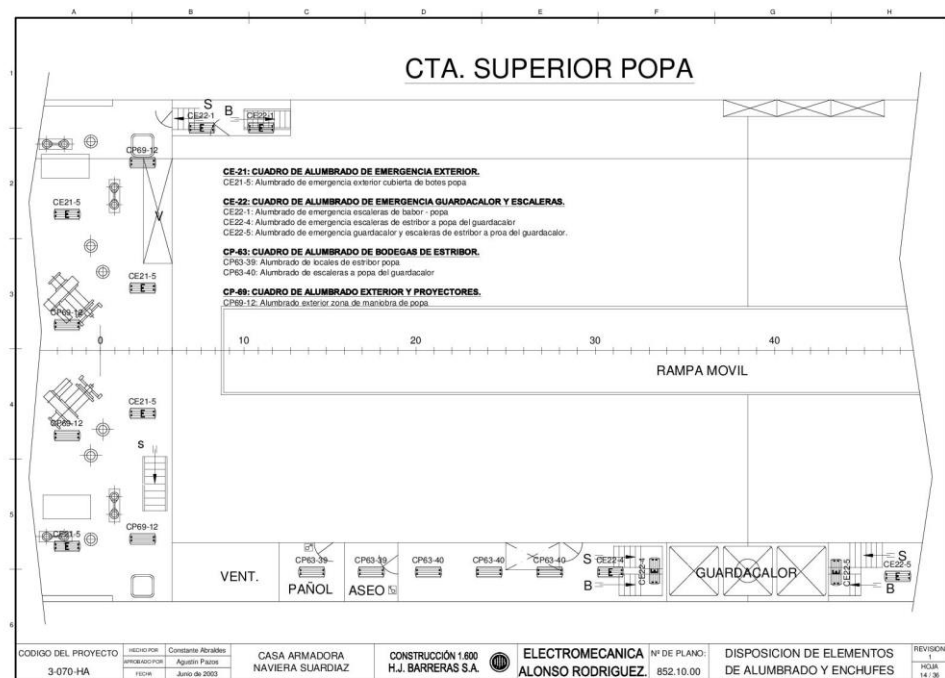


Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 52: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.



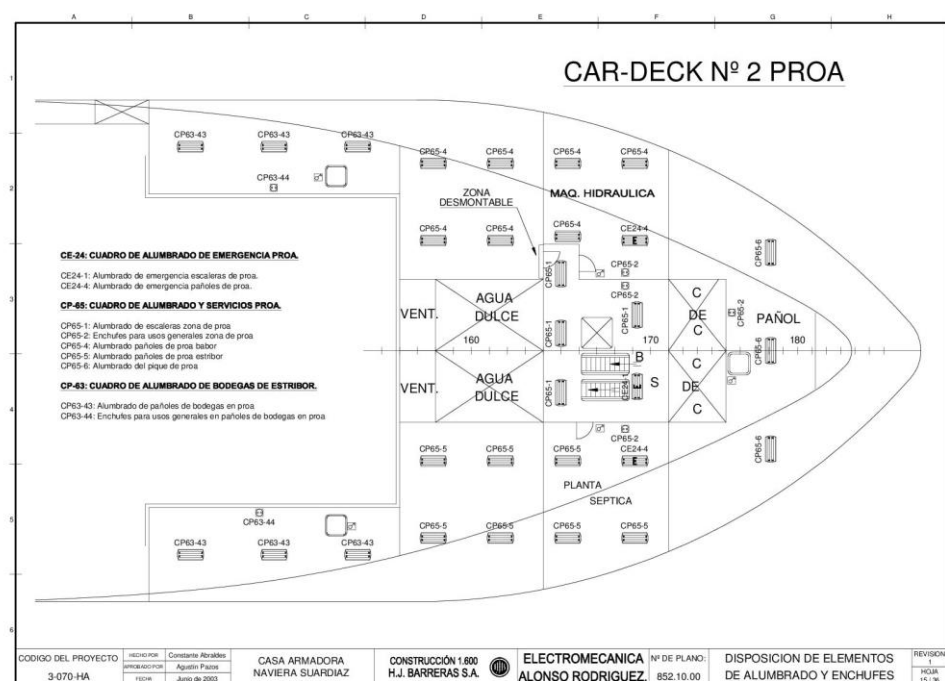
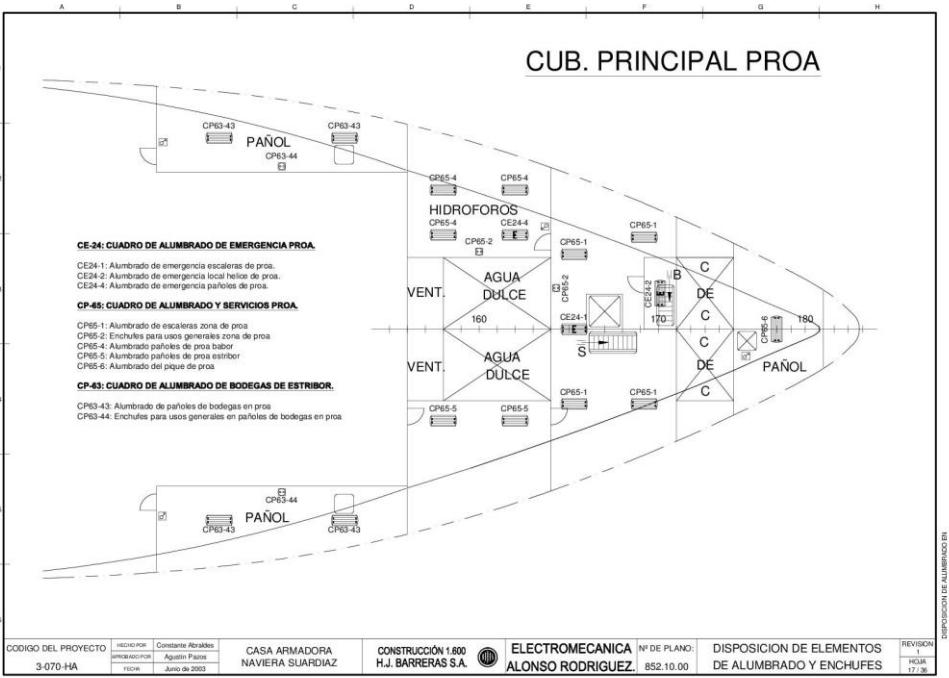


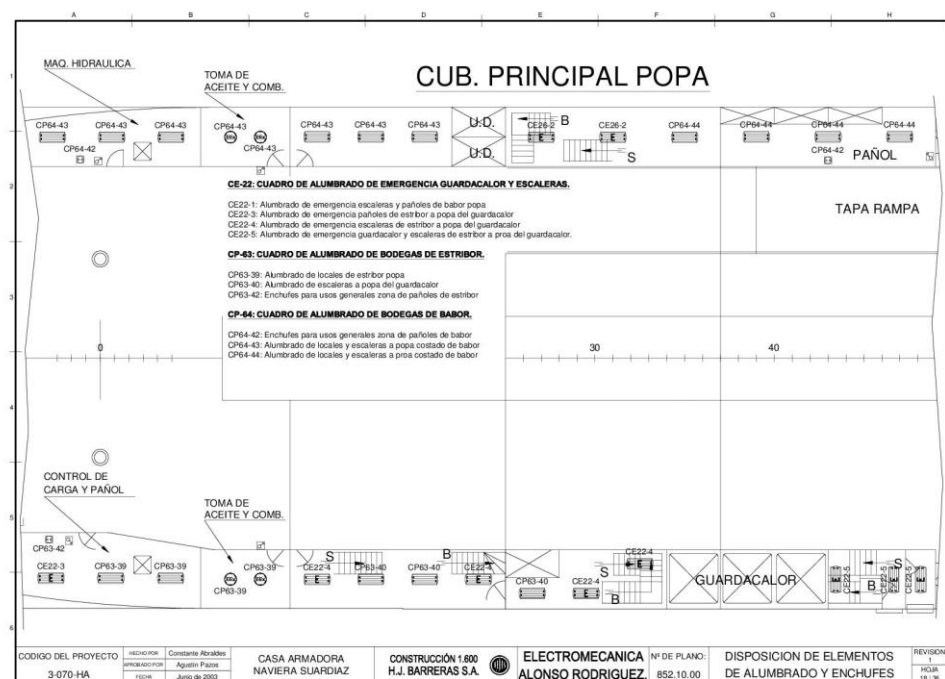


Ilustración 56: Alumbrado buque Galicia.



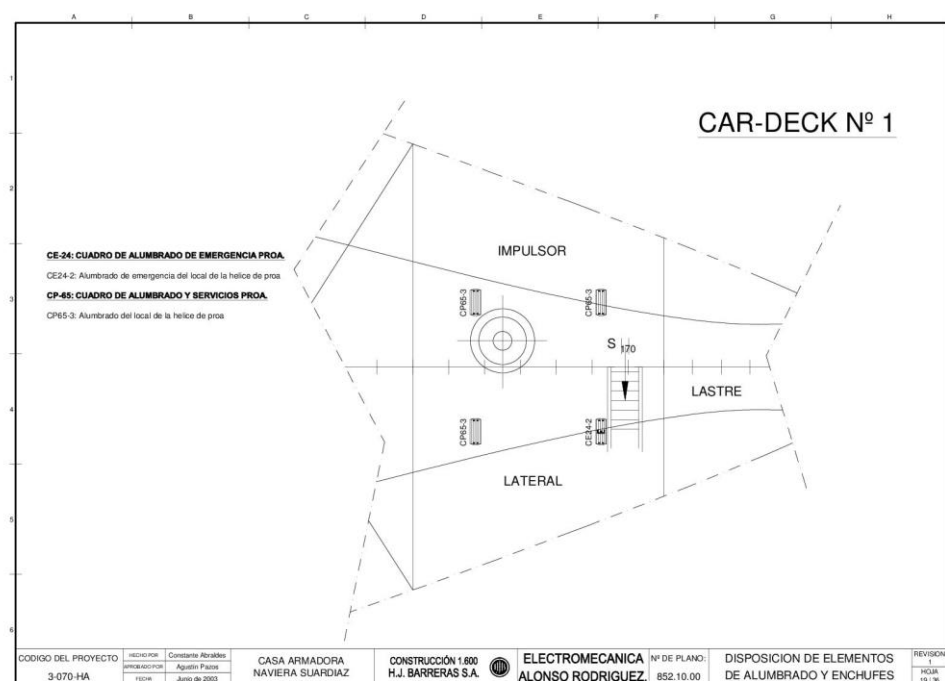
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 57: Alumbrado buque Galicia.



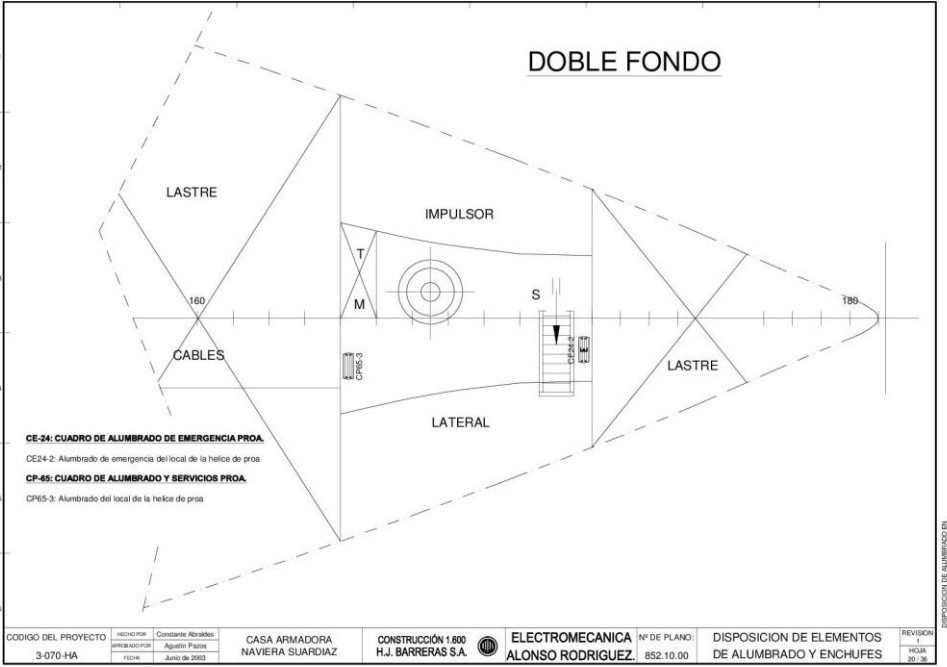
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 58: Alumbrado buque Galicia.



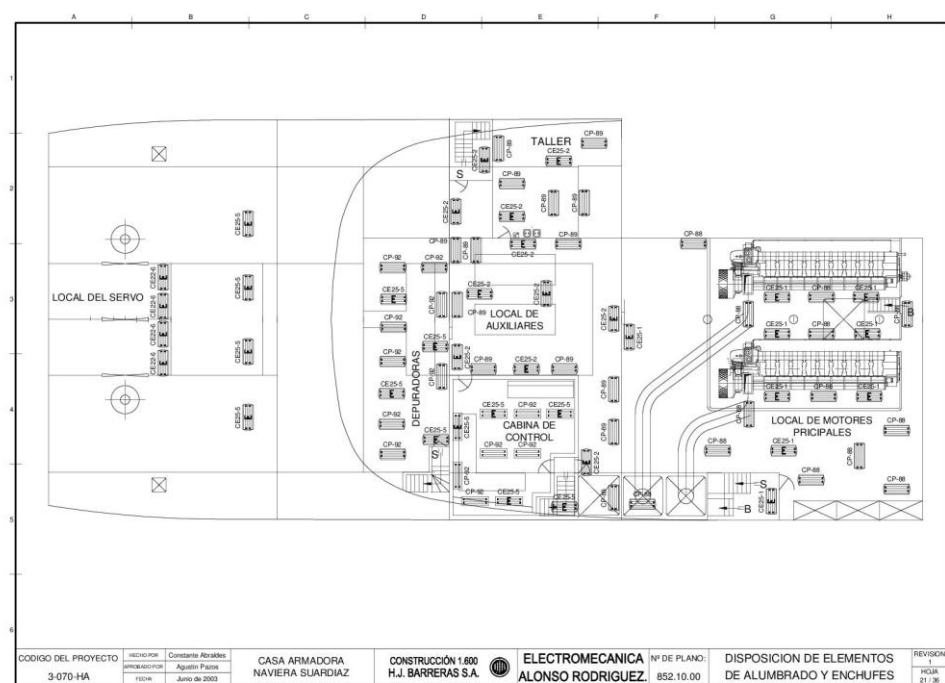
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 59: Alumbrado buque Galicia.



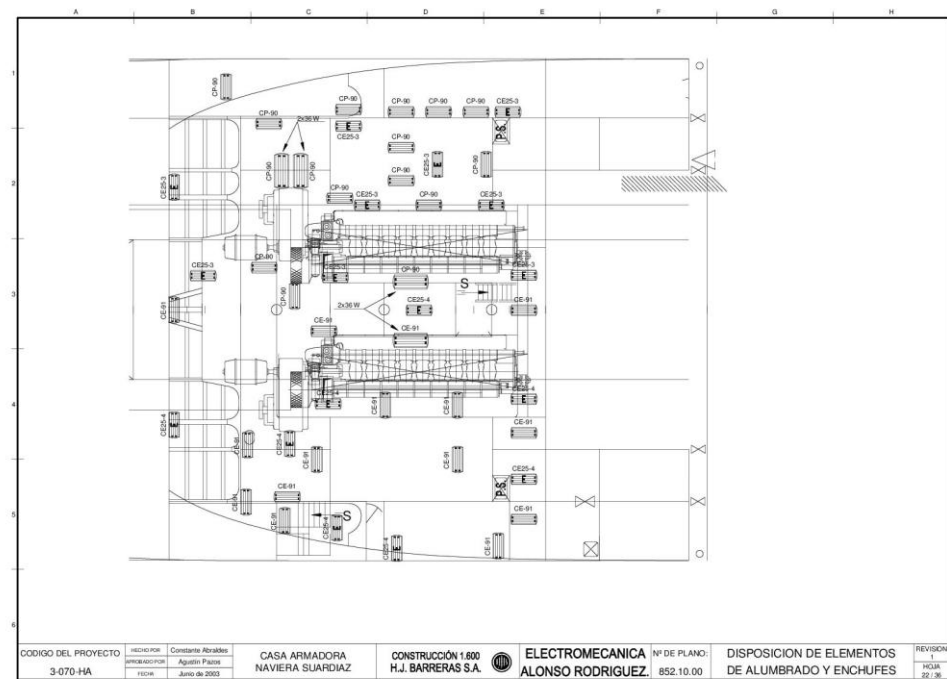
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 60: Alumbrado buque Galicia.



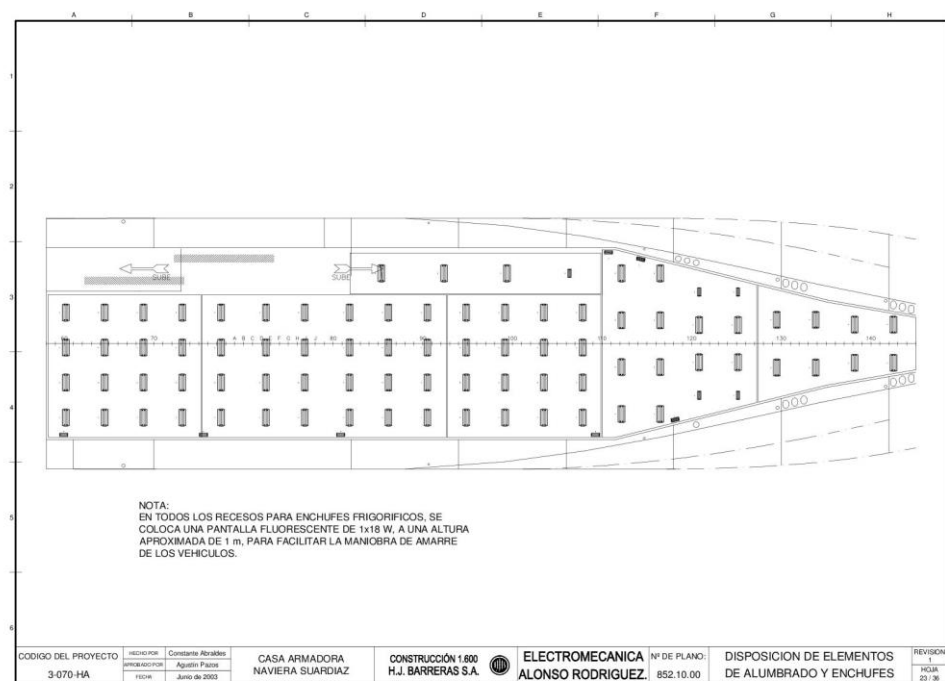
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 61: Alumbrado buque Galicia.



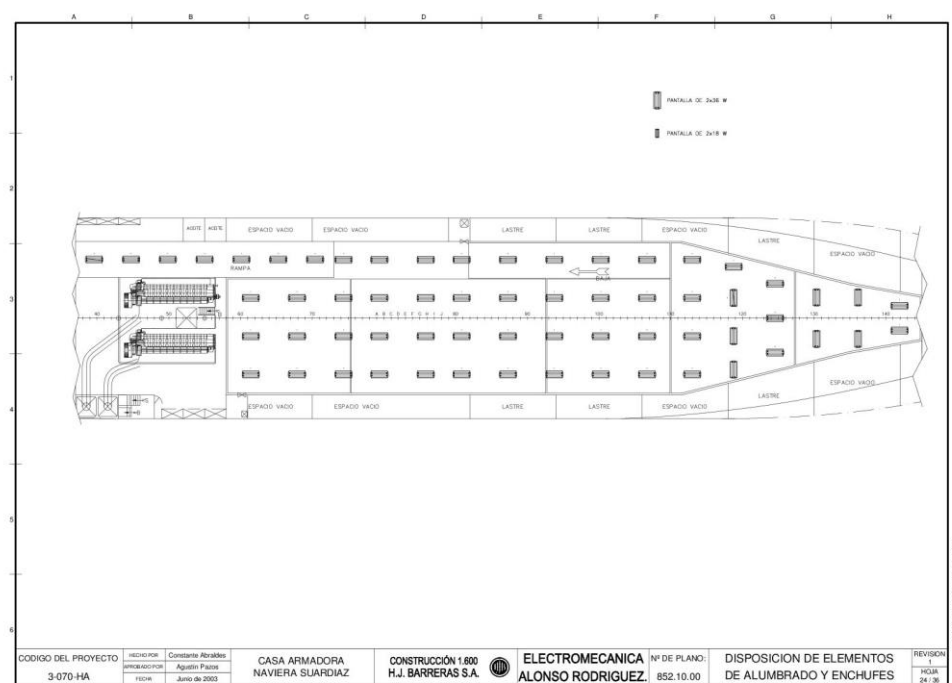
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 62: Alumbrado buque Galicia.



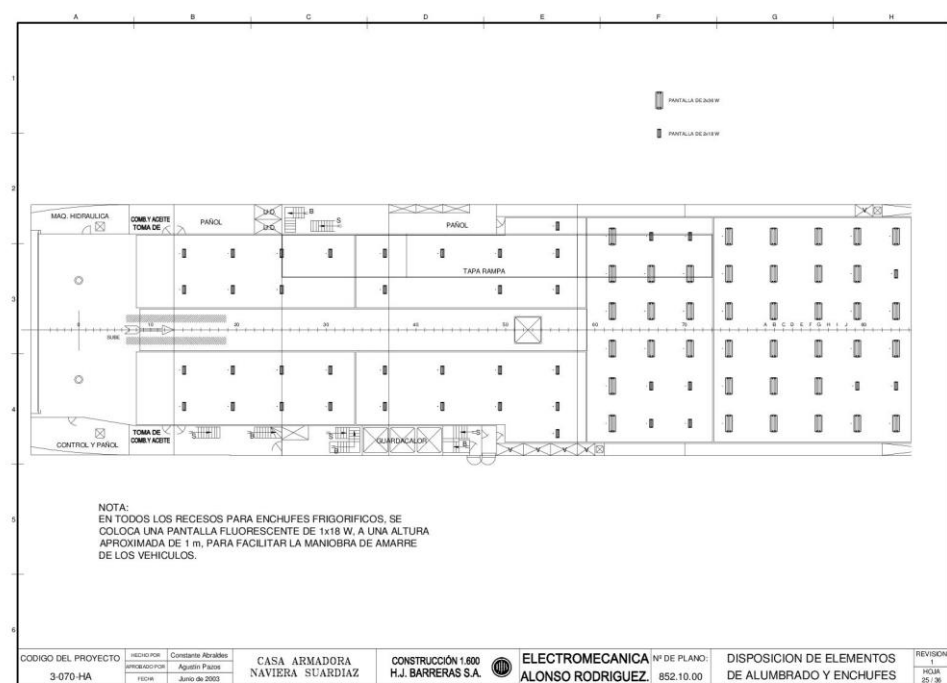
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 63: Alumbrado buque Galicia.



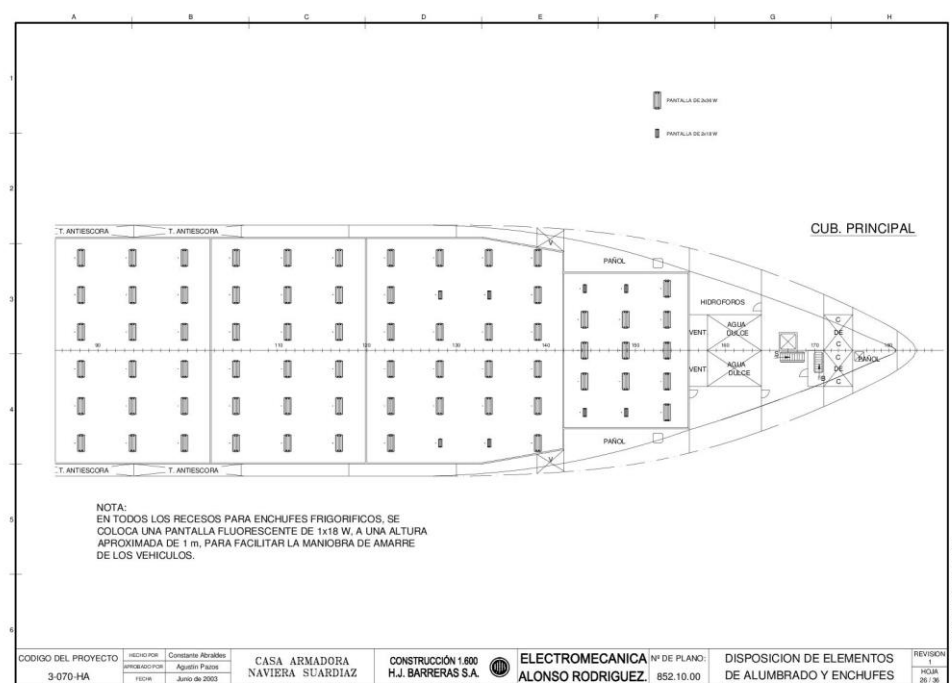
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 64: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 65: Alumbrado buque Galicia.



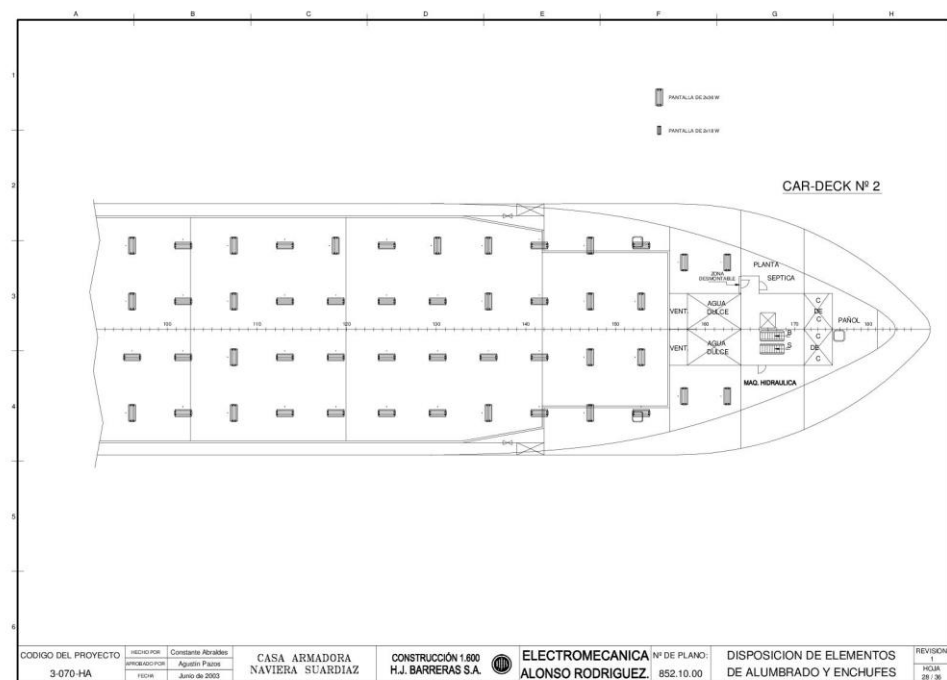
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 66: Alumbrado buque Galicia.



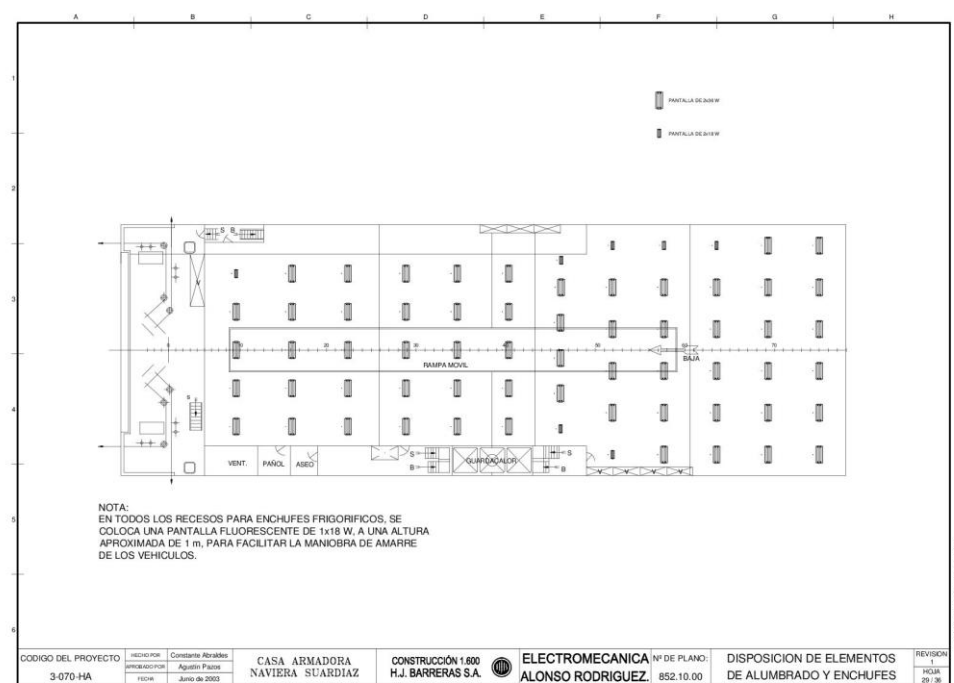
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 67: Alumbrado buque Galicia.



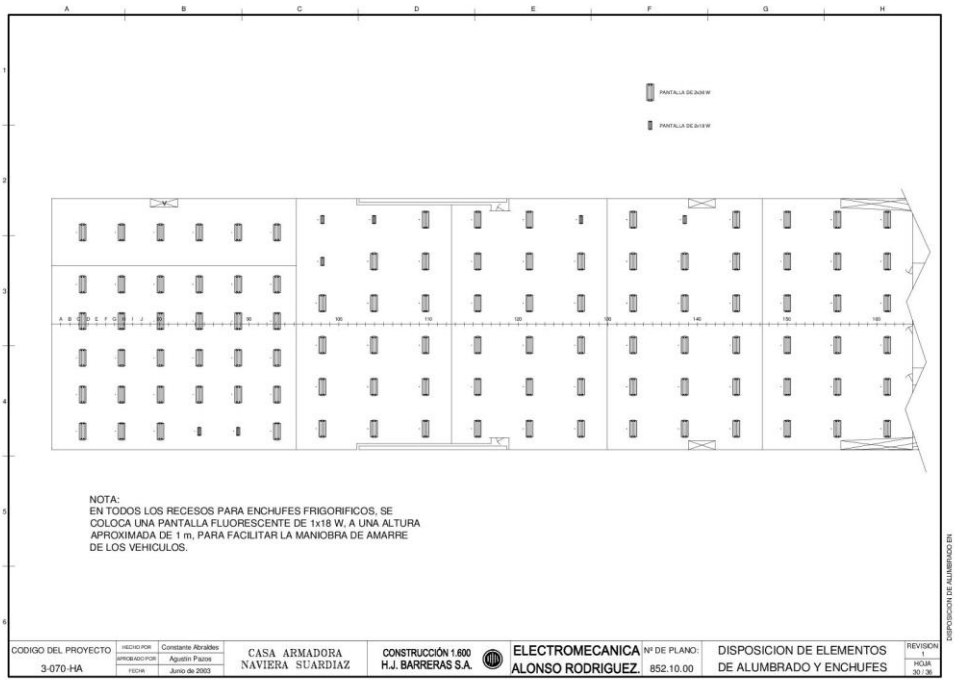
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 68: Alumbrado buque Galicia.



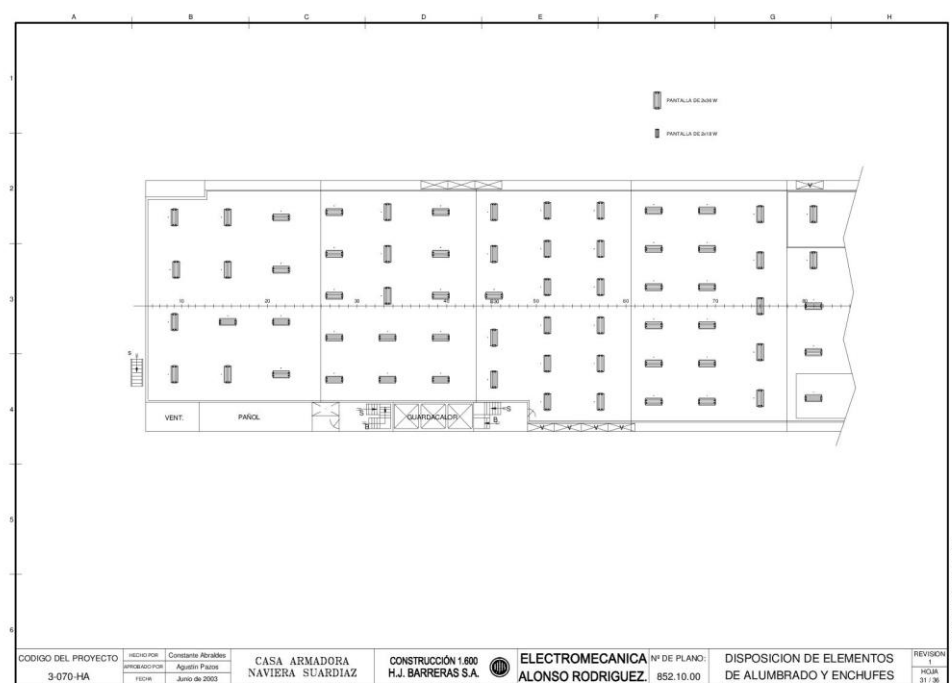
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 69: Alumbrado buque Galicia.



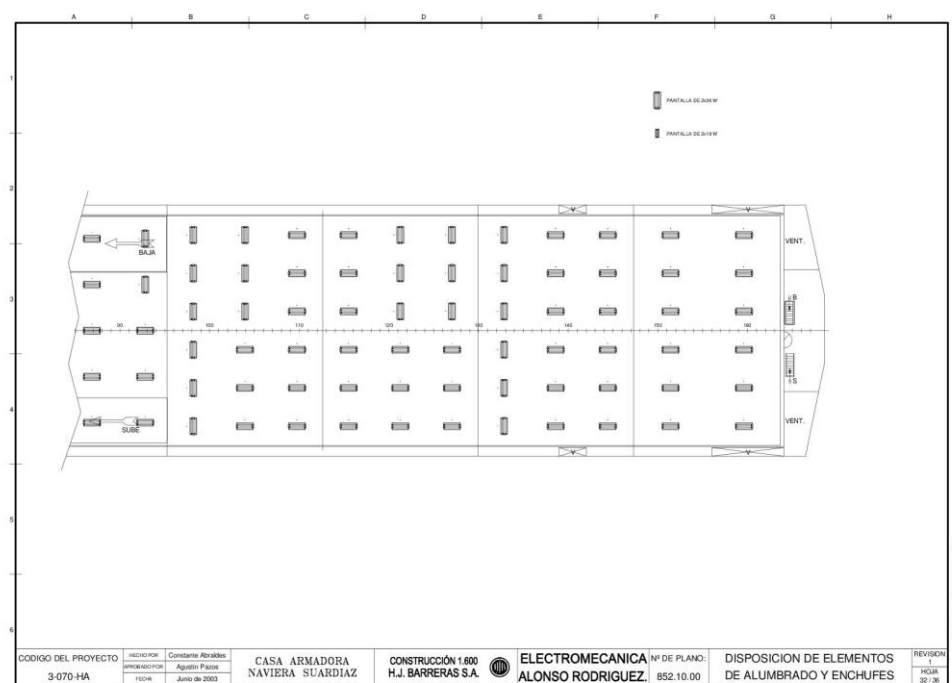
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 70: Alumbrado buque Galicia.



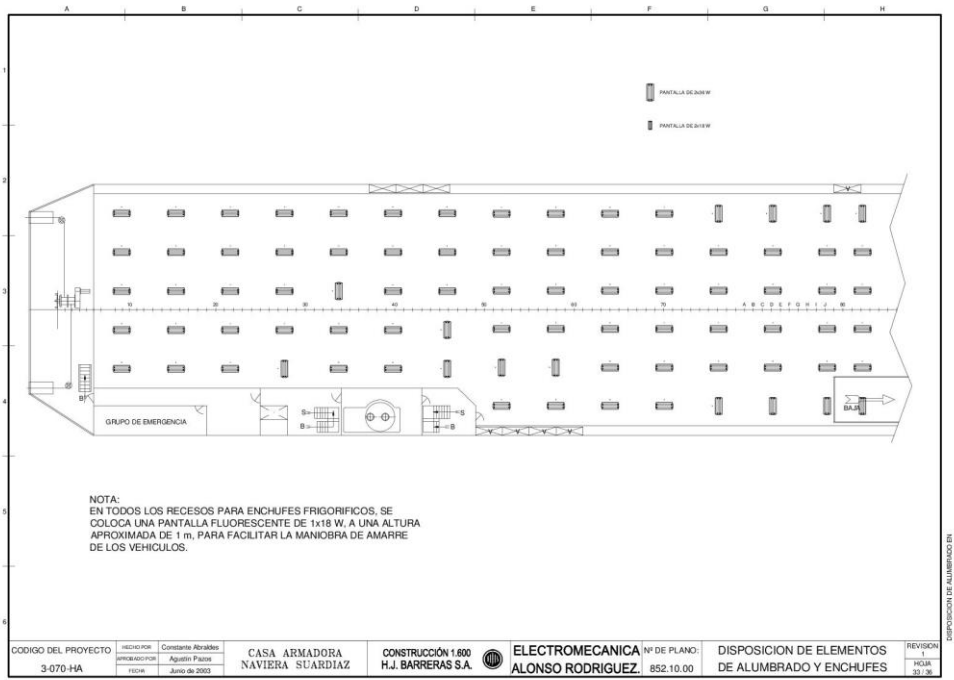
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 71: Alumbrado buque Galicia.



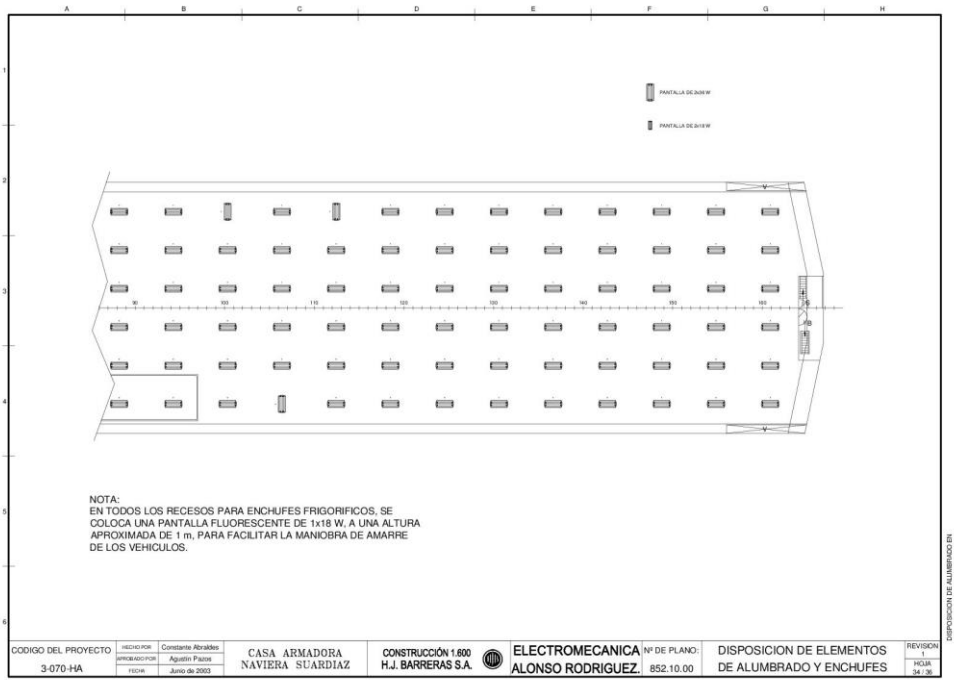
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 72: Alumbrado buque Galicia.



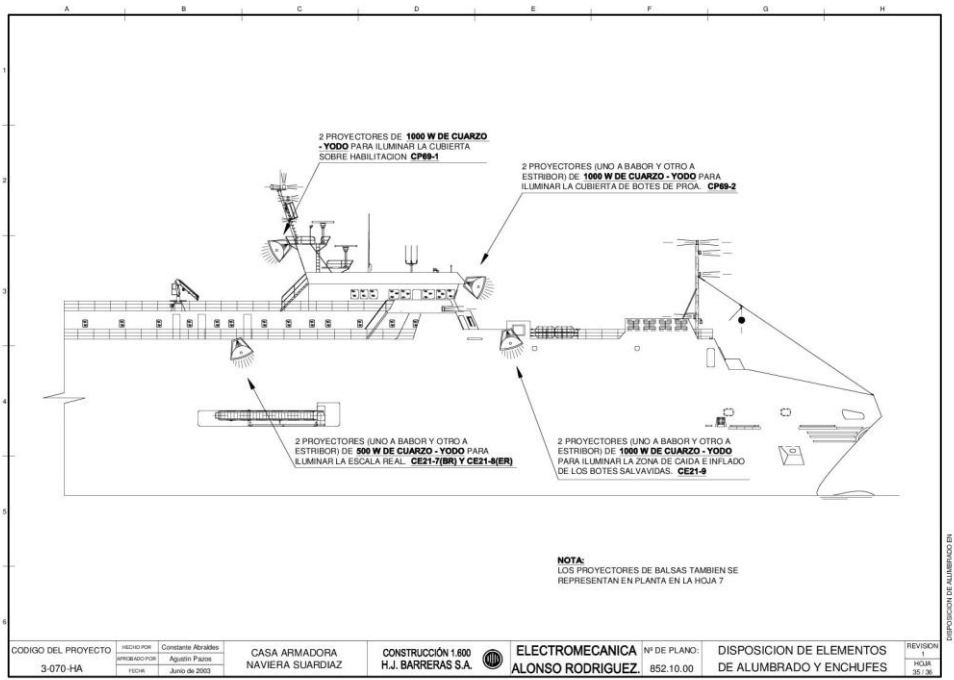
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 73: Alumbrado buque Galicia.



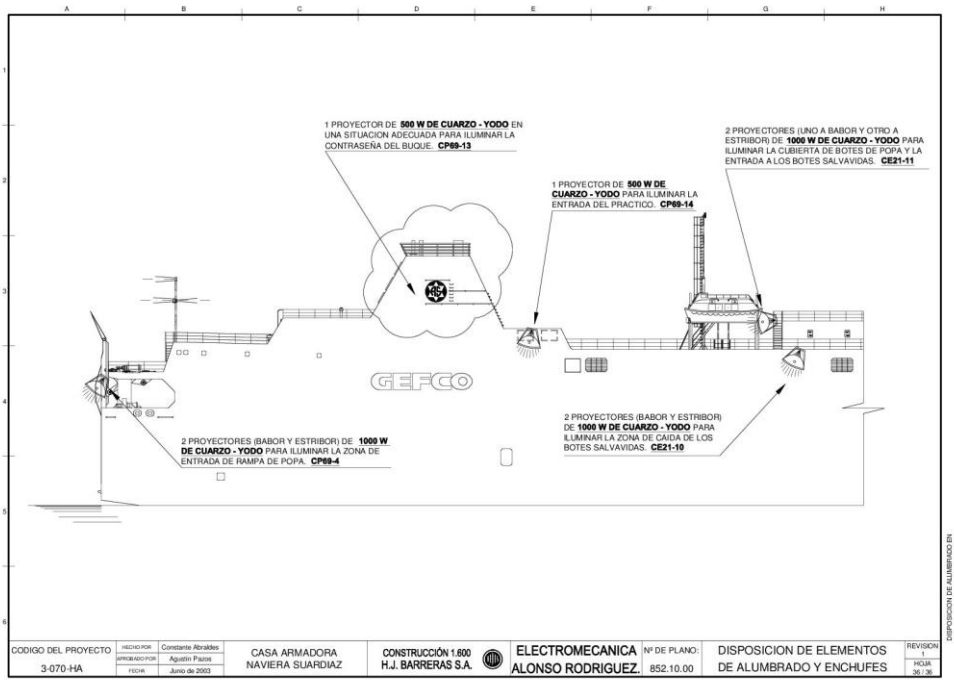
Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 74: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

Ilustración 75: Alumbrado buque Galicia.



Fuente: Buque Galicia.

**ANEXO III: FICHA TÉCNICA DE LOS TUBOS LED QUE SE VAN A
INSTALAR.**

3.-ANEXO III: FICHA TÉCNICA DE LOS TUBOS LED QUE SE VAN A INSTALAR.

Ilustración 76: Tubo LED T8 de 9W y 600 mm.



.....ficha técnica de producto

TUBO LED T8 DE CRISTAL DE 600MM 9W OPAL

Modelo: B4009-3-600P

Tubo LED T8 DE CRISTAL OPAL de 600mm 9W Opal, SMD 2835, 230V-AC, ángulo 330°

9W 589mm 230V





Especificaciones técnicas:

Casquillo:	G13
Potencia:	9W
Voltaje:	230V-AC
Ángulo:	330 grados
Chip:	SMD 2835
CRI:	80
Factor de potencia:	0.98
Vida útil:	35.000 horas
Alto:	589mm
Diámetro:	26mm
Certificados:	CE, ROHS

Blanco frío	Blanco neutro	Blanco cálido
6000°K	4500°K	3000°K
870lm	850lm	830lm

Descripción:

Substituye a los fluorescentes convencionales de 60 cm

El Tubo LED T8, dotado de Chip 4014 de alta luminosidad y de revestimiento de plástico de alta transmisión de luz (más de 90%) permite una distribución uniforme de la luz.

- Fuente de alimentación LED de corriente constante
- Amplia gama de entrada de CA de 85V a 265V
- Alto factor de potencia de hasta 0,98
- Amplio ángulo de apertura (330°)
- Cobertura opal que no produce deslumbramientos
- Protección contra cortocircuitos y sobrecalentamiento
- Incluye puente para cebador

Aplicaciones:

- Iluminación general, reemplazo directo de fluorescentes convencionales de 60cm.
- Perfecto para iluminar parkings cerrados, oficinas, tiendas, galerías comerciales, cocinas, etc.

Consultas:


+34 93 241 80 81

comercial@barcelonaled.com

www.barcelonaled.com

Fuente: (B-LED 2016)

Ilustración 77: Tubo LED T8 de 9W y 600 mm.

B.L.E.D.
BARCELONA

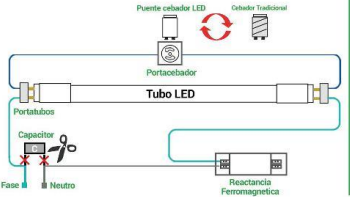
...ficha técnica de producto



Instrucciones instalación tubo cristal T8:

Instalación TUBOS T8 LED DE CRISTAL en instalaciones con reactancia Ferromagnética

Paso 1: Apaga la luz del cuadro general eléctrico y verifica que no llegue corriente eléctrica.
Paso 2: Sacar el tubo antiguo y luego el cebador.
Paso 3: Poner el nuevo puente cebador LED (incluido con cada tubo).
Paso 4: Retirar el capacitor o condensador (para evitar sobretensiones).
Paso 5: Instalar el nuevo tubo LED.



Instalación TUBOS T8 LED DE CRISTAL en instalaciones con reactancia electrónica

Paso 1: Apaga la luz del cuadro general eléctrico y verifica que no llegue corriente eléctrica.
Paso 2: Sacar el tubo antiguo (en este caso no hay cebador, ya que está incorporado dentro de la reactancia electrónica).
Paso 3: Desconecta los cables que entran a la reactancia electrónica (no hace falta sacarla, solo desconectarla eléctricamente).
Paso 4: Elegir uno de los 2 portatubos para conectar sus 2 cables directamente a la red eléctrica.
Paso 5: Recomendamos señalar el portalamparas donde se ha realizado la conexión para facilitar la instalación del tubo LED.

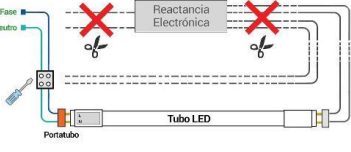
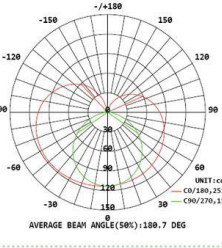


Diagrama de distribución de intensidad luminosa:



Height	Beam Diameter	Beam Area	Beam Angle
3.281ft	5.646, 10.55ft	200.00cm	60.78, 113.31°
6.562ft	11.432, 21.437ft	400.00cm	15.19, 28.391°
9.843ft	17.147, 32.155ft	600.00cm	10.13, 18.261°
13.124ft	22.862, 42.873ft	800.00cm	7.598, 13.696°
16.405ft	28.577, 53.593ft	1000.00cm	6.079, 11.037°

Flux out: 190.9 lm

Consultas:

+34 93 241 80 81 | comercial@barcelonaed.com

www.barcelonaed.com

Fuente: (B-LED 2016)

Ilustración 78: Tubo LED T8 de 18W y 1200 mm.

BLED
BARCELONA

.....ficha técnica de producto

TUBO LED T8 DE CRISTAL DE 1200MM 18W OPAL

Modelo: B4010-3-1200P

Tubo LED T8 DE CRISTAL OPAL de 1200mm 18W Opal, SMD 2835, 230V-AC, ángulo 330°

18W 230V 330° G13

18W 1189mm 230V

Descripción:

Substituye a los fluorescentes convencionales de 120 cm

El Tubo LED T8, dotado de Chip SMD 2835 de alta luminosidad y de revestimiento de cristal y plástico de alta transmisión de luz (más de 90%) permite una distribución uniforme de la luz.

- Amplia gama de entrada de CA de 85V a 265V
- Alto factor de potencia de hasta 0,98
- Amplio ángulo de apertura (330°)
- Cobertura opal que no produce deslumbramientos
- Protección contra cortocircuitos y sobrecalentamiento
- Incluye puente para cebador

Especificaciones técnicas:

Casquillo:	G13
Potencia:	18W
Voltaje:	230V-AC
Ángulo:	330 grados
Chip:	SMD 2835
CRI:	80
Factor de potencia:	0.98
Vida útil:	35.000 horas
Alto:	1189mm
Diámetro:	26mm
Certificados:	CE, ROHS

Aplicaciones:

- Iluminación general, reemplazo directo de fluorescentes convencionales de 120cm.
- Perfecto para iluminar parkings cerrados, oficinas, tiendas, galerías comerciales, cocinas, etc.

Consultas:

+34 93 241 80 81 comercial@barcelonaed.com

..... www.barcelonaed.com

Blanco frío	Blanco neutro	Blanco cálido
6000K	4200K	3000K
1800lm	1780lm	1750lm

Fuente: (B-LED 2016)

Ilustración 79: Tubo LED T8 de 18W y 1200 mm.



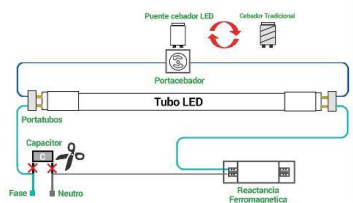
...ficha técnica de producto



Instrucciones instalación tubo cristal T8:

Instalación TUBOS T8 LED DE CRISTAL en instalaciones con reactancia Ferromagnética

- Paso 1:** Apaga la luz del cuadro general eléctrico y verifica que no llegue corriente eléctrica.
Paso 2: Sacar el tubo antiguo y luego el cebador.
Paso 3: Poner el nuevo puente cebador LED (incluido con cada tubo).
Paso 4: Retirar el capacitor o condensador (para evitar sobretensiones).
Paso 5: Instalar el nuevo tubo LED.



Instalación TUBOS T8 LED DE CRISTAL en instalaciones con reactancia electrónica

- Paso 1:** Apaga la luz del cuadro general eléctrico y verifica que no llegue corriente eléctrica.
Paso 2: Sacar el tubo antiguo (en este caso no hay cebador, ya que está incorporado dentro de la reactancia electrónica).
Paso 3: Desconecta los cables que entran a la reactancia electrónica (no hace falta sacarla, solo desconectarla eléctricamente).
Paso 4: Elegir uno de los 2 portatubos para conectar sus 2 cables directamente a la red eléctrica.
Paso 5: Recomendamos señalar el portalamparas donde se ha realizado la conexión para facilitar la instalación del tubo LED.

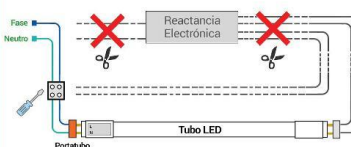
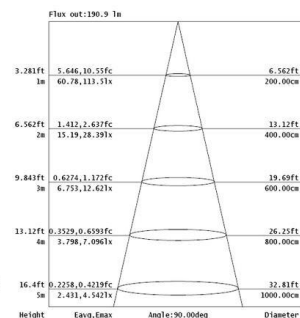
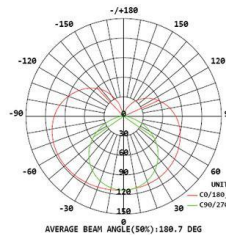


Diagrama de distribución de intensidad luminosa:



Consultas:

+34 93 241 80 81

comercial@barcelonaed.com

www.barcelonaed.com

Fuente: (B-LED 2016)

AVISO:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”