



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA E
IMPLEMENTACION DE UN CONTROL
ADAPTATIVO DEL SISTEMA DE
ILUMINACIÓN DE PASILLOS DE
CONSULTAS DEL HURH**

Autor:

Morato Arribas, Sergio

Director:

**Muñoz Cano, Manuel
Dpto. Ingeniería Eléctrica**

Codirector:

Espí García, Fernando Javier

Valladolid, Julio 2015



Agradecimientos

A Manuel Muñoz Cano, gracias por haberme dado la oportunidad de esta experiencia.

A Fernando J. Espí, gracias por tu paciencia, tu dedicación y tus enseñanzas. Haber trabajado a tu lado estos meses ha sido un auténtico placer.

A mis padres, gracias por apoyarme y alentarme en todos estos años, por vuestro sacrificio y vuestro cariño. No podría haberlo hecho sin vosotros.

A mi hermano, gracias por haberme apoyado en los malos momentos y haber compartido los buenos conmigo.

A Paula Esteban, gracias por estar siempre disponible para mí, gracias por tus consejos, por hacer que todo parezca más fácil, por cuidarme y apoyarme. Simplemente gracias por ser como eres.

Al resto de mi familia, gracias por haber estado siempre ahí.

A todos mis amigos, vosotros sabéis quiénes sois, gracias por animarme y por haberme hecho disfrutar de estos años de carrera. Con vosotros todo ha sido mucho más fácil.

Sin olvidarme del personal del hospital, que tanto me ha ayudado y enseñado durante estos meses.

A todos vosotros, mi más sincero agradecimiento.



Mejora de la eficiencia energética e implementación de un control adaptativo del sistema de iluminación de pasillos de consultas del HURH





Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS..... 9

Capítulo1. EMPLAZAMIENTO OBJETO DE ESTUDIO 13

 1.1 Descripción del complejo hospitalario.....15

 1.2 Escenario de la implementación del sistema.....17

 1.3 Planificación temporal del proyecto20

Capítulo 2: MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO 23

 2.1 La Luz.....25

 2.1.1 La luz como onda.....25

 2.1.2 Propiedades de la luz.25

 2.2 Campo Visual28

 2.3 Tipos de Visión29

 2.4 La acomodación.....29

 2.5 La adaptación29

 2.6 Factores que influyen en la visión30

 2.7 Magnitudes y unidades fundamentales eléctricas y de iluminación.....30

 2.7.1 Flujo luminoso.....30

 2.7.2 Intensidad luminosa31

 2.7.3 Eficacia luminosa.....31

 2.7.4 Luminancia31

 2.7.5 Iluminancia32

 2.7.6 Exposición luminosa32

 2.7.7 Cantidad de luz.....32

 2.8 Normativa y directrices aplicables.....34

 2.9 Proyecto LIFE+34

Capítulo 3: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL ADAPTATIVO EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN 39

 3.1 Situación inicial y problemática41

 3.1.1 Problemas que ocasiona este sistema:.....41

 3.1.2 Sistema de control actual:44

 3.2 Tipos de regulación.....45

 3.2.1 Regulación por fases (ON-OFF):.....46



- 3.2.2 Regulable 1-10V46
- 3.2.4 Sistema con Protocolo DALI.....49
- 3.3 Características principales de los productos DALI que ofrece cada una de las empresas.52
 - 3.3.1 Philips52
 - 3.3.2 Simon.....56
 - 3.3.4 Lledó59
- 3.4 Características técnicas de los equipos64
 - 3.4.1 Controlador64
 - 3.4.2 Unidad de control para sistemas de gestión de la iluminación.....64
 - 3.4.3 Fuente de alimentación65
 - 3.4.4 Sensor de luz y presencia65
- 3.5 Actuaciones preliminares sobre el sistema de iluminación65
- 3.6 Modelado y ajuste del escenario66
 - 3.6.1 Cambio de balastos electrónicos manteniendo las lámparas actuales66
 - 3.6.2 Cambio de la instalación a led.....68
- 3.7 Estrategia de control.....73
 - 3.7.1 Grupos de control:73
- 3.8 Factores a tener en cuenta.....75
 - 3.8.1 Regulación del sistema de iluminación81
 - 3.8.2 Tablas: Porcentajes de regulación y Consumos de potencia.88
- 3.9 Implementación del sistema de control en el HURH93
 - 3.9.1 Configuración DALI vía Servidor Web94
- 3.10 Esquemas.....97
- Capítulo 4: ESTUDIO ECONÓMICO 103**
 - 4.1 Introducción105
 - 4.2 Fases del proyecto y equipo de trabajo105
 - 4.2.1 Fases del proyecto.....105
 - 4.2.1.1 Análisis inicial105
 - 4.2.1.2 Recogida de información105
 - 4.2.1.3 Redacción y presentación del proyecto.....106
 - 4.2.2. Equipo de proyecto106
 - 4.3 Costes del proyecto107



4.3.1 Costes directos	107
4.3.2. Costes de los materiales y fungible	108
4.3.3 Costes totales	109
4.4 Valor actual neto (VAN).....	109
4.6 Pay-Back descontado (PB*).....	112
4.7 Tasa interna de retorno (TIR).....	113
Capítulo 5: CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFÍA.....	121
ANEXOS	123



Mejora de la eficiencia energética e implementación de un control adaptativo del sistema de iluminación de pasillos de consultas del HURH





Resumen

El siguiente proyecto está dedicado al estudio e implementación de un sistema de control adaptativo en el alumbrado del Hospital Universitario Río Hortega (a partir de ahora, HURH), concretamente en los pasillos en los que se encuentran ubicadas las consultas externas.

Nos hemos planteado como objetivo fundamental el aprovechamiento de la luz natural como fuente de iluminación principal y partir de ahí para la elaboración de una estrategia de control, donde se plantearan las diferentes técnicas que conducirán a un ahorro energético.

La estrategia de control supondrá un gran ahorro energético y en consecuencia económico.

Para llevarla a cabo contaremos con un software de simulación, libre del Instituto Alemán de Luminotecnia, Dialux y los datos estadísticos proporcionados por el centro de datos científicos atmosféricos de la NASA.

Se propone implementar la estrategia de control mediante protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) que consiste en un sistema de control específico para alumbrado que permite, mediante el direccionamiento de balastos, generar estrategias de control de las luminarias.

Palabras clave

Eficiencia energética, iluminación, luz natural, sistema de control, DALI.



Mejora de la eficiencia energética e implementación de un control adaptativo del sistema de iluminación de pasillos de consultas del HURH





Introducción. Objetivos

En el ámbito de la Unión Europea, el Parlamento y el Consejo redactaron y publicaron 2002 la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, de aplicación obligatoria en los países miembros (entre los cuales se encuentra España), una vez transcurrido el periodo transitorio de adecuación correspondiente.

Esta directiva impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio entre las cuales se encuentra la iluminación. Se trata de reducir los consumos excesivos de energía hasta en un 22% obligando a la adopción de medidas de ahorro y recuperación energética y se aconseja la sustitución de ciertas fuentes escasas y contaminantes por otras renovables y menos agresivas con el medio ambiente.

Inmersos en el cumplimiento de dicha normativa, en nuestro país se están desarrollando múltiples esfuerzos enfocados a la consecución de dicha mejora energética en las instalaciones de alumbrado, constituyendo de este modo una seria y responsable respuesta a las peticiones que surgen de todos los ámbitos de la sociedad.

Pero no debe nunca olvidarse que en paralelo con este deseo de ahorrar energía coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios



de calidad precisas para que las instalaciones de iluminación proporcionen no solo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

Afortunadamente en septiembre de 2002 se aceptó la redacción por parte de la comisión de Normalizado de la norma UNE 12464-1 relativa a *iluminación de los lugares de trabajo interior*, por lo que a finales de mayo de 2003 han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Esta nueva norma, a la que debe acudirse en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores recomienda el cumplimiento no solo cuantitativo, sino cualitativo de dos aspectos de la tarea que se resumen brevemente:

- Confort visual
- Rendimiento de colores

Otra visión importante por la que el ahorro energético es necesario, es la económica. Es fundamental y más en épocas como la actual de recesión y crisis económica, tener en cuenta el coste que supone el uso de la energía.

Es un hecho que, a la hora de iluminar un área visual, el ser humano prefiere la luz natural a la luz artificial. La luz procedente del sol tiene un perfecto rendimiento de los colores y aporta elementos muy proactivos en el comportamiento de las personas.

Por otro lado, incluso cuando se iluminan edificios de la mejor manera posible con la luz natural, siempre existe la necesidad de completarlo o reemplazarlo con un alumbrado artificial.

Este hecho de compaginar e incluso complementar el alumbrado con luz natural mediante un alumbrado artificial y armonizar ambos, puede ser perfectamente resuelto hoy en día mediante la utilización de sistemas de control del alumbrado artificial en respuesta a la aportación de luz natural. Utilizándose esta para conseguir una reducción del consumo de energía eléctrica y por tanto un ahorro sustancial de energía.

El objetivo fundamental que nos planteamos es el aprovechamiento de la luz natural como base para la elaboración de una estrategia de control del sistema de iluminación de los pasillos de consultas externas del HURH con vistas a la mejora de su eficiencia energética.



Esta estrategia de control, junto con el cambio de tecnología de las luminarias, será importante a la hora de obtener un ahorro energético, y en consecuencia económico, de esa manera lograremos una eficiencia óptima en el aprovechamiento de los recursos disponibles.

Como ayuda para la consecución del objetivo fundamental planteado y, ante la imposibilidad de realizar medidas a priori con las nuevas luminarias que se propondrán más adelante, contaremos con un software de simulación libre (Dialux) del Instituto Alemán de Luminotecnia.

Finalmente, se indicará la forma de implementar la estrategia de control elaborada, integrándola en el sistema de control del HURH, mediante la incorporación de un equipo programable, que gestione, mediante dichas estrategias de control propuestas, todas las comunicaciones y balastos DALI para los encendidos, apagados, regulaciones, emisión de alarmas, etc....

También se cuantificarán los posibles ahorros económicos y energéticos derivados del cambio de luminarias y de la implantación del control adaptativo.



Mejora de la eficiencia energética e implementación de un control adaptativo del sistema de iluminación de pasillos de consultas del HURH



Capítulo 1.

EMPLAZAMIENTO OBJETO DE
ESTUDIO

1.1 Descripción del complejo hospitalario

La instalación del Hospital Universitario Río Hortega, objeto de este proyecto se encuentra situado en calle Dulzaina 2, Valladolid, España, y que correspondiente a las coordenadas geográficas 41.63°N 4.713°W.

El hospital, cuenta con 608 camas de hospitalización, 180 de las cuales en habitaciones individuales, 18 quirófanos, 6 salas de parto y 16 puestos de neonatología. Tiene así mismo un helipuerto en superficie, para dar cabida a los Servicios de Emergencias Sanitarias de la Junta de Castilla y León. Tiene una superficie construida de 115.147 m² y 1.439 plazas de aparcamiento, y 31 plazas de aparcamiento para minusválidos (una plaza de minusválido por cada 19 camas) que además son "multiusos", ya que permiten que las furgonetas de reparto puedan aparcar cómodamente.

A nivel de instalaciones, el hospital tiene las siguientes características:

- 3.000 Trabajadores.
- **Potencia eléctrica: 3,5 MW. Con picos de demanda de hasta 5,5MW.**
- Potencia Calorífica: 17 MW.
- Potencia Frigorífica: 8,4 MW.

En cuanto a las características arquitectónicas, el edificio tiene tres plantas en superficie y una bajo superficie, y está estructurada en cuatro grandes bloques con un pasillo central, donde están ubicadas las unidades administrativas de los servicios. Su diseño es modular y tiene una disposición horizontal, moderna y funcional, rodeada de zonas verdes y viales para los usuarios.

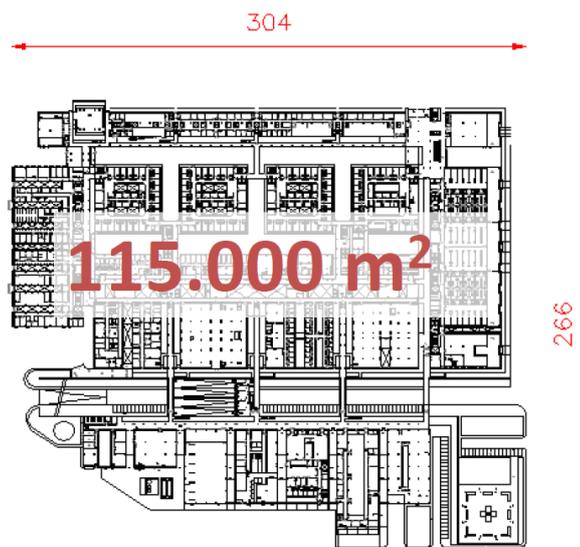


Fig. 1.1.- Superficie construida del complejo hospitalario



Fig. 1.2.- Situación del complejo hospitalario

Dicho complejo hospitalario se encuentra dividido en una serie de edificios en los que se ha cuidado el tratamiento paisajístico de los jardines y zonas verdes (ocupan una superficie de alrededor de los 45.000 m²), poniendo especial atención a la llegada de luz natural a los espacios interiores, ya que juega un papel destacado en la habitabilidad de los espacios.

Las principales áreas del hospital son:

- **Edificio Norte**, en donde se encuentran las unidades administrativas del hospital, la capilla, la biblioteca y el salón de actos.
- **Edificio Central**, en el cual aparecen la sala de extracciones, las salas de espera quirúrgicas, la unidad de trasplante de médula ósea, el hospital de día oncohematológico y el hospital de día médico.
- **Edificio Sur**, aparece en él el bloque de radiodiagnóstico, el bloque quirúrgico, la zona de reanimación post-anestésica, la UCI, la unidad de quemados, la unidad de investigación, el servicio de farmacia y la unidad de prevención de riesgos laborales.
- **Edificio Este**, se sitúan en él las urgencias generales, la sala de observación, las urgencias pediátricas, el servicio de rehabilitación, el bloque obstétrico y el área ambulatoria.

- **Edificio Oeste**, donde se encuentran los diferentes laboratorios, el servicio de anatomía patológica y las unidades de dietética y de hemodiálisis.
- **Edificio Industrial**, en el que encontramos los servicios de cocina, lencería, mantenimiento y almacén general.

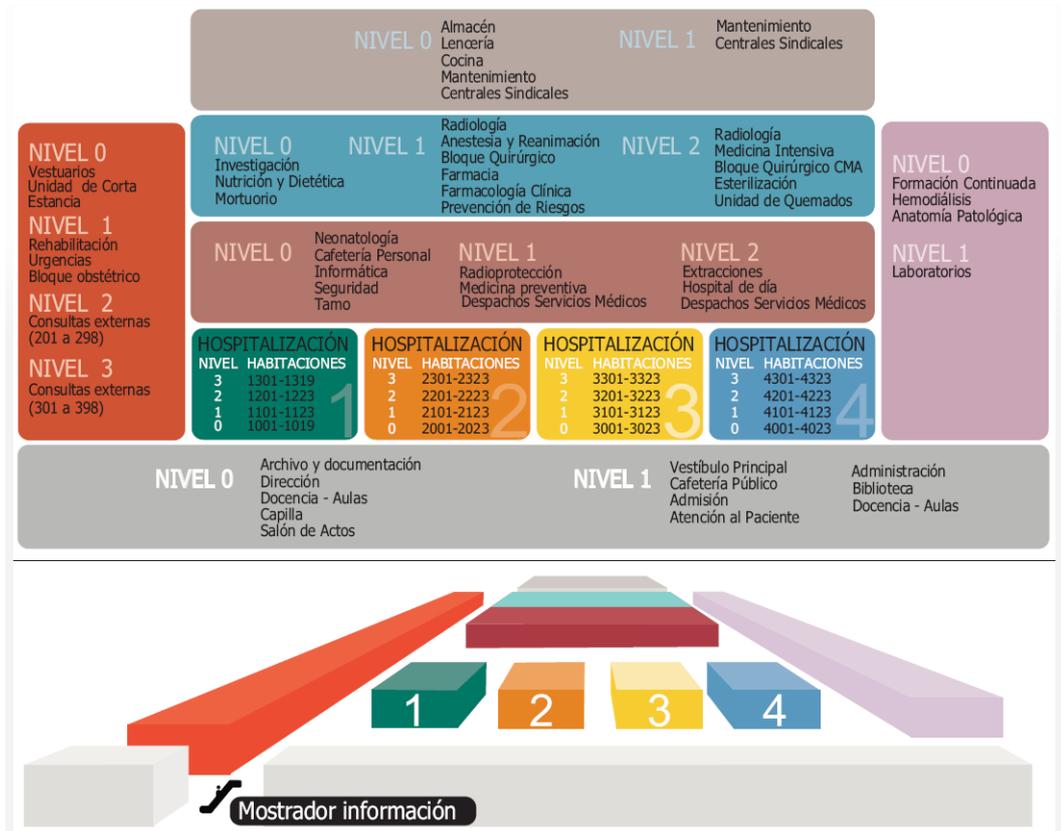


Fig. 1.3.- Áreas del complejo hospitalario

1.2 Escenario de la implementación del sistema

Mi labor aquí se centrará en el Edificio Este, o edificio G, concretamente donde se encuentran las consultas externas. Estas consultas, están localizadas en los niveles 2 y 3, sobre los que se realizará la implementación del control adaptativo del sistema de iluminación en función del aporte de luz natural.



Fig. 1.4.- Niveles del edificio este

La distribución del edificio está formada por un pasillo central, que parte de la entrada del edificio y lo recorre por completo, y desde el cual parten los diferentes pasillos/salas de espera hacia las diferentes consultas.

El número de consultas del edificio corresponde a 69, divididas en diez zonas o “peines”.



Fig.1.5.-Vista sur, edificio este



Fig.1.7.-Vista lateral, edificio este

Tenemos varias zonas a la hora de implementar el control adaptativo del sistema de iluminación en los pasillos de consultas en función del aporte de luz natural, ya que no todos los pasillos tienen la misma orientación.

- Zona norte
- Zona sur
- Zonas intermedias (Este)

La iluminación de estas zonas se basa en la iluminación natural y en iluminación artificial.

Esta última está compuesta por luminarias downlights “compactas” de la marca Beghelli, modelo “Crater” con dos lámparas de bajo consumo de 13W de la marca Osram. Su puesta en marcha se realiza a través de interruptores colocados en una de las paredes del pasillo.



Fig.1.8.- Downlight compact

Los downlights se encuentran instalados en el techo técnico desmontable, bajo montaje empotrado y se dividen en tres grupos, por lo que aparecen tres interruptores de encendido, uno por cada grupo de luminarias.

La implementación del control adaptativo consiste en sustituir los interruptores colocados en la pared y controlar el encendido de las luminarias mediante un sistema de sensores de iluminación exterior, presencia, horarios y autómatas que gestionen todos estos elementos de campo mediante una programación acorde con los diagramas de flujo, que se expondrán más adelante.

A diferencia de otras zonas del hospital donde la iluminación puede ser controlada de manera centralizada, en esta zona no existe ese control y por tanto, solo se pueden encender o apagar a través de esos pulsadores, con los inconvenientes que eso conlleva a la hora de poder regular la iluminación y reducir o controlar el consumo.

1.3 Planificación temporal del proyecto

A continuación se describe cuál ha sido el diagrama de tiempos de las distintas fases de este Trabajo Fin de Grado.

Diagrama de Gant

En este apartado se procede a exponer cuál ha sido el desarrollo temporal del proyecto que nos ocupa. Para ello, se presentan a continuación las distintas etapas que se han planteado y el tiempo que se ha dedicado a cada una de ellas.

- Etapa 1: Preparación y planificación del proyecto (1 semana).
- Etapa 2: Documentación previa (4 semanas).
- Etapa 3: Análisis de la instalación inicial y recuento de luminarias (3 semanas).
- Etapa 4: Estudio y planteamiento de posibles soluciones (2 semanas).
- Etapa 5: Preparación del software dialux para el desarrollo de la implementación y aprendizaje de su manejo y cálculos (4 semanas).
- Etapa 6: obtención de los datos en dialux (3 semanas).
- Etapa 7: Implantación de la nueva estrategia de control (1 semana).
- Etapa 8: Análisis de la instalación optimizada y resultados obtenidos (2 semanas).
- Etapa 9: valoración económica y conclusiones (1 semana).
- Etapa 10: Redacción de la memoria (continuo).

Una vez planteadas las tareas que se han de llevar a cabo y teniendo en cuenta que algunas de ellas se pueden desarrollar de manera paralela en el tiempo, se realiza una planificación mediante el Diagrama de Gantt

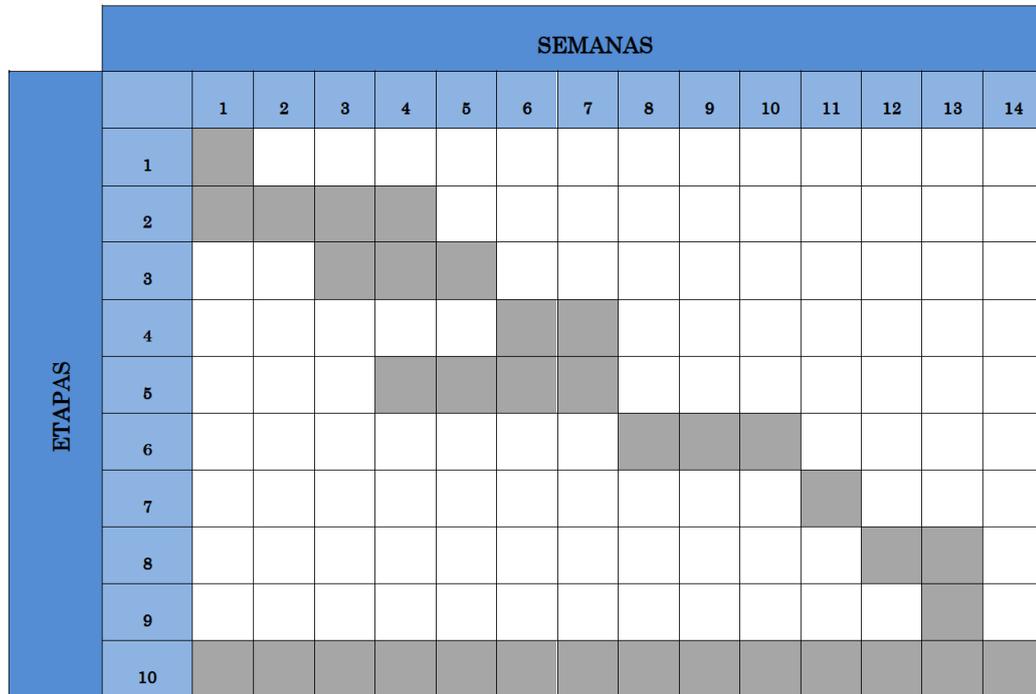


Fig. 1.5.- Diagrama de Gant

Capítulo 2: MARCO TEÓRICO Y NORMATIVO

2.1 La Luz

La luz es una radiación electromagnética que se propaga en forma de ondas. La luz emanada por su fuente en línea recta, se difunde en una superficie cada vez mayor a medida que avanza; la luz por el área disminuye según la distancia. Cuando la luz incide sobre un objeto es absorbida o reflejada. Algunas frecuencias se reflejan más que otras, y esto da a los objetos su color característico. Las superficies blancas difunden por igual todas las longitudes de onda, y las superficies negras absorben casi toda la luz.

2.1.1 La luz como onda

La luz es una onda electromagnética, es decir, propaga energía procedente de la interacción de un campo eléctrico y campo electromagnético y para su propagación no necesita ningún medio material.

Desde el punto de vista luminotécnico, nos interesan los regímenes periódicos, que son aquellos que se repiten a lo largo del tiempo.

2.1.2 Propiedades de la luz.

La interacción de la luz con la materia provoca la modificación de las características del haz luminoso que incide. Además las fuentes luminosas no realizan por sí mismas una distribución del flujo luminoso que signifique una aplicación directa, sino que se tienen que utilizar dispositivos que modifiquen o ayuden a controlar la luz que emiten las fuentes luminosas.

A la hora de realizar esa modificación de manera que se aproveche de manera eficiente, se utilizan las propiedades ópticas que presenta la luz:

1- Reflexión

Es la devolución de un rayo por una superficie sin cambiar las radiaciones monocromáticas que le componen. Esta reflexión puede ser especular, difusa y mixta. En esta propiedad se fundamentan los sistemas reflectores de los aparatos de iluminación.

Hay varios tipos:

- **Reflexión especular.**- Es aquella en que el haz reflejado forma con la normal de la superficie el mismo ángulo que el haz incidente con dicha normal

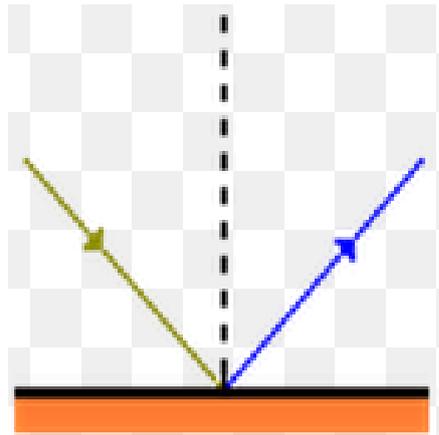


Fig. 2.1.- Reflexión especular

- **Reflexión difusa.**- Consiste en que el haz incide sobre una superficie y se refleja en todas las direcciones, siendo el rayo normal a la superficie el de mayor intensidad

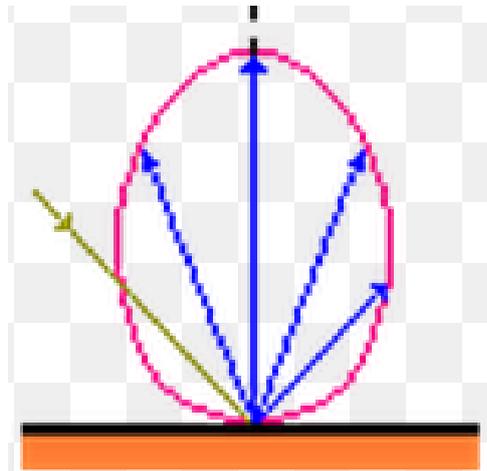


Fig. 2.2.- Reflexión difusa

- **Reflexión mixta.**- Es la intermedia entre la especular y la difusa, en la que parte del haz incidente se refleja y parte se difunde

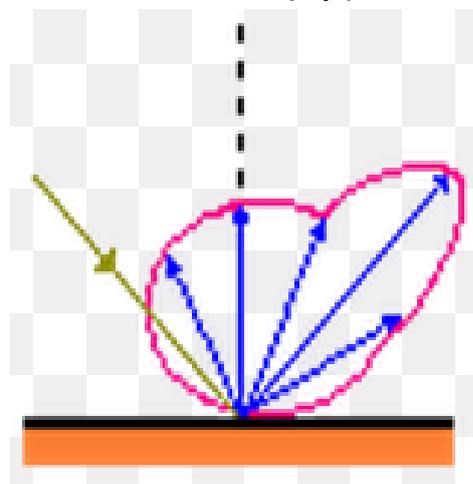


Fig. 2.3.- Reflexión mixta

2- Absorción

En el fenómeno de la reflexión de la luz, hay una parte del flujo luminoso que incide sobre un cuerpo que no se refleja, es decir, es absorbido por el cuerpo.

La capacidad de absorción depende del tipo de cuerpo y de los materiales que lo forman.

La consecuencia más interesante del fenómeno de la absorción es el color de los cuerpos. La apreciación del color es una interpretación subjetiva de como el cuerpo iluminado absorbe una parte del flujo luminoso y la otra la refleja.

3- Transmisión

Es el paso de un rayo a través de un medio sin cambio de las radiaciones monocromáticas que lo componen; dentro de la transmisión tenemos la regular, difusa y mixta.

- **Transmisión regular.-** Es aquella en que el haz que incide sobre un medio, lo atraviesa y sale de él como tal haz. Los cuerpos que cumplen estas propiedades se denominan cuerpos *transparentes*.

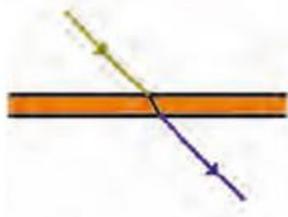


Fig. 2.4.- Transmisión regular

- **Transmisión difusa.-** El haz incidente se difunde en el medio, saliendo en múltiples direcciones. A estos medios se les denomina *translúcidos*.

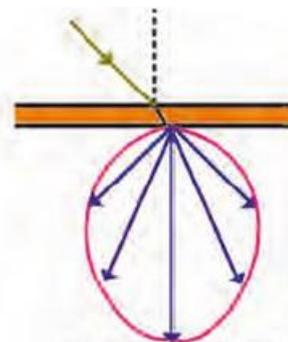


Fig. 2.5.- Transmisión difusa

- **Transmisión mixta.**- Es una combinación entre la regular y la difusa

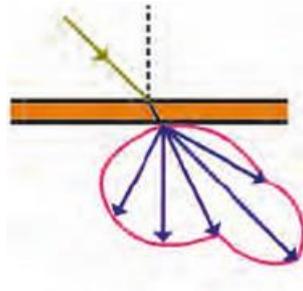


Fig. 2.6.- Transmisión mixta

2.2 Campo Visual

El campo visual es lo que abarca la mirada cuando se dirige hacia algún punto fijo, que es cualquier punto que se mire directamente, y dentro del cual se sitúan los objetos que nuestra vista alcanza. Corresponde al área dentro de la cual se perciben imágenes alrededor de un objeto determinado sobre el cual se mantiene la vista fija. El campo visual varía de persona a persona dentro de un cierto intervalo. El ojo humano dispone de un campo visual: “Cada ojo ve aproximadamente 150° sobre el plano horizontal y con la superposición de ambos se abarcan los 180° . Sobre el plano vertical sólo son unos 130° , 60° por encima de la horizontal y 70° por debajo”. 16 Límites normales El campo visual normal se extiende aproximadamente desde 60° hacia dentro de la nariz hasta 100° hacia afuera en cada ojo, y unos 60° por encima y 75° por debajo de la horizontal. Las direcciones en las que se extiende nuestro campo visual son:

- Alto: Es el espacio que la vista abarca de arriba abajo.
- Ancho: Es el espacio que la vista domina de derecha a izquierda.
- Profundo: Es la distancia máxima que alcanza la vista proyectada al frente y perpendicularmente al que mira

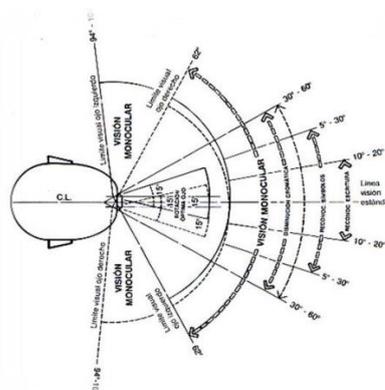


Fig. 2.7.- Campo visual plano horizontal

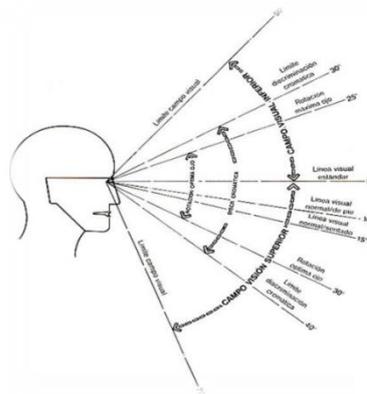


Fig.2.8.- Campo visual plano vertical

2.3 Tipos de Visión

La cantidad de luz juega un papel importante en la visión. Así, en condiciones de buena iluminación como ocurre de día, la visión es nítida, detallada y se distinguen muy bien los colores; es la visión fotópica. Para niveles inferiores donde desaparece la sensación de color y la visión es más sensible a los tonos azules y a la intensidad de la luz. Es la llamada visión escotópica. En situaciones intermedias, la capacidad para distinguir los colores disminuye a medida que baja la cantidad de luz pasando de una gran sensibilidad hacia el amarillo a una hacia el azul. Es la visión mesópica.

2.4 La acomodación

Se llama acomodación a la capacidad del ojo para enfocar automáticamente objetos situados a diferentes distancias. Esta función se lleva a cabo en el cristalino que varía su forma al efecto. Pero esta capacidad se va perdiendo con los años debido a la pérdida de elasticidad que sufre; es lo que se conoce como presbicia o vista cansada y hace que aumente la distancia focal y la cantidad de luz mínima necesaria para que se forme una imagen nítida.

2.5 La adaptación

La adaptación es la facultad del ojo para ajustarse automáticamente a cambios en los niveles de iluminación. Se debe a la capacidad del iris para regular la abertura de la pupila y a cambios fotoquímicos en la retina. Proceso

de Adaptación Para pasar de ambientes oscuros a luminosos el proceso es muy rápido, al cabo de un minuto se tiene una adaptación aceptable. A medida que pasa el tiempo, vemos mejor en la oscuridad y a la media hora ya vemos bastante bien. La adaptación completa se produce pasada una hora.

2.6 Factores que influyen en la visión

Los factores que influyen en una buena visión se los puede clasificar en objetivos y subjetivos.

- Subjetivos: esto depende del ser que está observando, la capacidad que tiene su retina, su atención, si está en movimiento o quieto.
- Objetivos: depende de lo que se está mirando, o sea del objeto, su tamaño, agudeza visual, contraste y tiempo.

El Tamaño: para la distinción más rápida de un objeto su tamaño en relación a los demás nos ayuda.

La Agudeza Visual: nos ayuda a diferenciar entre objetos que se encuentran cercanos entre sí. Así podemos diferenciar a los detalles más pequeños y este depende del nivel de iluminación.

El Contraste: es creado cuando los colores o luminancias no son iguales.

2.7 Magnitudes y unidades fundamentales eléctricas y de iluminación

2.7.1 Flujo luminoso

Es toda la potencia o cantidad de luz emitida desde la fuente emisora por segundo, su medida es el lumen (lm). Con esta medida podemos calcular el tiempo de vida de las lámparas. Así se determina la vida útil que es definida como el tiempo en horas en cual la lámpara se ha depreciado cerca del 25% del flujo luminoso, mientras que la vida media es cuando se ha fundido el 50% de un grupo representativo de lámparas actuando en condiciones normales.

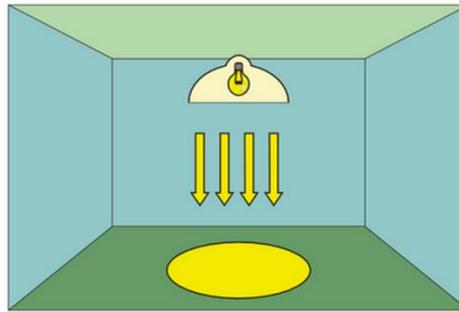


Fig. 2.9.- Flujo luminoso

2.7.2 Intensidad luminosa

Es el flujo luminoso que obtenemos de una fuente de luz. Es la magnitud más importante dentro de la luminotecnica ya que de ella se derivan las demás medidas. En la práctica, la distribución, no siempre es uniforme. Su unidad es la candela (cd).

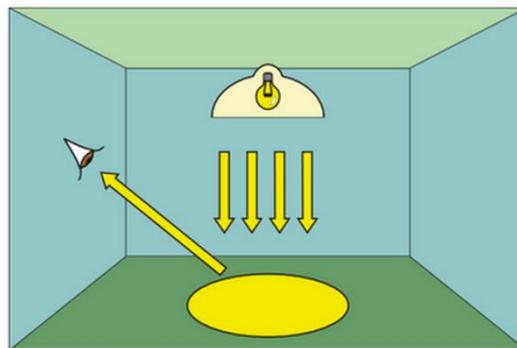


Fig. 2.10.- Intensidad luminosa

2.7.3 Eficacia luminosa

Este producto se refiere principalmente al costo, ya que es la correspondencia entre la luz generada y la potencia consumida para producirla. Es la división entre lumen y el consumo de la energía medida en watos. (lm/W)

2.7.4 Luminancia

Es la intensidad que la fuente luminosa produjo y el reflejo de la luz en un área (m^2), hacia una determinada dirección. Es la medida de la claridad de una superficie iluminada, o sea cuando vemos una superficie si esta nos da la sensación de mayor o menor claridad.

2.7.5 Iluminancia

Se la define como el flujo luminoso recibido por una superficie. Esta se la puede medir desde cualquier punto de la habitación y va a cambiar tomando en cuenta la distancia desde el origen de la luz, esta tiende a disminuir en relación con la distancia desde la fuente de luz. Su medida es el Lux

2.7.6 Exposición luminosa

Es el producto de la iluminancia y la duración de la exposición luminosa con la que se ilumina la superficie.

2.7.7 Cantidad de luz

Es la energía lumínica dada en un espacio de tiempo. Por lo general esta cantidad de luz se expresa en Km./h

Normativa EN 12464 que rige los niveles mínimos de iluminación por zonas.

Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR _t	R _a	Observaciones
Salas de espera	200	22	80	
Pasillos: durante el día	200	22	80	
Pasillos: durante la noche	50	22	80	
Salas de día	200	22	80	

Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR _t	R _a	Observaciones
Oficina de personal	500	19	80	
Salas de personal	300	19	80	La iluminación debe ser controlable

Elegimos los niveles de iluminación según la normativa EN 12464. La zona de pasillo con 200 lx y para la sala de espera ya que puede haber gente leyendo será de 300lx.

Tabla 2.1.- Magnitudes de iluminación

Magnitud	Símbolo	Definición	Unidad	Relación
Flujo luminoso	Φ	Cantidad de luz radiada o emitida en un segundo en todas las direcciones.	Lumen (lm)	$\Phi = Q/t$ $\Phi = I * \omega$
Cantidad de luz	Q	Flujo luminoso emitido en la unidad de tiempo.	Lumen x h	$Q = \Phi * t$
Intensidad luminosa	I	Flujo emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección.	Candela (cd) (cd=lm/sr)	$I = \Phi/\omega$
Iluminancia, iluminación o nivel de iluminación	E	Relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área.	Lux (lx) (lx= lm/m ²)	$E = \Phi/S$
Luminancia	L	Cociente entre la intensidad luminosa de una fuente de luz, en una dirección, y la superficie de la fuente proyectada según dicha dirección.	Stilb (Sb) (Sb= cd/cm ²) Nit (n) (n = cd/m ²)	$L = \frac{I}{S} \cos \beta$
Eficacia luminosa	ϵ	Flujo que emite una fuente de luz por unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención.	Lumen/watio lm/w	$\epsilon = \Phi/P$
Coefficiente de utilización	η	Relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo emitido por una fuente luminosa.	%	$\eta = \Phi/\Phi_e$
Reflectancia	ρ	Relación entre el flujo reflejado por un cuerpo (con o sin difusión) y el flujo recibido.	%	$\rho = \Phi_r/\Phi$
Absortancia	α	Relación entre el flujo luminoso absorbido por un cuerpo y el flujo recibido.	%	$\alpha = \Phi_a/\Phi$
Transmitancia	τ	Relación entre el flujo luminoso transmitido por un cuerpo y el flujo recibido.	%	$\tau = \Phi_t/\Phi$
Factor de uniformidad media	U_m	Relación entre la iluminación mínima y la media, de una instalación de alumbrado.	%	$U_m = \frac{E_{min}}{E_{med}}$
Factor de uniformidad extrema	U_e	Relación entre la iluminación mínima y la máxima, de una instalación de alumbrado.	%	$U_e = \frac{E_{min}}{E_{max}}$
Factor de uniformidad longitudinal	U_L	Relación entre la luminancia mínima y máxima longitudinal, de una instalación de alumbrado.	%	$U_L = \frac{L_{min \text{ long}}}{L_{max \text{ long}}}$
Factor de uniformidad general	U_0	Relación entre la luminancia mínima y media, de una instalación de alumbrado.	%	$U_0 = \frac{L_{min}}{L_{med}}$
Factor de mantenimiento	F_m	Coefficiente que indica el grado de conservación de una instalación.	%	$F_m = F_{pt} * F_{dt} * F_t * F_c * F_e$

2.8 Normativa y directrices aplicables

Para la realización del proyecto, se ha tenido en cuenta la normativa vigente, prestando especial atención a:

- “Directriz sobre Instalaciones Eléctricas en Centros de Salud de Atención primaria”. Servicio de Infraestructura y Patrimonio.
- Gerencia Regional de Salud, Junta de Castilla y León, 2006
- UNE EN 12.464-1: 2012, Iluminación. “Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores”.
- UNE 72-112-85: Tareas visuales. Clasificación.
- UNE 72-163-84: Niveles de iluminación. Asignación de Tareas.
- UNE- EN 15193: Eficiencia energética en los edificios
- Decreto 217/2001, de 30 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras. BOCyL nº 172 de 4 de septiembre de 2001.
- Decreto 314/2006, de 17 de Marzo,
- *Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo*

2.9 Proyecto LIFE+

Cabe destacar que este TFG servirá de guía para el personal de mantenimiento del HURH para la implantación de las medidas, relativas a iluminación, del proyecto LIFE + Smarts Hospitals que le ha sido concedido; es decir, este trabajo quedará implantado en la instalación a corto plazo.

El Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) es el instrumento financiero de la Unión Europea dedicado al medio ambiente para el periodo 2014-2020. Su objetivo general se basa en catalizar los cambios en el desarrollo y la aplicación de las políticas mediante la aportación de soluciones y mejores prácticas para lograr los objetivos medioambientales y climáticos, así como mediante la promoción de tecnologías innovadoras en materia de medio ambiente y cambio climático. Debe apoyar, así mismo, la aplicación del Programa General de Medio Ambiente de la Unión hasta 2020 “Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta”.



Fig.2.11.- Logotipo proyecto LIFE+

El Programa LIFE es gestionado por la Comisión Europea, siendo la Autoridad Nacional en el Estado español el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Servicios.

El objetivo principal del LIFE Smart Hospital es **aumentar la capacidad de adaptación de los hospitales al cambio climático, reduciendo la huella climática y avanzando hacia la neutralidad de las emisiones de carbono**. Se desarrollarán planes de actuación en torno a tres ejes: energía, agua y residuos. Estas actuaciones estarán basadas en mejores prácticas disponibles, formación a medida y potencial de replicabilidad de la experiencia.



Fig. 2.11.- Complejo hospitalario

Actuaciones previstas

El proyecto LIFE se llevará a cabo en el Hospital Universitario Río Hortega en Valladolid. Durante los 4 años del proyecto, el centro se convertirá en un demostrador en el que se implementarán las siguientes actuaciones:

En energía:

- Mejora del rendimiento de quemadores en las calderas.
- Mejora del sistema de control del alumbrado.
- Instalación de alumbrado LED en urgencias.
- Control del sistema de ventilación en quirófanos.
- Racionalizar funcionamiento de ventiladores de climatización en los pasillos.

En agua:

- Reducción del consumo neto de agua mediante medidas de ahorro y reutilización.
- Mejora del tratamiento de las aguas residuales antes de su vertido a cauce público.
- Instalación de un sistema de control de consumos individuales de agua.

En residuos:

- Mejoras en el diseño de la clasificación, segregación y recogida de los residuos.
- Implantación de un sistema de trazabilidad de los residuos y entrenamiento
- personalizado del personal a las necesidades concretas del hospital.

Se llevará a cabo la implementación de estas actuaciones y se hará un seguimiento de su eficacia mediante las respectivas auditorías energéticas, hídricas y de residuos.

Resultados esperados. Cifras

- 10% reducción de la huella de carbono del hospital.
- 30% de reducción de la huella hídrica.
- 5% de ahorro en combustible con el que funcionan quemadores y calderas.
- 10% de ahorro en el consumo eléctrico como consecuencia de las mejoras en el sistema de iluminación.
- 30% de ahorro en el consumo de energía térmica y eléctrica gracias a la mejor ventilación y climatización de los quirófanos.
- 35% de ahorro en el consumo neto de agua.
- 20% de reducción de la contaminación producida por los vertidos de agua del hospital.
- 5% de reducción en la cantidad de residuos no separados.
- 1% de reducción en la cantidad de residuos que van al vertedero.
- Manual de buenas prácticas que recoja los resultados proporcionados por cada una de las actuaciones y que se podrá emplear para optimizar el funcionamiento de otros hospitales.

- Creación de una red de expertos en gestión sostenible de hospitales que comenzará a replicar el modelo implantado en el Río Hortega mediante la sensibilización en los 20 hospitales regionales

Capítulo 3: ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL ADAPTATIVO EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

3.1 Situación inicial y problemática

Como se ha indicado, el estudio para este TFG se llevará a cabo en el edificio G, Zona consultas externas, niveles 2 y 3.

Actualmente no hay ningún sistema de regulación en los pasillos transversales de las consultas, conocidos como peines, en el HURH, solo hay control en el pasillo central, la regulación que hay es por tercios ON-OFF mediante el sistema de control de TREND, el cual regula en función de una sonda de iluminación exterior.

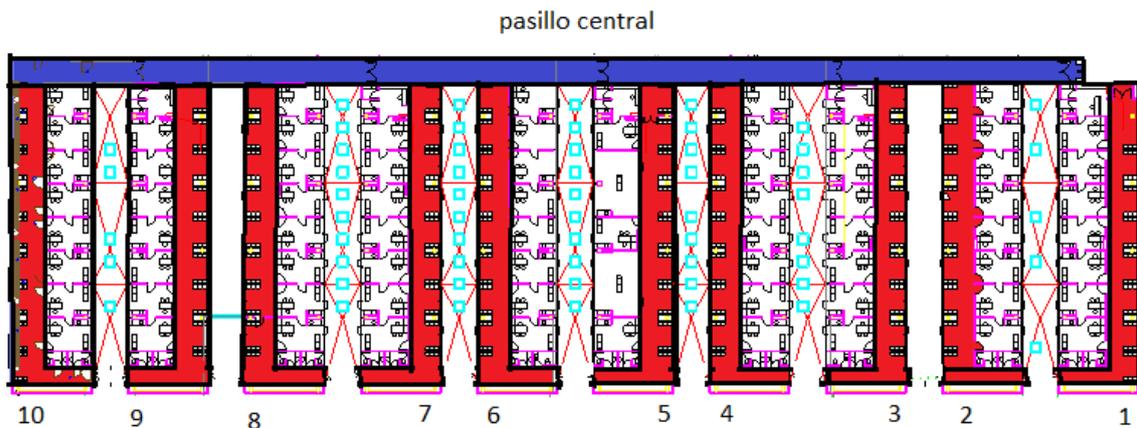


Fig.3.1.- Plano de consultas

- En azul se muestra el pasillo central.
- En rojo se muestran los 10 peines que componen las zonas de consultas.
- Todo esto se encuentra por duplicado, Nivel 2 y Nivel 3.

3.1.1 Problemas que ocasiona este sistema:

- La orientación del pasillo central no es la misma, debido a las largas distancias donde solo existe una sonda de iluminación exterior, la cual regula todo el pasillo, por un extremo del pasillo puede haber sol y por la otra zona puede estar nublado, lo que nos lleva a tener encendidas luminarias cuando no hace falta y apagadas cuando si lo hacen.

- Disconformidad con los usuarios por las luminarias apagadas o encendidas si no hacen falta.

- Efecto estroboscópico producido por los huecos de iluminación en el apagado de luminarias por tercios, donde quedan zonas del pasillo oscura y

zonas con mucha luz y por las propias luminarias. Para ejemplificar este efecto a continuación se muestra una simulación de una parte del pasillo central donde esta encendido un circuito de los tres existentes, se puede apreciar zonas sombrías dentro del pasillo.



Fig. 3.3.- Simulación del pasillo central con solo un circuito de luminarias encendidas

El problema que hay en los peines de consultas es, que al no haber ningún tipo de regulación, los interruptores que hay en las paredes pueden ser manipulados por la gente, lo que ocasiona insatisfacción y pérdidas energéticas considerables ya que el encendido queda al criterio del paciente o personal del HURH que pase por allí en ese momento o, simplemente, como ocurre la mayoría de las veces, quedan encendidas completamente durante todo el día.

Simulación de un día nublado.



Fig. 3.4.- Simulación de un pasillo de consultas con las luces apagadas

Simulación de un día soleado y todas las luces del pasillo encendidas.



Fig. 3.5.- Simulación de un pasillo de consultas con todas las luces encendidas y suficiente aportación de luz natural.

3.1.2 Sistema de control actual:

Actualmente, debido al gran tamaño del HURH y del gran número de instalaciones que posee, se cuenta en el centro hospitalario con un sistema de control centralizado constituido por autómatas de propósito general, elementos de campo y por un programa Supervisor de la instalación (S.C.A.D.A.) para los técnicos de mantenimiento, todo ello del fabricante TRENDS.

La arquitectura, de forma esquemática es como se muestra en la figura.

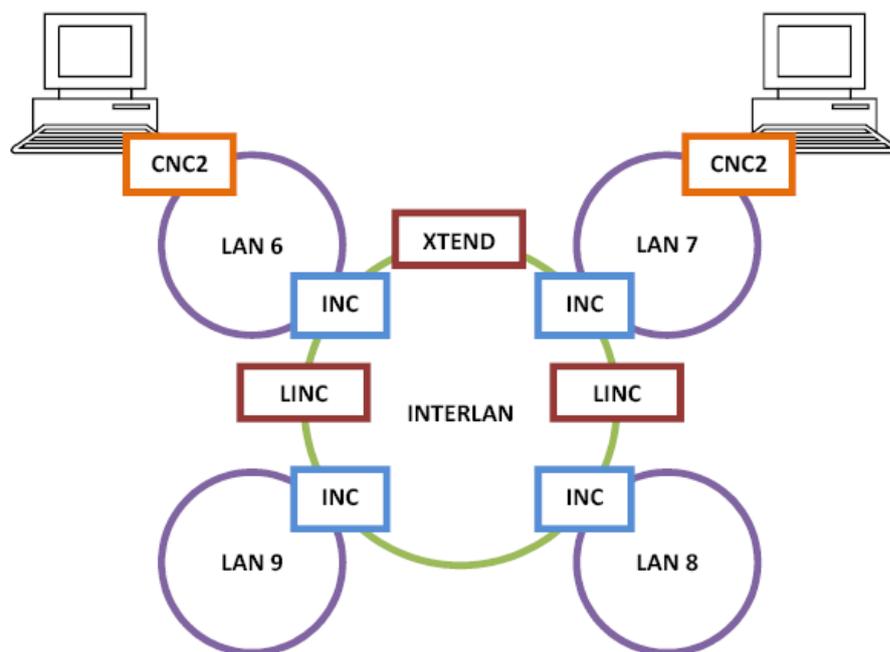


Fig. 3.6.- Esquema de la arquitectura del sistema de control

El sistema de control que, como ya se ha indicado, es de propósito general, gobierna el funcionamiento de climatizadores, bombas, producciones, etc. y de alumbrado, aunque si bien es cierto que, para la iluminación, sus aplicaciones no son demasiado específicas y poseen bastantes limitaciones, acuciadas por las limitaciones extra que proporciona la tecnología de las luminarias instaladas.

Por todo esto, en este TFG, se realiza el estudio de la inclusión de un sistema de Control específico para alumbrado y con protocolo estandarizado, DALI, para que el propio personal del servicio de mantenimiento pueda hacerse cargo al 100% de la instalación.

Además, el sistema TREND, es un sistema de control abierto, escalable e integrable por lo que si en un futuro, por parte del HURH, se quieren integrar ambos sistemas no sería necesario más que una pasarela de comunicación en protocolo BACNet, como por ejemplo el equipo TONN de TREND.



Fig.3.7. - Trend Open Network Node (TONN)

Estos aspectos quedan aquí indicados y no se especifican más en detalle por no ser objeto de este estudio pero si una posible línea futura.

3.2 Tipos de regulación

Hablar de sistemas de regulación y control del alumbrado es hablar del alumbrado de una sociedad moderna, sin embargo no podemos olvidar que en un centro hospitalario la máxima en el alumbrado y en cualquier otra instalación, es la continuidad del servicio; es decir, cuando se necesite la instalación tiene que funcionar sí o sí, al coste que sea, ya que prima, como se ha indicado, la continuidad de servicio. Sin embargo esto no impide que se busquen soluciones eficientes para el funcionamiento de esas instalaciones y que a su vez sean efectivas.

Bajo la premisa de un uso inteligente de la luz, estos sistemas ofrecen un alumbrado que se adapta a las necesidades de cada instalación y situación, creando ambientes adecuados para cada momento y proporcionando tanto un alto grado de confort como un elevado ahorro de energía.

El ahorro de energía que proporcionan los sistemas de regulación y control del alumbrado, además del ahorro económico, tiene un efecto muy positivo desde el punto de vista ecológico, ya que el menor consumo de energía supone tanto la reducción de emisiones de CO₂, como un uso sostenible de los recursos naturales y las fuentes de energía, preservando de esta forma el medioambiente. Además el realizar un control inteligente del nivel de iluminación así como sus encendidos y sus apagados genera en el usuario del hospital una buena imagen de la gestión de la energía por parte del personal, ya que, si bien es cierto, que una luminaria encendida en una zona con gran aporte de luz natural, a pesar de representar un porcentaje insignificante de la energía que se está consumiendo en ese momento,

genera sensación de derroche económico, más aún en la administración pública; es decir, el alumbrado es la “energía que se ve” y esto hace imprescindible buscar estrategias de control óptimas para su funcionamiento.

3.2.1 Regulación por fases (ON-OFF):

El sistema consiste en regular con tres circuitos de encendido, lo podemos hacer con un reloj, variando los circuitos según la hora del día o con una sonda fotocélula exterior la cual nos indica el nivel de luz para proceder al encendido de los correspondientes circuitos.

Este es el sistema que tenemos actualmente en el pasillo central de consultas, con los inconveniente señalados anteriormente.

3.2.2 Regulable 1-10V

El sistema 1-10V permite la regulación del flujo luminoso, entre alrededor del 1% y el 100%, mediante una señal analógica que llega a los equipos a través de una línea de control adicional de dos hilos. Estos hilos de control poseen una polaridad positiva y negativa respectivamente que hay que respetar a la hora de realizar el cableado.

La señal analógica tiene un valor de tensión continua entre 1V y 10V, obteniéndose el nivel mínimo de luz con 1V o cortocircuitando la entrada de control del equipo, y el máximo nivel de luz con 10V o dejando la entrada de control en circuito abierto.

Mediante la línea de control solo se puede realizar la regulación del flujo luminoso, el encendido y el apagado de la luz, que puede tener lugar en cualquier punto de la regulación, se realiza mediante un interruptor colocado en la línea de alimentación del equipo. Ambas líneas, la de control y la de alimentación, se encuentran separadas eléctricamente entre sí.

La curva de regulación que representa la relación entre la tensión en la línea de control y el flujo luminoso, está definida por la norma internacional IEC 60929 y muestra una relación prácticamente lineal en el rango de 3V a 10V.

Para obtener una respuesta adaptada a la respuesta del ojo humano, se pueden usar potenciómetros de control logarítmicos.

En los equipos de iluminación con regulación 1-10V, la potencia de control es generada por éstos. A través de los bornes de control del equipo, se suministra una corriente al controlador que debe estar comprendida entre

10 μ A y 2mA. La máxima corriente por la línea de control se obtiene con la tensión de 1V y la mínima corriente con 10V.

Este sistema de regulación es unidireccional, es decir la información fluye en un único sentido, desde el controlador hacia el equipo de iluminación, no generando el equipo ningún tipo feedback hacia el control. No permite un direccionamiento vía software de los equipos, teniendo que realizarse la creación de grupos de forma cableada. Este sistema se puede integrar en sistemas de control de edificios.

La longitud del cableado de la línea de control está limitada por la caída de tensión que se produce a lo largo de la misma, por tanto la máxima distancia está limitada por el número de equipos a controlar conectados. Estos últimos fijan la corriente por la línea y la sección del cable usado.

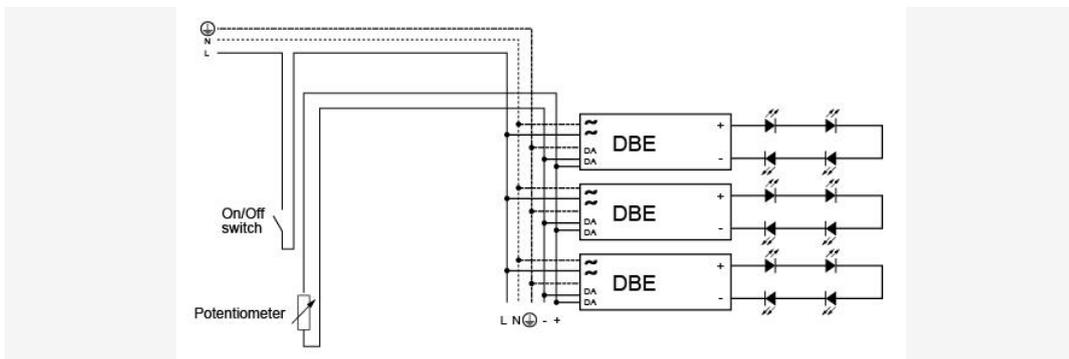


Figura3.8: Sistema de regulación 1-10V

El inconveniente que presenta este sistema como ya se ha indicado, son las largas distancias que tienen los pasillos de consultas del HURH.

3.2.3 Regulación mediante pulsador Touch Control:

Touch Control es un sistema mediante el cual se consigue la regulación del flujo luminoso de una forma sencilla y económica, que utiliza la tensión de red como señal de control, aplicándola, a través de un pulsador estándar normalmente abierto, en una línea de control, sin necesidad de controladores específicos.

El sistema Touch Control permite realizar las funciones básicas de un sistema de regulación mediante el accionamiento de un pulsador libre de potencia. Dependiendo de la duración de la pulsación tiene lugar el encendido/apagado o la regulación de la luz. El encendido/apagado del alumbrado se consigue mediante una pulsación corta o “click” y mediante una pulsación continuada la regulación del flujo luminoso entre el nivel máximo y el mínimo alternativamente.

Es un interfaz de regulación unidireccional, es decir la información fluye en un único sentido, no generando el equipo ningún tipo de feedback. No permite un direccionamiento vía software de los equipos, teniendo que realizarse la creación de grupos de forma cableada. Este sistema no se puede integrar en sistemas de control de edificios.

La longitud del cableado y el número de equipos que se pueden conectar son, teóricamente, ilimitados, pero en la práctica a mayores distancias, superiores a 25 metros, y mayor número de equipos conectados puede aparecer un asincronismo en el encendido simultáneo de diferentes puntos de luz.

Debido a sus características, el uso de este método de regulación está indicado para oficinas individuales, pequeñas salas de conferencias o habitaciones, rellanos y áreas reducidas en general.

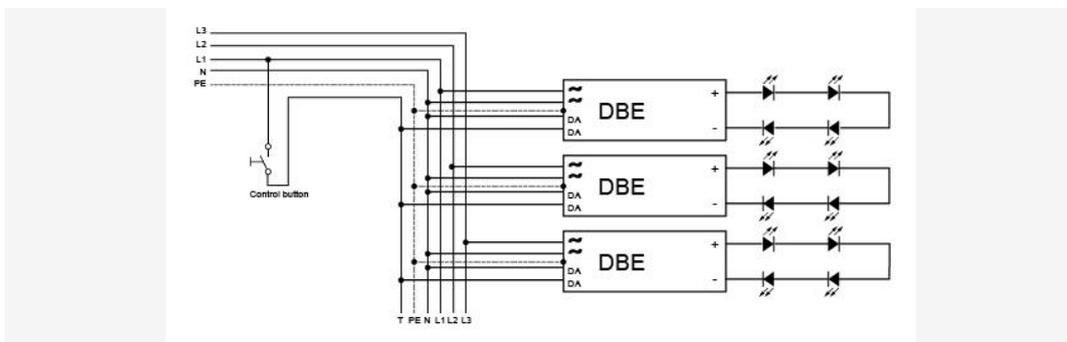


Fig. 3.9.- Sistema de regulación mediante pulsador Touch Control

El inconveniente que tiene este sistema además de las largas distancias que tiene los pasillos de consultas, es que no se puede integrar en sistemas

de control de edificios y la regulación es mediante un pulsador. Como hemos comentado antes, queremos quitar los interruptores para así evitar que puedan ser manipulados por las personas y no derrochar tanta energía, por lo que no es una buena opción poner pulsadores.

3.2.4 Sistema con Protocolo DALI

Como indica el significado de este acrónimo, Digital Addressable Lighting Interface, DALI es un interfaz de comunicación digital y direccionable para sistemas de iluminación.

Este sistema es un estándar internacional, de acuerdo a la norma IEC 62386, que asegura la compatibilidad e intercambiabilidad entre equipos de diferentes fabricantes

Es un interfaz de regulación bidireccional con una estructura maestro-esclavo, donde la información fluye desde un controlador, que opera como maestro, hacia los equipos de iluminación que operan únicamente como esclavos, ejecutando los comandos o respondiendo a las solicitudes de información recibidas.

La comunicación mediante las señales digitales se realiza a través de un bus o línea de control de dos hilos. Estos hilos de control pueden poseer polaridad positiva y negativa, aunque la mayoría de equipos están diseñados libres de polaridad para que la conexión sea indiferente.

No se necesitan cables especiales apantallados, pudiendo realizarse el cableado conjunto de la línea de alimentación y del bus DALI con una misma manguera estándar de 5 hilos.

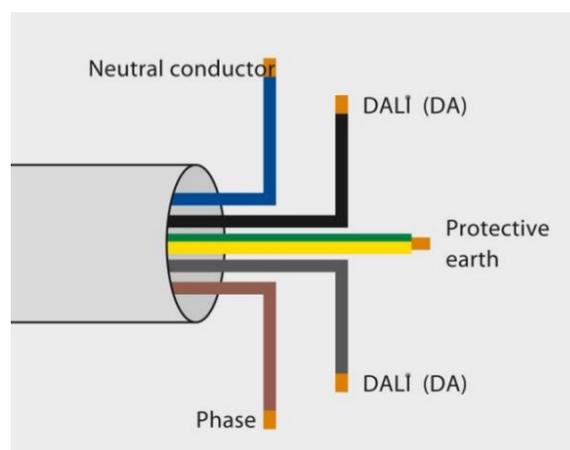


Fig. 3.10.- Esquema del número de hilos para conectar DALI

A diferencia de otros sistemas de regulación, la creación de grupos no se tiene que realizar de forma física mediante el cableado de los equipos

pertenecientes al mismo grupo, si no que, todos los equipos, se conectan en paralelo al bus de forma libre, ya que la agrupación de las luminarias se realiza por el direccionamiento mediante la programación, únicamente se ha de evitar una topología en bucle o anillo cerrado.

No se necesitan relés mecánicos para el encendido y apagado del alumbrado ya que se realiza mediante comandos vía línea de control que actúan directamente sobre el balasto tipo DALI de la luminaria. Tampoco se necesitan resistencias de terminación del bus.

Por tanto el interfaz DALI ofrece una simplicidad de cableado así como una gran flexibilidad en el diseño de la instalación del alumbrado.

La máxima caída de tensión a lo largo de la línea de control no puede ser superior a 2V con la corriente máxima del bus de 250mA. Por tanto, la máxima distancia de cableado permitida depende de la sección del cable, pero en ningún caso debe ser superior a 300m.

Una vez realizado el cableado, se realiza la configuración del sistema de iluminación DALI vía software. Se pueden crear hasta 16 escenas diferentes, direccionando los equipos de forma individual hasta un máximo de 64 direcciones, por grupos hasta un máximo de 16, o de forma simultánea mediante un comando “broadcast”. La configuración puede ser cambiada en cualquier momento sin necesidad de recablear.

El sistema DALI posee una curva de regulación logarítmica ajustada a la sensibilidad del ojo humano, definida en la norma internacional IEC 62386. El rango de regulación posible está establecido entre el 0.1% y el 100%, estando determinado el nivel mínimo por el fabricante del equipo.

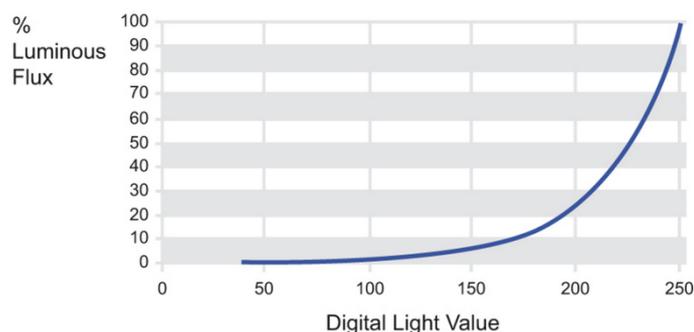


Fig. 3.11.- Curva de regulación logarítmica ajustada a la sensibilidad del ojo humano

El tiempo necesario para ir desde un nivel lumínico a otro, denominado “fade time”, y la velocidad del cambio de la luz, “fade rate”, también son parámetros configurables vía software.

El sistema DALI se encuentra situado en la franja comprendida entre los complejos y costosos, pero potentes, sistemas de control de edificios que ofrecen una funcionalidad total y los sistemas de regulación más económicos y sencillos como puede ser el 1-10V.

Este interfaz puede utilizarse en aplicaciones sencillas, como puede ser el control de una luminaria o una pequeña sala de forma independiente, y en aplicaciones de alto nivel, integrándose mediante pasarelas en sistemas de control inteligente de edificios, como ya se ha indicado anteriormente. En el caso del HURH sería mediante protocolo BACNet y el TONN.

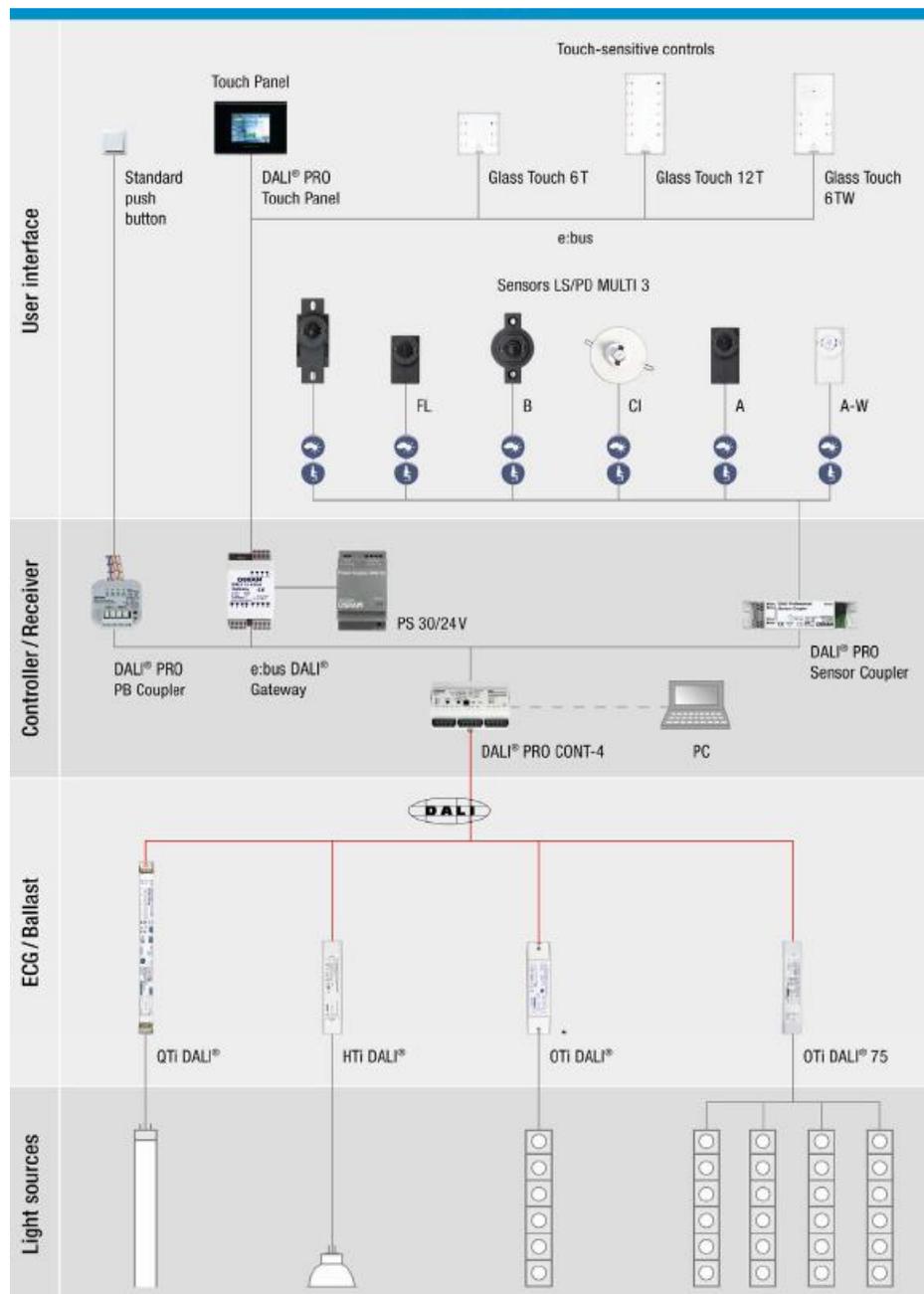


Fig. 3.12.- Esquema de conexión de DALI

3.3 Características principales de los productos DALI que ofrece cada una de las empresas.

Después de realizar un estudio de las necesidades en el HURH se va a optar a la regulación del alumbrado con DALI, ya que nos ofrece mayor variedad tanto para el control de grupos y escenas, como para realizar el mantenimiento de nuestra instalación a través de la monitorización que ofrece este sistema.

De todas las empresas de productos de iluminación nos hemos centrado en Philips, Simón y Lledó.

3.3.1 Philips

Philips ofrece soluciones que pueden integrarse con distintos sistemas de control en red. De ese modo, no solo es posible controlar y supervisar el alumbrado, sino también configurar y diagnosticar remotamente cada uno de los puntos de luz. Estas soluciones consiguen el mayor volumen de ahorro de energía aportando al mismo tiempo una flexibilidad máxima.

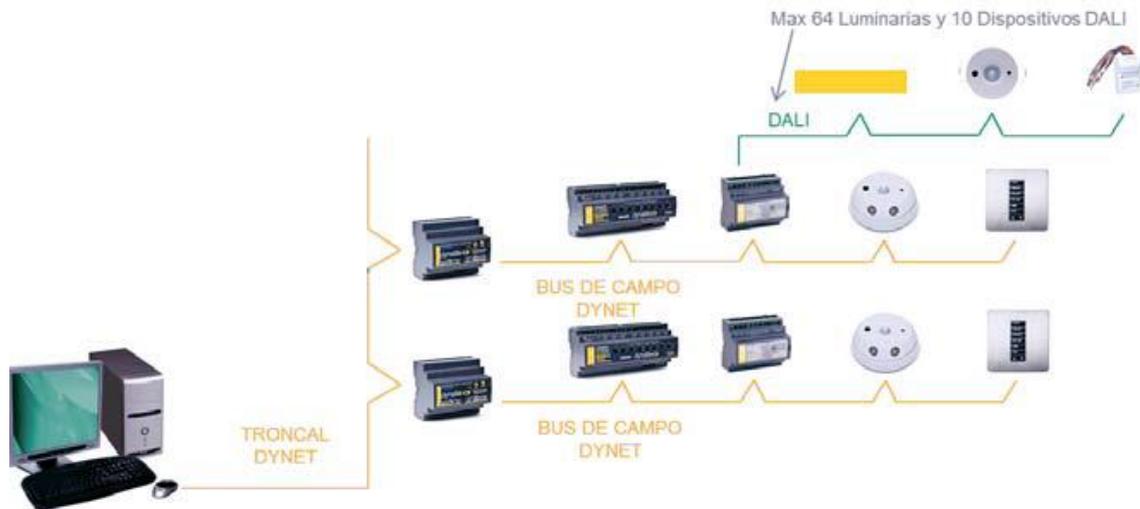


Fig. 3.13.- Esquema de Philips para la conexión DALI

Dynalite es un sistema de control integral que asegura el uso eficiente de los edificios de manera sencilla. Esta solución permite que el alumbrado se utilice únicamente cuando sea necesario reduciendo al mínimo el consumo de energía sin comprometer por ello el confort de los ocupantes.

Dynalite posibilita entre otras funcionalidades, control horario, centralizado o local mediante pantallas táctiles, paneles, mandos infrarrojos, navegador web, e incluso ``smartphones`` o ``Tablet``, control inteligente en función de la ocupación o regulación de los niveles en función de la aportación de la luz natural en el edificio;

Mantenimiento preventivo a través de la monitorización, integración con otros sistemas.

El tamaño de un sistema Dynalite no tiene límite teórico. Existen instalaciones de más de 3300 dispositivos y más de 17000 circuitos controlados en una sola red. Para la configuración de dicha red, se utilizan los paquetes de software Envision Project y Envision Manager que ofrece las herramientas fundamentales para el diagnóstico y programación durante la puesta en marcha, la realización de las actividades de mantenimiento y la monitorización por parte del usuario final.

Componentes característicos de Philips para el control eficiente del alumbrado:

Sensores:

Entre los multisensores de detención de nivel de luz y presencia de personas, cabe mencionar la existencia de un dispositivo que combina ultrasonidos con infrarrojos pasivos para triplicar su área de detección. De este modo, puede abarcarse zonas más amplias con un único sensor



Fig. 3.14.- Multisensores Philips de detención de nivel de luz y presencia de personas

Controladores de carga:

Actuando como núcleo central del sistema de automatización, los controladores de carga de Philips Dynalite pueden gestionar directamente grupos de alumbrado.

Dentro de los controladores, cabe destacar la solución Multimaster que combina la flexibilidad de interconexión de DALI con la capacidad de control de la red Dynet. Tanto el multisensor DALI como los dispositivos de entrada de contacto seco DALI pueden comunicarse a través de la red con el resto de elementos de control mediante la conexión directa al cable de señal de control DALI, lo que permite facilitar el proceso de instalación así como reducir la cantidad de cableado.



Fig. 3.15.- Controlador de carga de Philips Dynalite

Dispositivo de integración:

Dyanlite ha desarrollado una gama de pasarelas disponibles prácticamente para todos los protocolos de automatización de edificios, de manera que sea posible integrar los sistemas en una única solución. Es decir, mediante la pasarela adecuada, es posible integrar los sistemas de forma que los usuarios puedan tener acceso a unas instalaciones totalmente automatizadas desde una sola interfaz.



Fig. 3.16.- Pasarela Dynalite de integración de dispositivos

Software:

Envision Manager es un sofisticado paquete de software que permite a los propietarios y gerentes de edificios controlar, modificar y personalizar sus sistemas de control de iluminación. La interfaz informática es intuitiva, sencilla de usar y de gran capacidad, permitiendo acceder a todas las funciones del sistema de control de alumbrado desde un mismo programa.

El software incluye funciones como direccionamiento de áreas, ajustes de escenas, configuración de interfaz de usuario, etc.

Para monitorizar los consumos de energía de los sistemas Dynalite, Philips Ha desarrollado Envision Dashboard. Esta aplicación software muestra gráficamente el consumo de un sistema de iluminación mediante gráficas y estadísticas accesibles desde cualquier lugar gracias a un navegador web convencional.

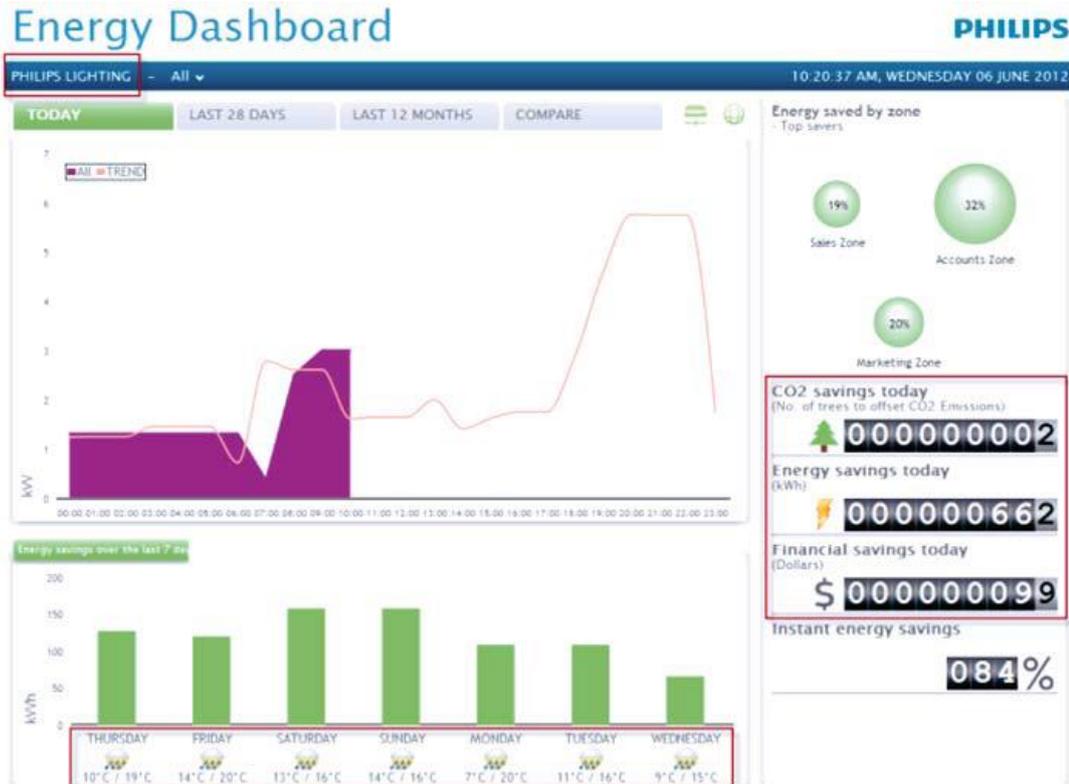


Fig. 3.17.- Envision Manager para controlar, modificar y personalizar sus sistemas de control

3.3.2 Simon

Simon utiliza un sistema de control de iluminación que consigue que los espacios resulten más acogedores, con una sostenible utilización de la luz, que se atenúa en las zonas comunes mientras no hay presencia

Simon Scena, permite crear ilimitados efectos en cuanto a color, intensidad, saturación, escenas lumínicas, gracias a esto, han hecho posible la creación de un ambiente distinto en función del momento.



Fig. 3.18.- Esquema de Simón para la conexión DALI

Componentes característicos de Simon para el control eficiente del alumbrado:

Touch LightManager

Permite programar y controlar todos los elementos del sistema



Fig. 3.19.- Touch LightManager

Conversor DMX/DALI

Permite controlar a través de DMX (Digital MultipleX), luminarias con protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface).

DMX (Digital MultipleX): protocolo electrónico utilizado en luminotecnia para el control de la iluminación, permitiendo la comunicación entre los equipos de control de luces y las propias fuentes de luz



Fig. 3.20.- Conversor DMX/DALI

Sensor luminosidad y presencia techo



Fig. 3.21.- Sensor Simón de luminosidad y presencia montaje en techo

Necesita fuente de alimentación 10W



Fig. 3.22.- Fuente de alimentación 10W

CONFIGURACIÓN: Plug&Play, actualizable:

- Entrada USB que permite volcar programaciones, además de actualizar versión con nuevas funciones innovadoras.
- Programación directa desde la pantalla.

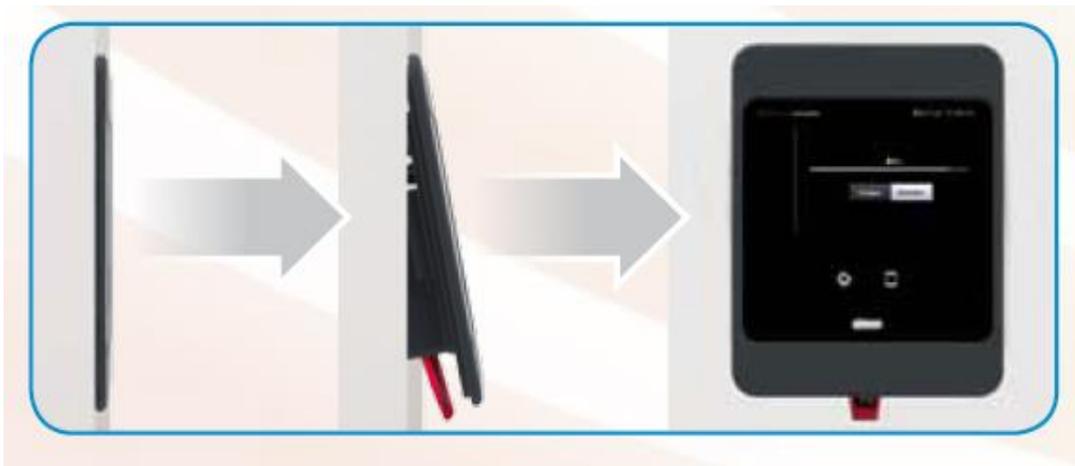


Fig. 3.23.- Pantalla configurable de simón

3.3.4 Lledó

El sistema que utiliza Lledó se llama Quantum, es un sistema de gestión de iluminación, que centraliza el control de toda la iluminación eléctrica. El software Quantum proporciona a los usuarios la capacidad de controlar, monitorizar, gestionar y generar informes del uso de energía eléctrica de iluminación, desde luminarias individuales hasta instalaciones completas.

Quantum ofrece una gestión total de la iluminación mediante la línea más completa de controles de iluminación. Muchos de los componentes del sistema están disponibles en dos opciones: cableados e inalámbricos.

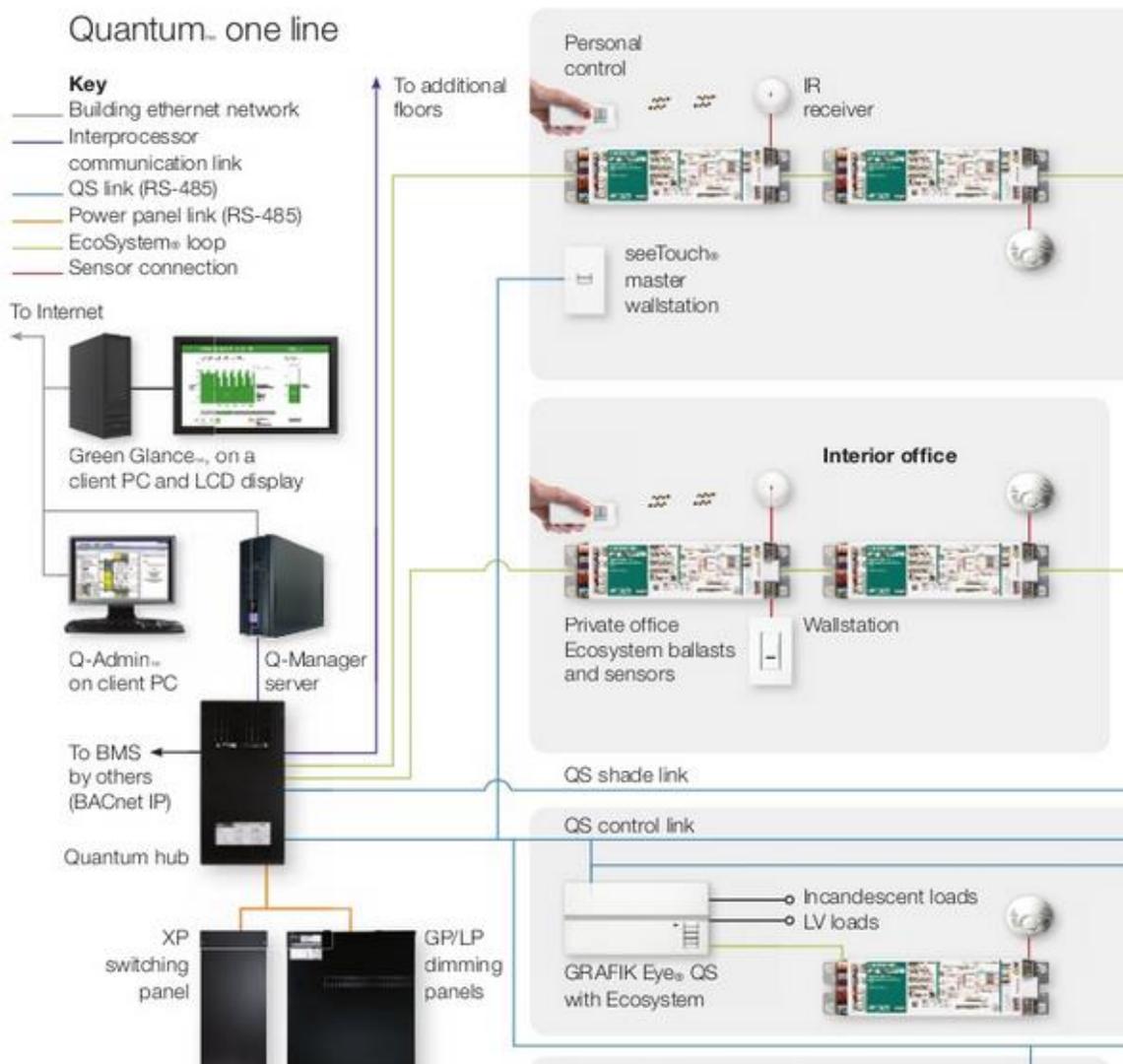


Fig. 3.24.- Esquema de Lledó para la conexión DALI

Controles de iluminación artificial:

- **ENERGI SAVR NODE QS:**

Controla luminarias (de otros fabricantes) y proporciona conexión directa a sensores de presencia de luz natural.



Fig. 3.25.- ENERGI SAVR NODE QS

- **Sensor de presencia:**

Ahorra energía y aumenta la comodidad apagando automáticamente las luces cuando el espacio queda vacío, y encendiéndolas cuando se ocupa.



Fig. 3.26.- Sensor de presencia de Lledó

- **Sensor de luz natural:**

Ahorra energía reduciendo el uso de luz artificial según la cantidad de luz natural.



Fig. 3.27.- Sensor de luz natural de Lledó

Controles de escenas y zonas:

- **GRAFIK EYE QS**

Controla zonas, múltiples de sombra y luz, crea escenas de iluminación con solo tocar un botón.



GRAFIK Eye QS

Fig. 3.28.- GRAFIK EYE QS

- **Cuadros de control (GP, XP, LP)**

Regulación remota y capacidad de conmutación para todas las fuentes de luz común, incluida incandescente, fluorescentes, LED, CFL, halógenas y neón/cátodo frío.

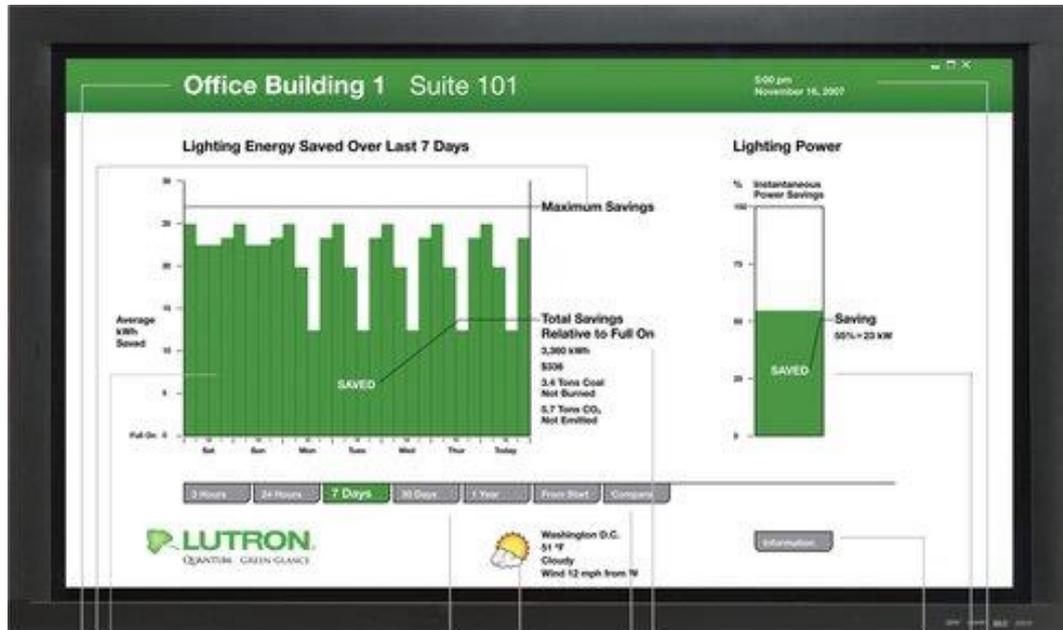


Fig. 3.29.- Cuadros de control (GP, XP, LP)

Software, gestión total de la luz:

▪ Software GREEN GLANCE

Muestra a los ocupantes del edificio el ahorro medioambiental y energético resultante de la utilización de quantum.



Promedio de energía de iluminación ahorrada durante un periodo seleccionado por el usuario

Ahorros potenciales máximos

El usuario puede seleccionar los espacios predefinidos

Periodos seleccionables por el usuario para mostrar la energía de iluminación

Muestra las condiciones locales (requiere acceso a Internet)

Muestra la energía de iluminación y los ahorros para el medioambiente

Muestra los detalles del proyecto y la información del cálculo de la energía de iluminación

Energía de iluminación ahorrada en tiempo real usando Quantum

Hora y fecha local en el edificio

Compara los ahorros de energía en iluminación durante diferentes periodos

Fig. 3.30.- Software GREEN GLANCE

▪ **Software Q-ADMIN**

Desde la ubicación central, opera, configura, monitoriza, ajusta los relojes horarios y crea informes para la iluminación de un edificio completo.

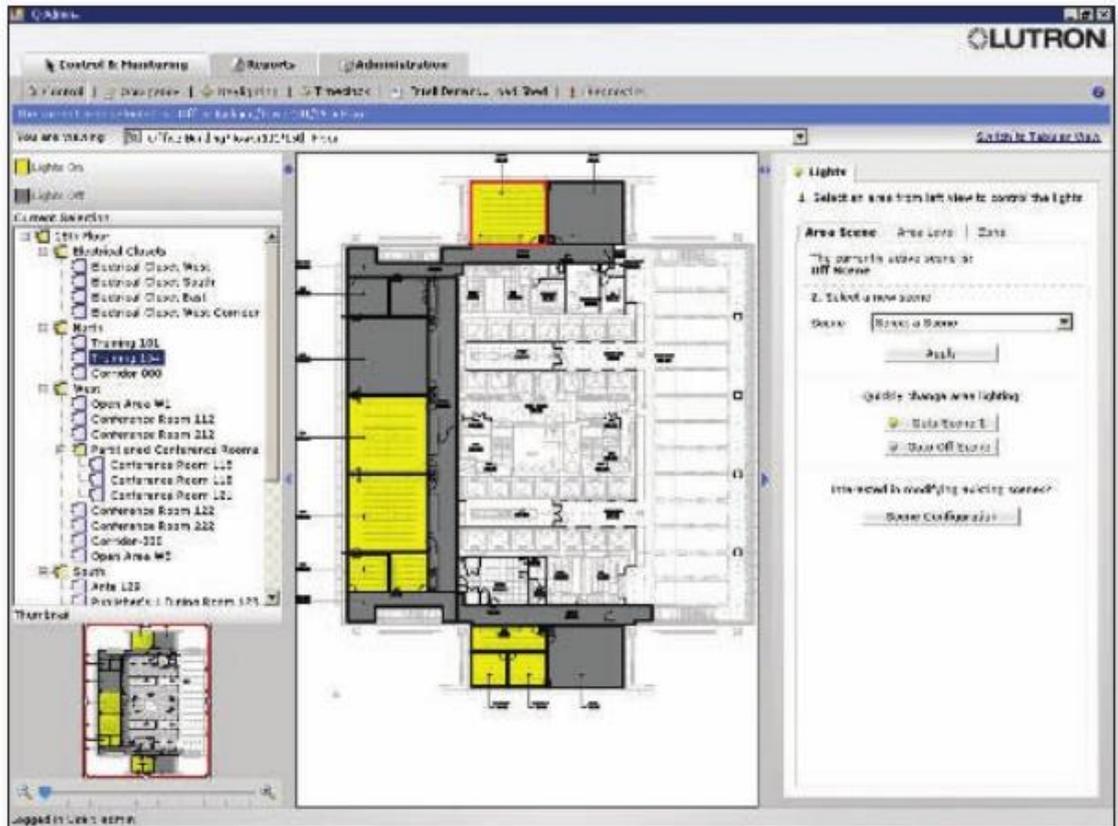


Fig. 3.31.- Software Q-ADMIN

De los proveedores Philips, Simón, Lledó nos vamos a quedar con Philips por ser una empresa local y por la alta eficiencia de sus componentes para la implementación del control adaptativo del HURH.

3.4 Características técnicas de los equipos

En el siguiente apartado se detallarán las características técnicas de los equipos, del fabricante elegido, **Philips**, que se utilizarán durante este estudio. Es fundamental para poder optimizar la instalación conocer estas características, donde nos indican las prestaciones y limitaciones de estos dispositivos:

3.4.1 Controlador

Solución MultiMaster

Descripción	EOC
DDBC120-DALI 1 Universo DALI HF controlador MultiMaster	52604100
<ul style="list-style-type: none"> Alimentación: 100-240V 50/60Hz Monofásico a 0.25A 1 x Salida DALI para comunicación con hasta 64 balastos DALI y 10 dispositivos DALI de Philips Dynalite Fuente de alimentación DALI incorporada: 220mA a 16V DC (Máx. corriente: 250 mA) 1 x Relé de 20A para cortar la alimentación de los balastos Montaje en carril DIN Dimensiones: 94,5 x 105 x 75mm 	



Fig. 3.32.- Controlador MultiMaster DALI HF

3.4.2 Unidad de control para sistemas de gestión de la iluminación

Dispositivos de integración

Dispositivos de red para posibilitar la integración con otros sistemas (DMX, LON, ETHERNET, AV, BACNET, RS485, RS232).

Descripción	EOC
DDNG100BT Pasarela DyNet / Ethernet	51716200
<ul style="list-style-type: none"> Alimentación: 230V ± 14% 50/60Hz Monofásico a 0,1A Servidor web integral para control por navegador 1 x Puerto serie RS485 DyNet 1 x Puerto 10/100 BaseT Ethernet Aislamiento óptico entre ambos puertos: RMS 3,75KV Recibe y transmite DMX512 a DyNet (hasta 64 canales) Admite direccionamiento IP estático o DHCP Montaje en carril DIN Dimensiones: 93 x 211 x 75 mm 	



Fig. 3.33.- Pasarela DyNet/Ethernet

3.4.3 Fuente de alimentación

Accesorios de red & Software

Dispositivos de red y software de configuración, operación y gestión energética fácil de usar e intuitivo. Mientras que EnvisionProject permite configurar todos los equipos del sistema, con EnvisionManager se consigue una gestión integral de la instalación por parte del usuario (monitorización, alarmas, programación, informes...).

Descripción	EOC
DDNP1501 Fuente de alimentación Dynet, 15V - 1.5A	50806100
<ul style="list-style-type: none"> Alimentación: 100—240V 50/60Hz Monofásico a 0,5A Salida a 15V DC (1.5A a 230V o 1A a 110V) Montaje en carril DIN Dimensiones: 93 x 105 x 75 mm 	



Fig. 3.34.- Fuente de alimentación DyNet, 15V-1.5A

3.4.4 Sensor de luz y presencia

Descripción	EOC
DUS804C-DALI Multisensor DALI Universal	52364400
<ul style="list-style-type: none"> Alimentación a través de I bus DALI (9mA) Necesita controlador DDBC120-DALI para funcionar Detección de movimiento PIR: <ul style="list-style-type: none"> Indicador LED de activación Área de detección: rectangular de 7,4 x 5,6 m a una altura de 2,5 m Velocidad de detección: 1,0m/s Fotocélula: <ul style="list-style-type: none"> Margen dinámico de 5 lux a 5.000 lux Modo automático de aprovechamiento de luz diurna Entrada y salida DALI Existe un accesorio opcional para el montaje superficial Dimensiones: Diámetro 72mm x Prof. 26mm 	

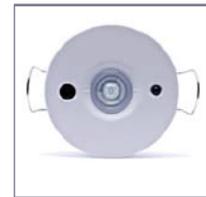


Fig. 3.35.- Multisensor DALI Universal

3.5 Actuaciones preliminares sobre el sistema de iluminación

Antes de realizar las simulaciones se han modificado algunas de las luminarias, pero manteniendo el número, ya que la situación inicial de las luminarias no corresponde a un diseño equilibrado, se observó que no estaban distribuidas de manera simétrica, en donde parecía lógico que hubiera un hueco ocupado por una luminaria en realidad no era así.

Por estos motivos, se ha optado por realizar una distribución más simétrica para la correcta iluminación de los pasillos.

3.6 Modelado y ajuste del escenario

DIALUX

Tipos de luminarias

En este apartado vamos exponer las dos posibilidades que se contemplaron:

La primera era cambiar solo los balastos electrónicos dejando las lámparas actuales FCL de 13W.

La segunda es hacer un cambio de luminaria completa ya que el balasto electrónico teníamos que cambiarle de todos modos, se planteó la posibilidad de cambiar la instalación a LED, así tendremos una instalación moderna y más eficiente con el consiguiente ahorro económico, además de ajustarnos a las exigencias del Proyecto LIFE +. Aun así se realizaron simulaciones para ambas situaciones, con el fin, de justificar el hecho de desechar la primera opción.

3.6.1 Cambio de balastos electrónicos manteniendo las lámparas actuales

Luminarias actuales:

BEGHELLI 82-004/213/E Dorado
N° de artículo: 82-004/213/E
Flujo luminoso (Luminaria): 1254 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1800 lm
Potencia de las luminarias: 26.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 54 92 100 100 70
Lámpara: 2 x TC-D 13W/830 (Factor de corrección 1.000).

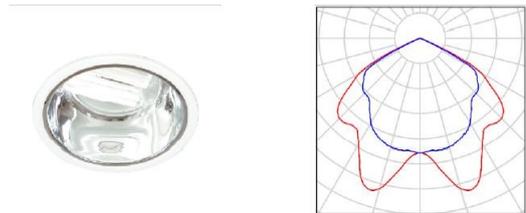


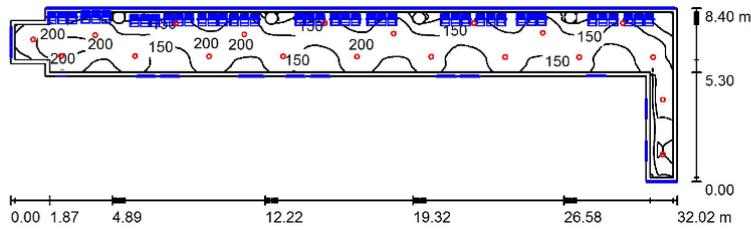
Fig. 3.36.- Luminaria Berguelli 2xTC-D 13W/830

Nota: En el anexo se incluye la ficha técnica completa de la luminaria.

Uno de los principales problemas que encontramos en dejar las lámparas FCL 2x13W de la marca Beguelli, es que cuando no tenemos aportación de luz natural, no conseguimos los niveles mínimos de iluminación 300lx.

A continuación se mostrara un ejemplo de simulación donde se ve como no se consigue los niveles mínimos de iluminación.

SIMULACIÓN para el día 17 de Enero a las 8:00, no hay aportación de luz natural.



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.939 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	157	28	243	0.179
Suelo	20	110	13	164	0.114
Techo	70	25	15	48	0.612
Paredes (10)	50	54	14	347	/

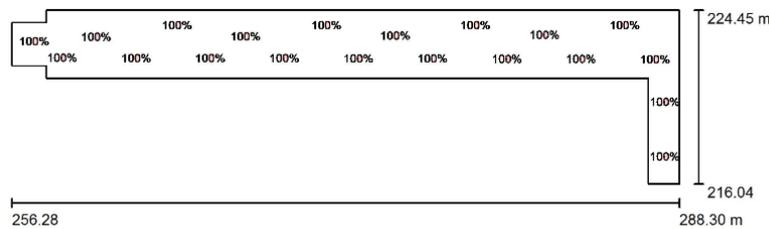
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	BEGHELLI 82-004/213/E Dorado (1.000)	1254	1800	26.0
			Total: 25089	Total: 36000	520.0

Valor de eficiencia energética: 4.68 W/m² = 2.98 W/m²/100 lx (Base: 111.17 m²)

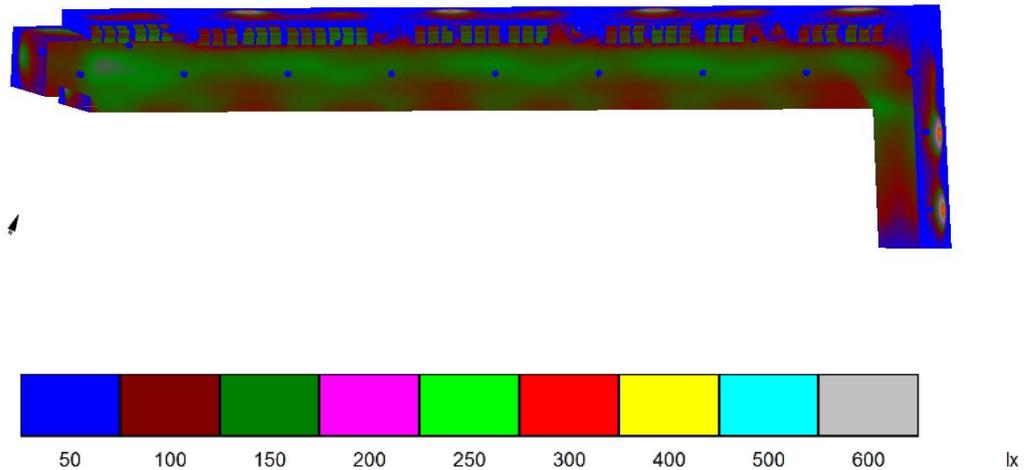


Escala 1 : 229

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°
 Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)
 Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 1 (BEGHELLI 82-004/213/E Dorado)	100
2	Grupo de control 2 (BEGHELLI 82-004/213/E Dorado)	100
3	Grupo de control 3 (BEGHELLI 82-004/213/E Dorado)	100
4	Grupo de control 4 (BEGHELLI 82-004/213/E Dorado)	100
Todas las demás luminarias		0



Esta simulación ha sido realizada para las 8:00h del 17 de enero, nos ocurre el mismo problema los días de invierno cuando a las 18:00 o 19:00 es de noche y sigue habiendo consultas, los niveles de iluminación que aporta las lámparas actuales no son lo suficientemente elevados para cumplir con los niveles exigidos por la normativa.

Una de las soluciones sería poner más luminarias o aumentar la potencia de las lámparas para poder resolver estos casos en los que no hay aportación de luz natural y no conseguimos los niveles mínimos de iluminación.

Por este motivo nos decidimos a poner lámparas de LED y así tendremos una instalación más moderna y eficiente.

3.6.2 Cambio de la instalación a led

Luminaria utilizada en el cambio a LED.

Philips BBS498 1xDLED-4000 C
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).

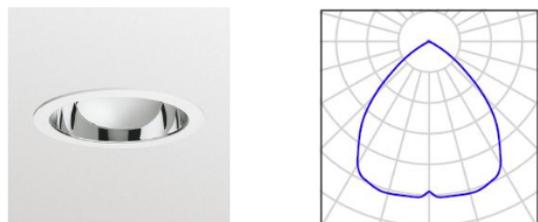
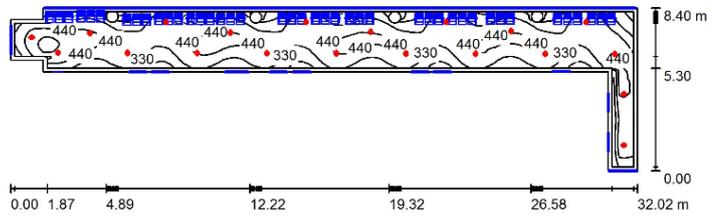


Fig. 3.37.- Luminaria Philips 1xDLED-400 C

En el anexo se exponen más datos de la luminaria.

A continuación se mostrará la simulación con las lámparas de led, donde podremos observar los niveles de iluminación aportada.

SIMULACIÓN para el día 17 de Enero a las 8:00, no hay aportación de luz natural.



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	365	43	584	0.117
Suelo	20	265	22	399	0.082
Techo	70	48	30	136	0.617
Paredes (10)	50	90	24	503	/

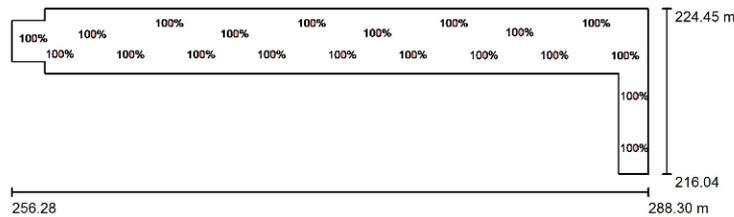
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 50578	Total: 53240	540.0

Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.17 m^2)

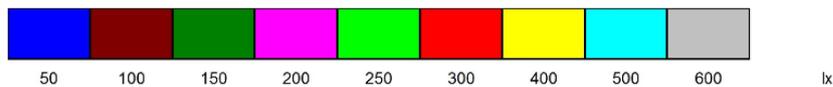
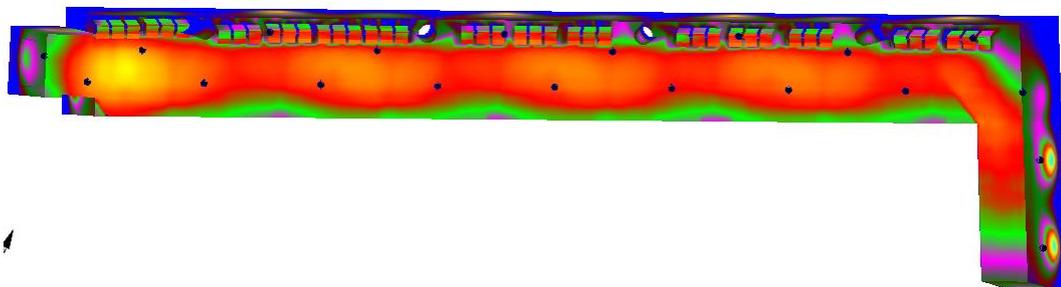


Escala 1 : 229

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°
 Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)
 Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	100
2	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	100
3	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	100
4	Grupo de control 2 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	100
Todas las demás luminarias		0



Cambiando la instalación a luminarias LED, como podemos observar en los datos obtenidos por la simulación, tenemos un nivel medio de iluminación de 365 lux, estamos por encima de la iluminación mínima exigida, por lo que tenemos la opción de quitar alguna de las luminarias o reducir su porcentaje de iluminación.

Con el fin de conseguir una estrategia de control más adecuada a nuestras necesidades y una mejora en cuanto a la realización de mantenimiento posterior, lo que haremos es regular el porcentaje de iluminación de las lámparas, con el sistema de control de Philips, utilizando la tecnología DALI.

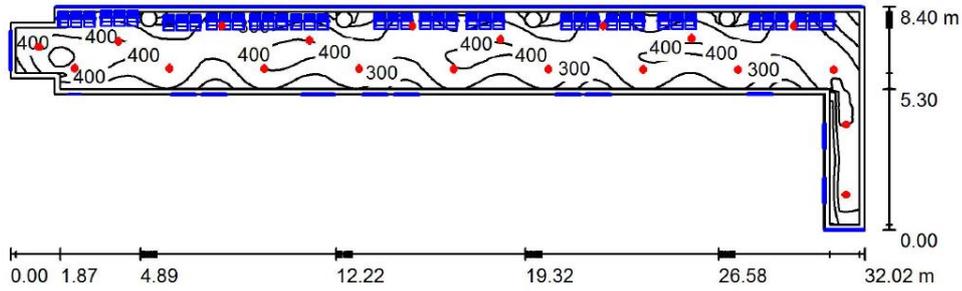
Realizamos otra simulación bajando el porcentaje de todas las lámparas al 90%, como podemos observar, aún seguimos manteniendo los niveles mínimos de iluminación.



Fig. 3.38.- Simulación con todas las luminarias al 90%

A continuación se mostrará la simulación con las lámparas de led reguladas al 90% para el día 17 de Enero a las 8:00, donde podremos observar los niveles de iluminación aportada.

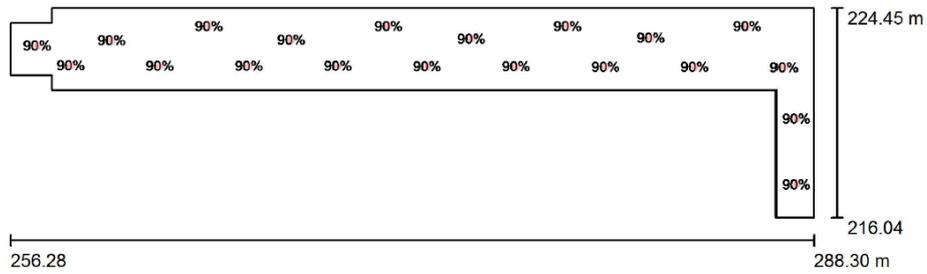
SIMULACIÓN para el día 17 de Enero a las 8:00, LEDs reguladas al 90%.



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90
Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	328	38	526	0.117
Suelo	20	238	20	359	0.082
Techo	70	43	27	123	0.617
Paredes (10)	50	81	21	452	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

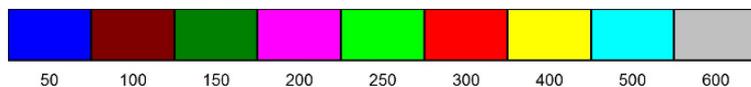
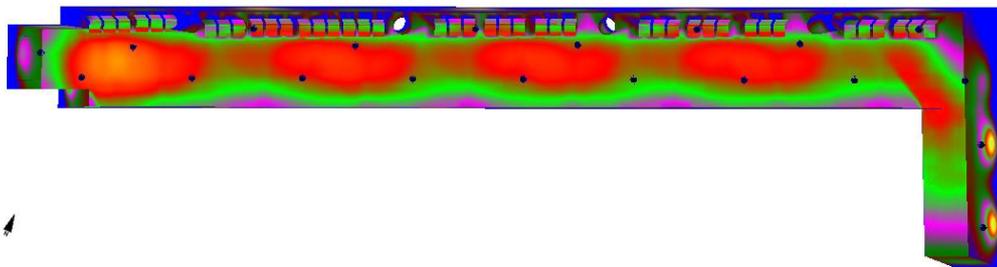


Escala 1 : 229

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°
 Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)
 Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
2	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
3	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90



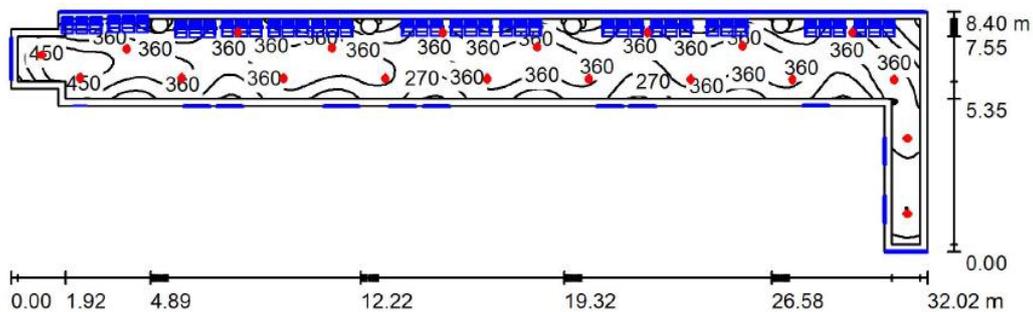
Como se puede apreciar en los datos de las luminarias, la lámpara de LED nos proporciona más lúmenes y solo tiene 1W más potencia que la FLC.

Por otro lado, al tener más lúmenes y poder bajar los porcentajes de iluminación mediante la regulación, vamos a obtener un mayor ahorro económico, también vamos a poder implementar una estrategia de control acorde a las necesidades de cada momento.

El coeficiente de uniformidad E_{min}/E_m sale un poco bajo, esto es debido a la zona marginal que hemos utilizado, aumentando la zona marginal conseguimos mejor coeficiente de uniformidad como se aprecia en la siguiente simulación.

Se ha elegido esta zona marginal de 0,2 m por la cantidad de carteles indicativos que hay en la zona de consultas, como son: número de consultas, número de planta, señales de evacuación del edificio, etc...

A continuación se muestra una simulación ampliando la zona marginal hasta 0,25 m, podemos observar como el coeficiente E_{min}/E_m es mayor que para una zona marginal de 0,2 m.



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	332	86	528	0.259
Suelo	20	238	20	359	0.082
Techo	70	43	27	123	0.617
Paredes (10)	50	81	21	452	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.250 m

3.7 Estrategia de control

Definición terminológica:

DIALux le apoya en la planificación de sistemas de control de luz dinámicos, por ejemplo, basándose en DALI. DIALux ofrece la posibilidad de definir los grupos de luminarias, niveles de encendido, y los niveles de regulación, calcular escenas de luz, visualizarlas y preparar los resultados de la planificación para la implementación automática. Las escenas de luz definen las características modificables de los grupos de control que contienen, por ejemplo, los valores de regulación, el color de luz, la inclinación y giro de la luminaria y las curvas de distribución de la intensidad luminosa.

Los grupos de disposiciones de luminarias serán denominados "grupos de control" en las escenas de luz.

3.7.1 Grupos de control:

A partir de la nueva disposición de las luminarias, estableceremos los diferentes grupos de control.

Un grupo de control está formado por una o más luminarias en las que el encendido y regulación es común, si el encendido se produce por una señal de un autómata, la misma señal actuará sobre todas las luminarias que pertenezcan a ese grupo de control.

Podemos elegir cuantos grupos de control se desee, DALI tiene la opción de poder regular cada luminaria por individual.

Zona 1:

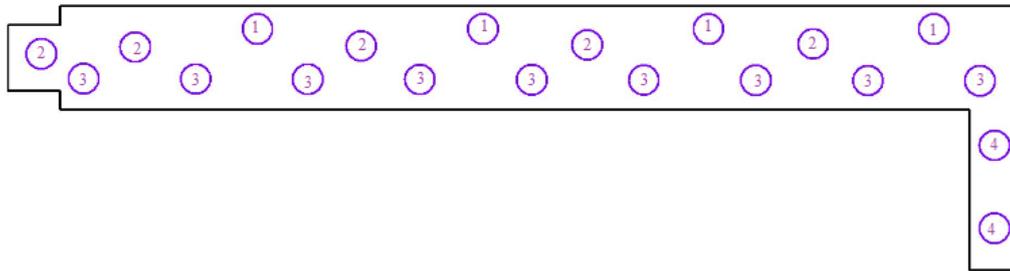


Fig. 3.39.- Grupos de control, zona 1

Esta zona, está compuesta por cuatro grupos de control, separando en tres encendidos el pasillo de consultas 1, 2 y 3, más un encendido de los servicios 4.

Zona 2: son 4 zonas iguales por planta, solo simularemos una de ellas.

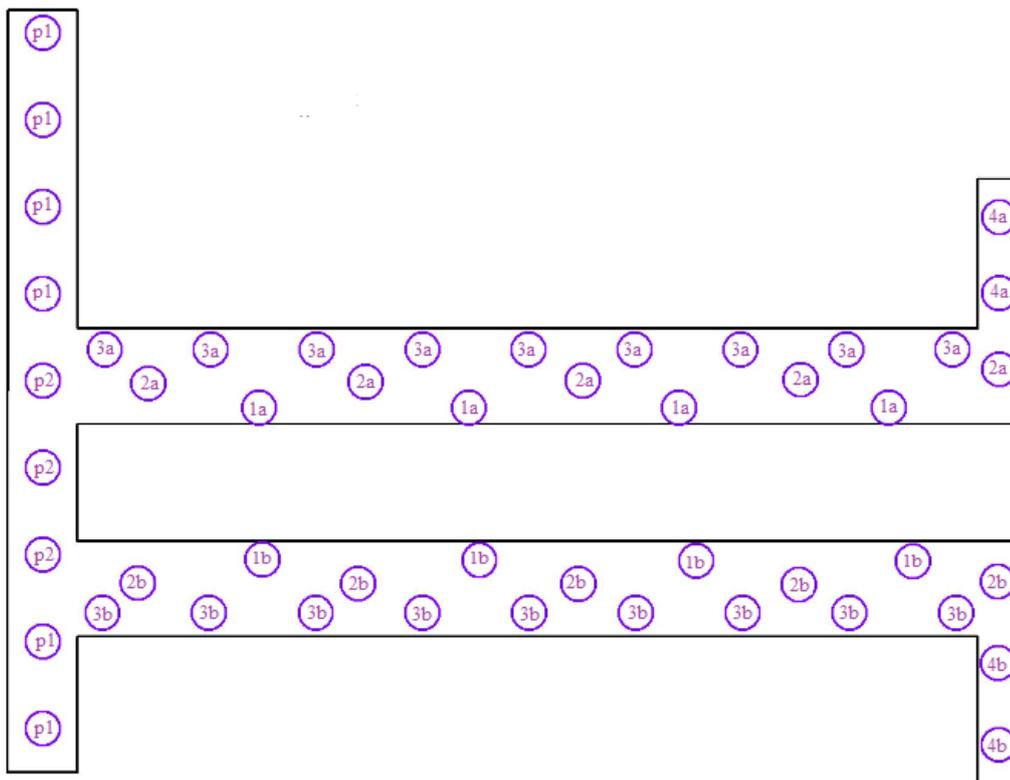


Fig. 3.40.- Grupos de control, zona 2

En la zona 2, tenemos una situación un poco más compleja, donde el pasillo central le dividimos en dos p1, p2 como consecuencia de una cristalera que nos aportara luz natural, la parte de los pasillos de consultas está dividida en tres encendidos, 1a, 2a, 3a y 1b, 2b, 3b, la zona de los servicios es independiente 4a y 4b.

Zona 3:

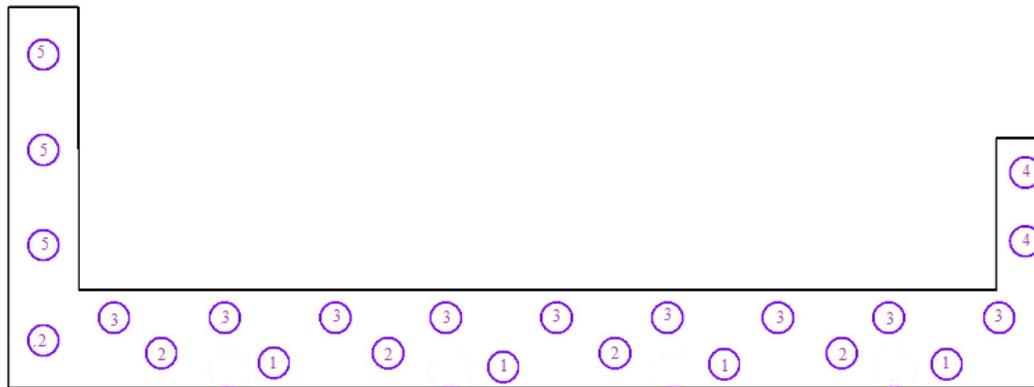


Fig. 3.41.- Grupos de control, zona 3

Esta zona, está compuesta por cinco grupos de encendido, tres que pertenecen al pasillo de consultas 1, 2, 3, uno a los servicios 4, y otro a la parte del pasillo 5.

Los diferentes grupos de control, se han elegido en función de la luz natural a la que van a estar expuestos, con el fin de poder hacer una regulación lo más económica posible y garantizando los niveles mínimos de iluminación.

3.8 Factores a tener en cuenta

Para aplicar la estrategia prevista a nuestro escenario, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Datos estadísticos del comportamiento del clima.

Es un factor importante, ya que necesitamos obtener información acerca del aporte de luz natural, ya que influirá en el encendido de la luz artificial.

Para la obtención de los datos meteorológicos de la zona recurriremos a la página web: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>.

Es una página creada por la NASA y ATMOSPHERIC SCIENCE DATA CENTER, y que permite a partir de la localización geográfica, obtener parámetros meteorológicos diversos, ya sea radiación, temperatura, humedad, etc., para ello se sirve de la recogida de datos entre Julio de 1983 y Junio de 2005.

La NASA define un día medio meteorológico como aquél día del mes en el que la declinación del sol está más próxima a la declinación media del mes en cuestión. Para el escenario elegido los días medios mensuales.

Tabla 3.1.- Día solar medio

Día solar medio												
Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	17	16	16	15	15	11	17	16	15	15	14	10

Así mismo, en dicha página encontramos también información sobre el número de horas diarias de sol para un día medio en el escenario elegido, éstas se muestran a continuación.

Tabla 3.2: Promedio mensual de duración del día

Promedio mensual de horas de sol diarias												
Promedio	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	9,56	10,6	11,9	13,3	14,5	15,1	14,8	13,8	12,5	11,1	9,91	9,25

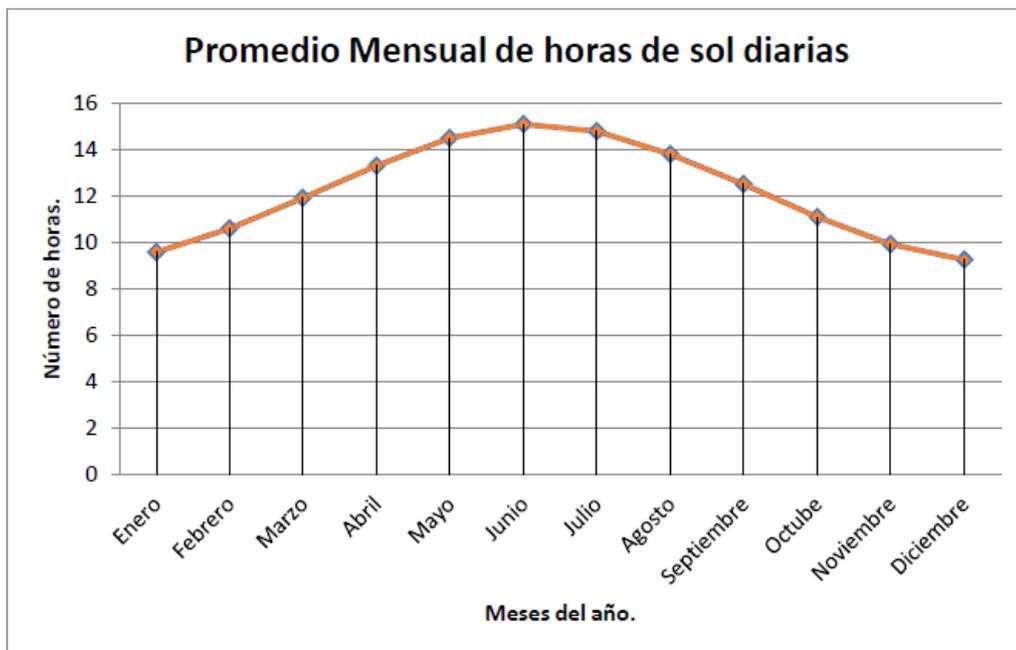


Gráfico 3.1.- Promedio mensual de horas de sol diarias

No menos importante, es la información que aparece sobre el estado del cielo. Caracteriza cada uno de los estados de cielo que nos podemos encontrar: despejado, parcialmente nublado y nublado, los mismos que podemos escoger en el Dialux, y establece la probabilidad de que tengamos cada uno de ellos. Esta probabilidad se muestra en franjas horarias de 3 horas y se recoge en las tablas, que aparecen a continuación.

Tabla 3.3.- Frecuencia media mensual de cielo despejado

Frecuencia media mensual de cielo despejado, indicando la hora GTM (%)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<10%-0h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<10%-3h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<10%-6h	-	-	-	28,6	27,7	30,3	44,5	50,9	-	-	-	-
<10%-9h	23,3	20,1	27,2	26,2	27,2	36,2	50	39,7	27,5	20,5	20,6	22,4
<10%-12h	20	21	31,3	35,9	34	44,7	56,6	48,2	28,6	19,6	20,1	23,9
<10%-15h	23,1	23,1	31,8	31	31	41,3	55,1	45,1	34,8	24	26,8	-
<10%-18h	-	-	-	-	-	41,4	49,1	-	-	-	-	-
<10%-21h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3.4.- Frecuencia media mensual de cielo parcialmente nublado

Frecuencia media mensual de cielo parcialmente nublado, indicando la hora GTM (%)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
10-70%-0h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-70%-3h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-70%-6h	-	-	-	25,1	25,3	28,4	31,6	29,3	-	-	-	-
10-70%-9h	26,6	30,3	25,5	26,8	24	24,7	24,9	30,3	31,5	30,9	26,2	29,4
10-70%-12h	29,6	27,9	21,4	16,2	19,5	20,3	23,1	26,5	30,7	30,7	27,8	25,6
10-70%-15h	30,6	29,1	22,7	21	20,5	21,9	23,6	26,6	28,7	28,1	23,4	-
10-70%-18h	-	-	-	-	-	23,2	26,5	-	-	-	-	-
10-70%-21h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 3.5.- Frecuencia media mensual de cielo nublado

Frecuencia media mensual de cielo nublado, indicando la hora GTM (%)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
≥70%-0h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥70%-3h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
≥70%-6h	-	-	-	46,2	46,9	41,2	23,7	19,7	-	-	-	-
≥70%-9h	50	49,5	47,2	46,9	48,6	39	25	29,9	40,9	48,5	53,1	48
≥70%-12h	50,2	50,9	47,2	47,8	46,4	35	20,2	25,2	40,6	49,5	51,9	50,4
≥70%-15h	46,2	47,7	45,4	47,8	48,3	36,6	21,2	28,1	36,3	47,8	49,7	-
≥70%-18h	-	-	-	-	-	35,3	24,3	-	-	-	-	-
≥70%-21h	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A modo de ejemplo se muestran unas representaciones, para las 12:00 y 18:00 horas del día 16 de marzo, del nivel de iluminación, aportadas por la luz natural, mediante colores falsos.

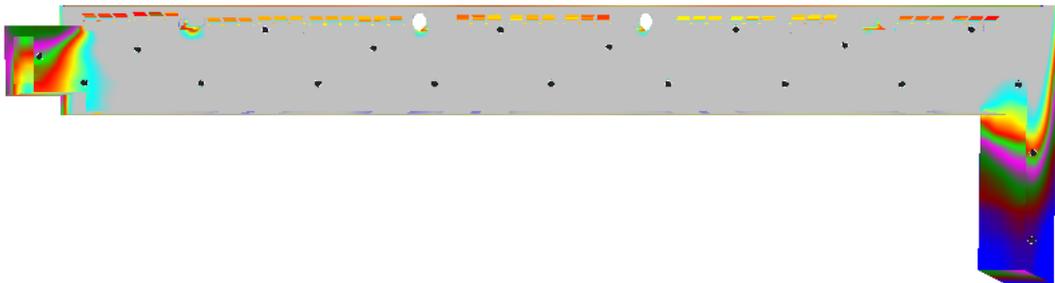
Podemos observar cómo cambia la aportación de luz natural en función de la orientación del edificio y la hora del día.

LUZ NATURAL

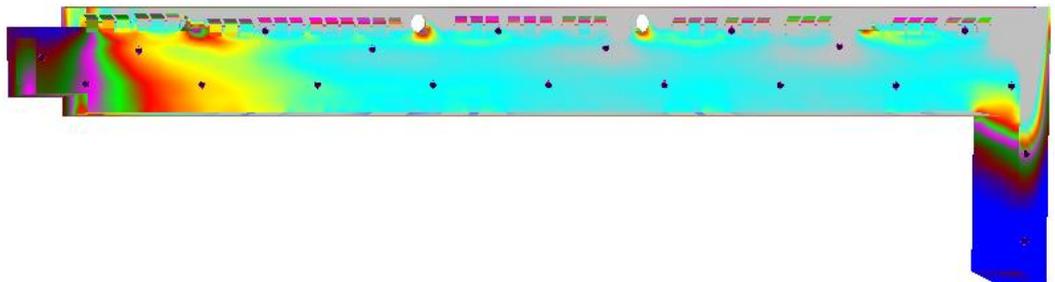
Cielo despejado: 16 de marzo.

Zonal 1:

12:00h



18:00h

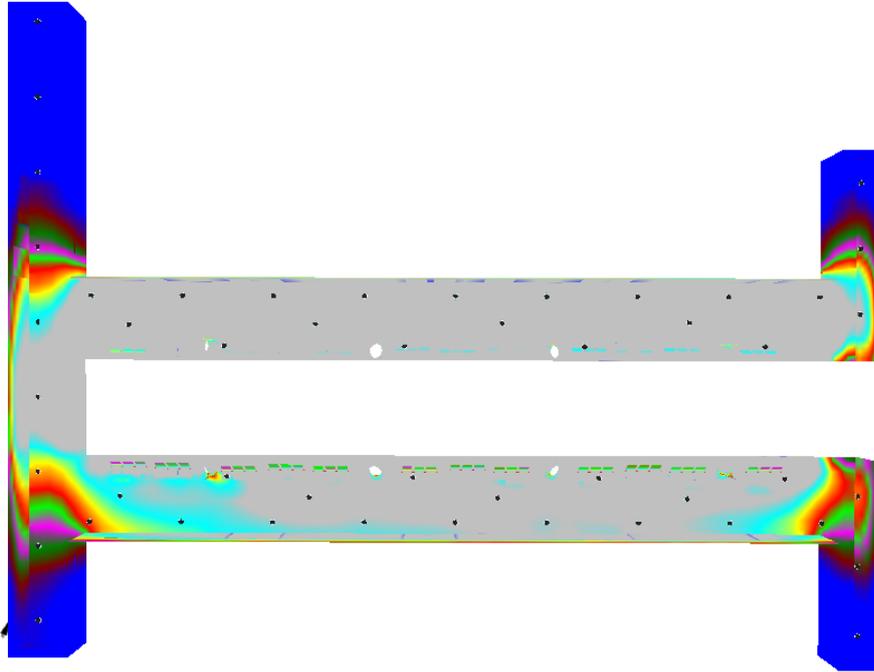


50 100 150 200 250 300 400 500 600

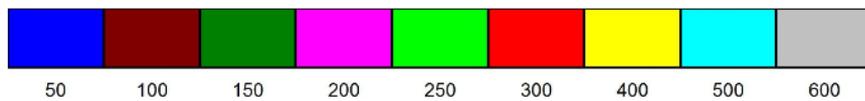
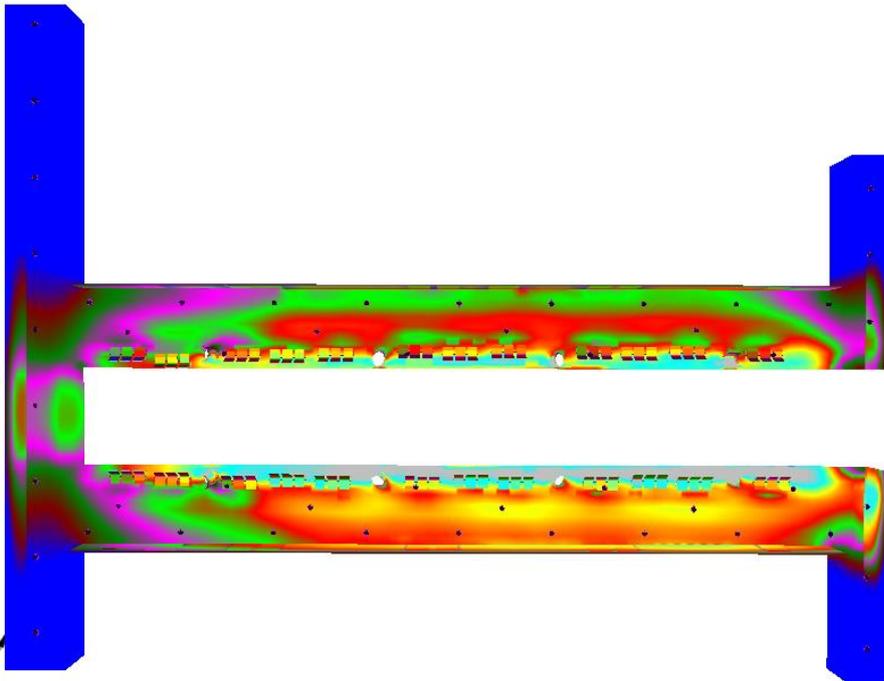
lx

Zona 2:

12:00h



18:00h

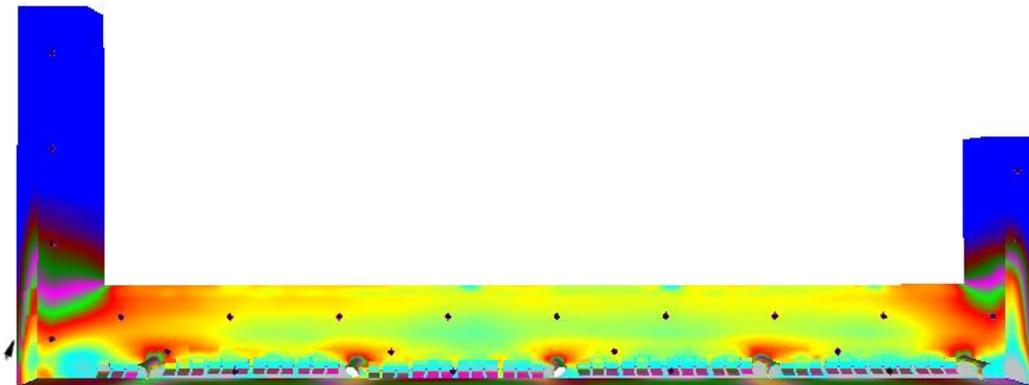


Zona 3:

12:00h



18:00h



lx

En este estudio la aportación de luz natural es un factor muy importante, ya que jugaremos con los porcentajes de iluminación de cada lámpara para conseguir la iluminación adecuada.

Como podemos observar en las simulaciones anteriores, tenemos unos niveles de iluminación más altos que los exigidos por la normativa, lo que nos va a suponer un gran ahorro económico, ya que a lo largo del día tendremos muchas luminarias apagadas o con niveles de iluminación bajos, consiguiendo así un gran ahorro económico.

3.8.1 Regulación del sistema de iluminación

En este apartado simularemos las diferentes escenas para cada día tipo de cada mes, variando la hora, día, mes, y los porcentajes de iluminación de los grupos de control, a fin de establecer los valores establecidos por la normativa.

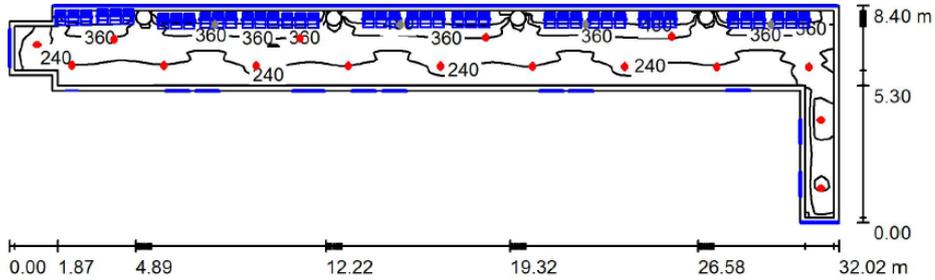
Las simulaciones las vamos a realizar para el caso más desfavorable consiguiendo así el mínimo ahorro posible, en la implementación de la iluminación está previsto poner sensores de presencia, como consecuencia de estos sensores, las luces de las entradas a los servicios no están siempre encendidas ya que solo se iluminaran cuando detecten presencia, en la realización de las simulaciones consideramos que están encendidas, consiguiendo así el mínimo ahorro.

A modo de ejemplo se mostraran unas simulaciones de las tres zonas mencionadas anteriormente para poder observar las regulaciones pertinentes que se van a realizar.

17 Enero a las 9:00, nublado, ya tenemos aportación de luz natural.

Podemos observar como los porcentajes de regulación de las luminarias han bajado y aún seguimos cumpliendo con los niveles de iluminación.

Zona 1: luz natural + luz artificial



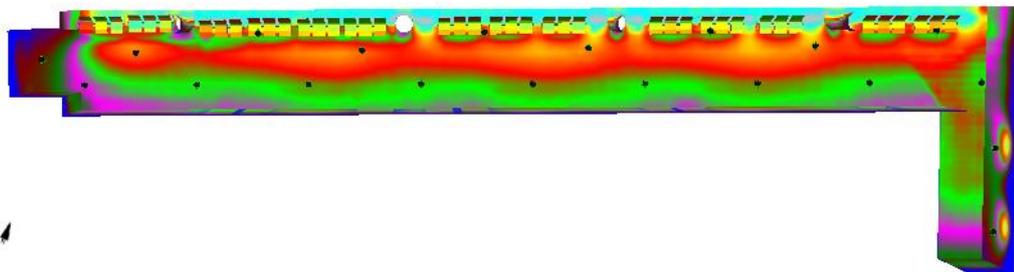
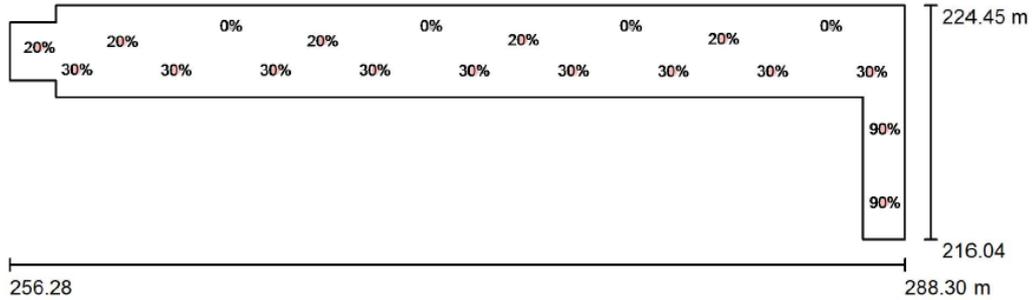
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	320	89	660	0.278
Suelo	20	313	71	718	0.227
Techo	70	58	35	151	0.605
Paredes (10)	50	117	33	467	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

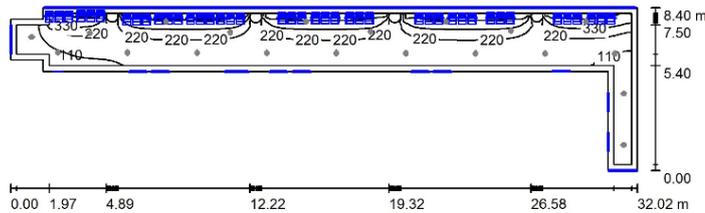


50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx

A continuación mostrare una simulación de la aportación de luz natural, y luz artificial en la zona 1, así observaremos la diferencia de lux que aporta cada una de las siguientes situaciones.

17 Enero a las 9:00, nublado.

Aportación luz natural, zona 1.

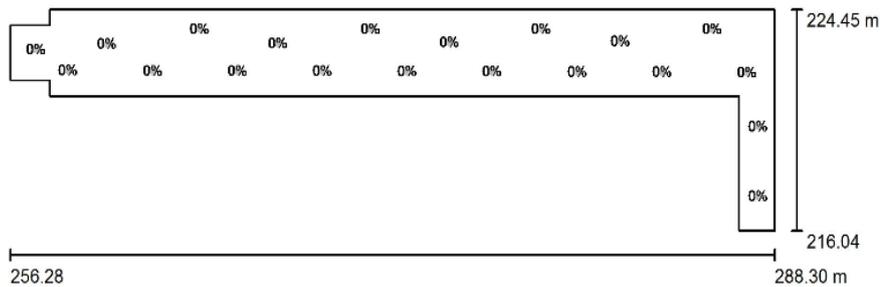


Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

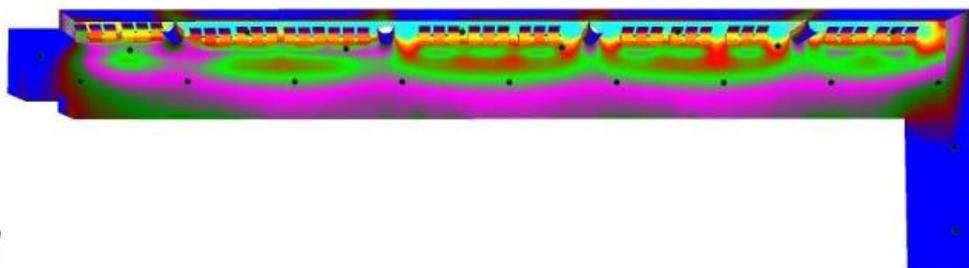
Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	221	5.57	533	0.025
Suelo	20	242	6.57	700	0.027
Techo	70	45	4.02	142	0.090
Paredes (10)	50	85	4.13	258	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.300 m

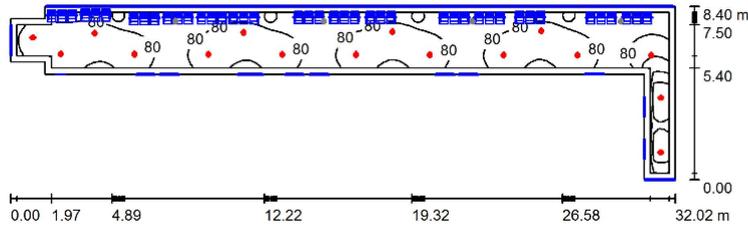


Escala 1 : 229



50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx

Aportación luz artificial, zona 1.



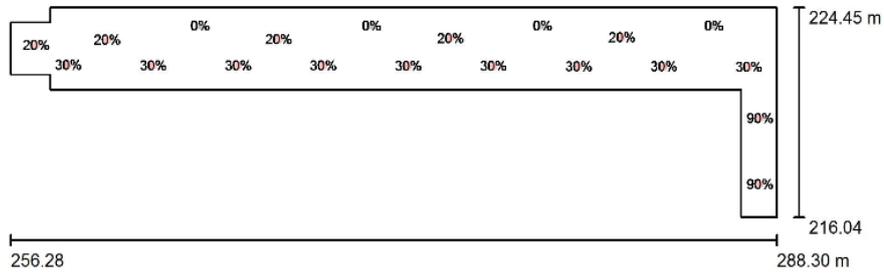
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

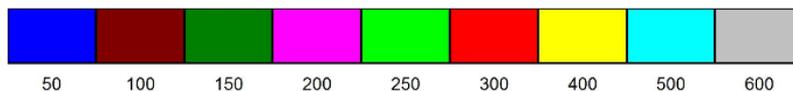
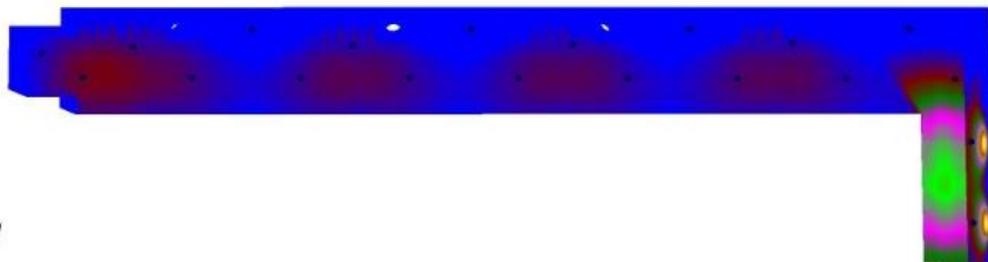
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	93	7.73	376	0.083
Suelo	20	70	4.62	258	0.066
Techo	70	13	7.06	85	0.531
Paredes (10)	50	34	5.52	446	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.300 m

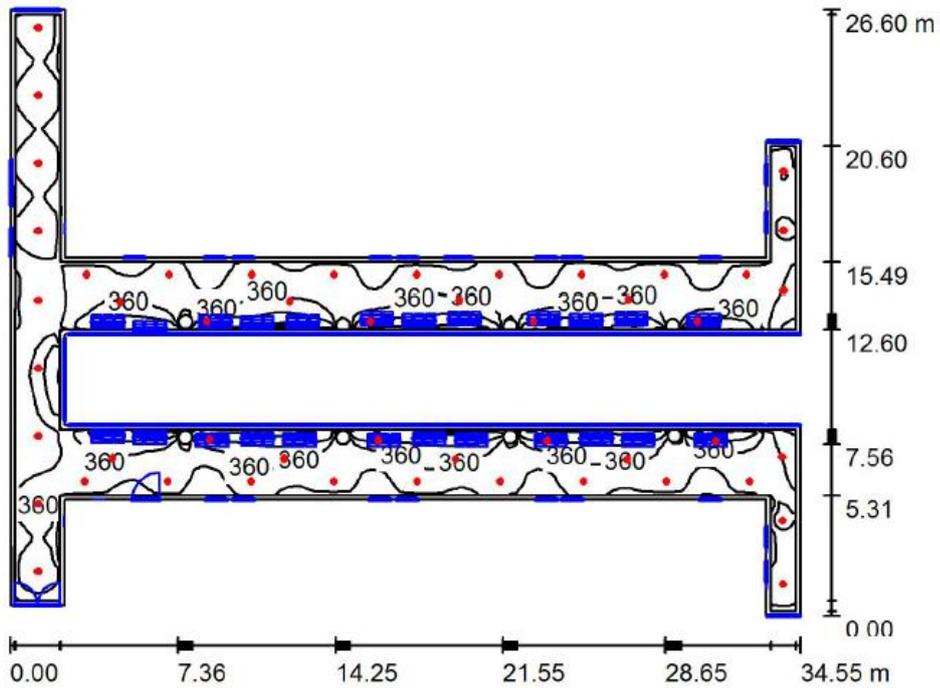


Escala 1 : 229



Después de realizar estas simulaciones podemos observar como la luz natural es un factor muy importante en la realización de este estudio.

Zona 2: luz natural + luz artificial



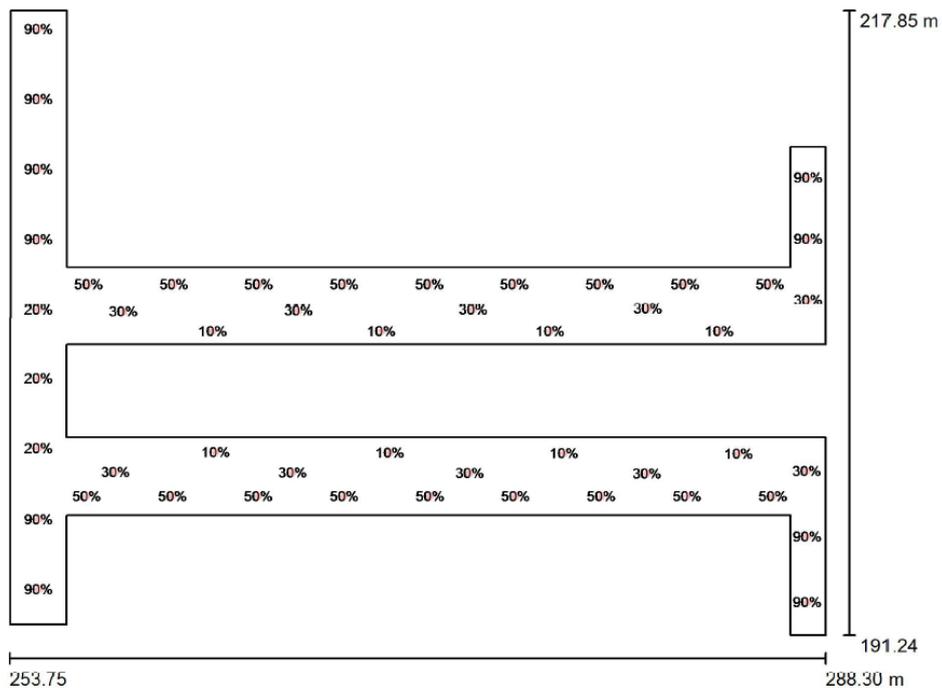
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

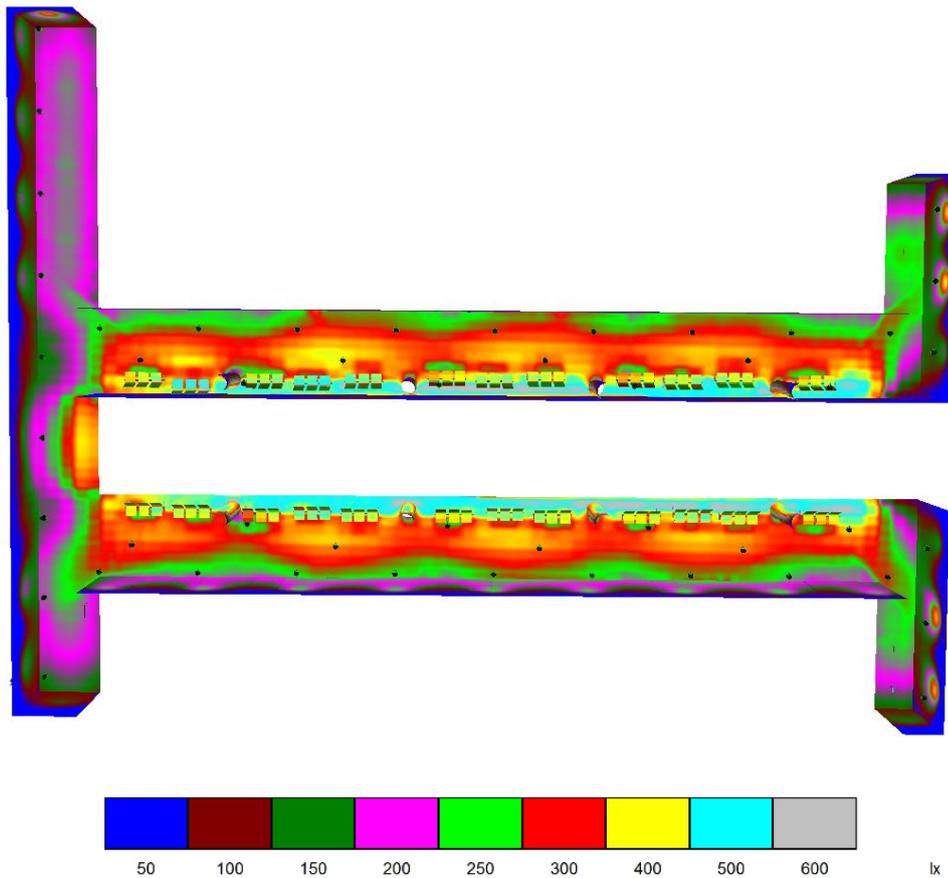
Valores en Lux, Escala 1:342

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	325	89	670	0.273
Suelo	20	304	80	666	0.262
Techo	70	56	34	88	0.606
Paredes (16)	50	100	27	441	/

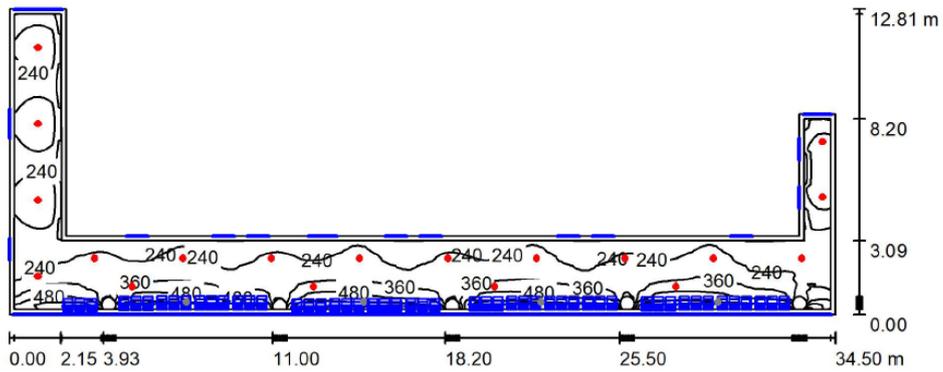
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m





Zona 3: luz natural + luz artificial



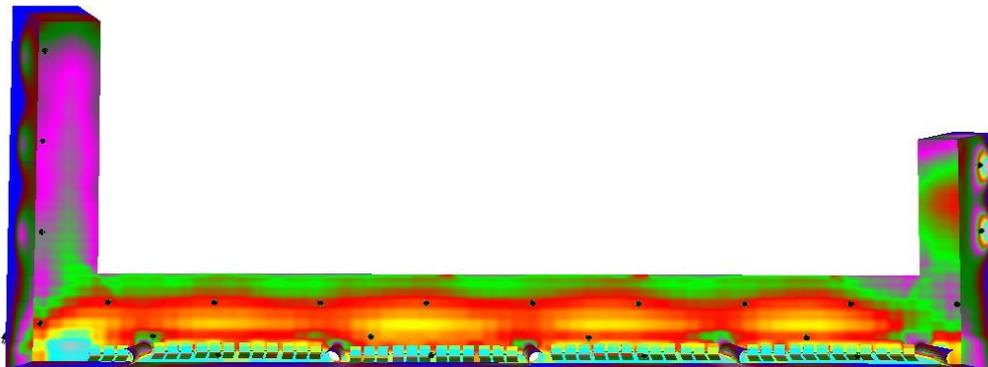
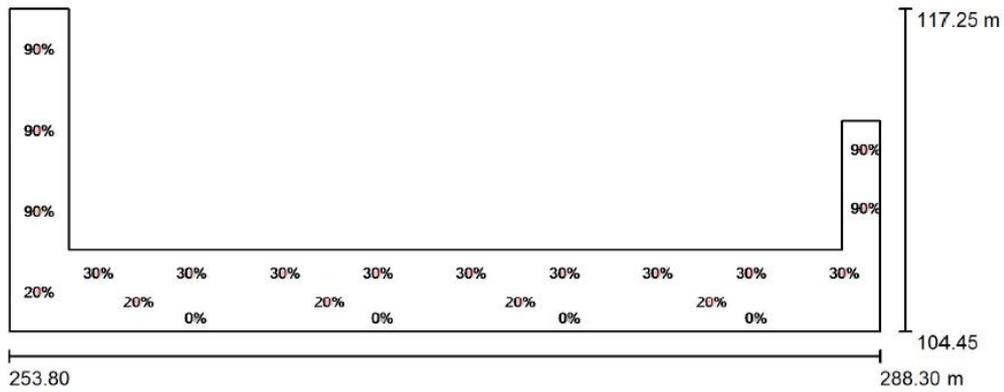
Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:247

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	324	119	685	0.367
Suelo	20	304	111	749	0.366
Techo	70	60	29	146	0.489
Paredes (8)	50	116	26	712	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m



Uno de los principales problemas que se observó al realizar las simulaciones, es que en los pasillos y entrada a los servicios no podemos rebajar el porcentaje de las lámparas, ya que nos quedamos sin iluminación suficiente.

En los pasillos podemos tener 200lx, mientras que en las salas de espera de consultas son 300lx, este problema le vamos a tener que tener en cuenta en todas las simulaciones, como consecuencia de esto, vamos a tener los porcentajes de iluminación de pasillos y entada a los servicios casi siempre al máximo.

Debido a que se han realizado más de 2000 simulaciones y la cantidad de Información resultante es muy elevada, haremos unas tablas en la que sintetizamos lo que consideramos más significativo.

3.8.2 Tablas: Porcentajes de regulación y Consumos de potencia.

En el siguiente apartado, explicare las franjas horarias elegidas para la simulación:

- A. 7:00 Nivel de iluminación 50lx, todavía no están abiertas las consultas pero los celadores empiezan a llevar carros por los pasillos.
- B. 8:00 – 20:00 Nivel de iluminación de 300lx horario de consultas
- C. 21:00-3:00 Nivel de iluminación 50 lx, ronda del personal de seguridad
- D. 4:00-7:00 iluminación apagada.

Además de los horarios se van a instalas sondas de iluminación para regular la intensidad luminosa de las lámparas y detectores de presencia donde habrá horas del día que tengamos luminarias apagadas.

La realización se ha hecho para el caso más desfavorable donde muchas luminarias permanecen encendidas como pueden ser las entradas a los servicios y para un día nublado, consiguiendo así el mínimo ahorro.

Todos los porcentajes de regulación de los grupos de control anteriormente descritos se proporcionaran en el **anexo tablas**.

Queda comentar que en el horario de 21:00 a 3:00 mantenemos las zonas de consultan con iluminación, con el consiguiente gasto energético,

como tenemos los detectores de presencia que van a ser instalados, podemos mantener las zonas de consulta apagadas desde las 21:00 hasta las 8:00 y encenderlos solo si hay tránsito de gente, como puede ser el personal de seguridad o los celadores, no podemos hacer lo mismo con el pasillo central, ya que por normativa nos exige una iluminación de 50lx por la noche.

Exponemos unas simulaciones para ver cómo queda la distribución de luminarias.

Zona 1: 17 de enero a las 8:00h, todavía no hay aportación de luz natural, podemos observar como las luminarias nos dan los 300lx exigidos por la norma, además la distribución uniforme de las luminarias nos garantiza un excelente confort visual con el máximo ahorro y el mínimo impacto medioambiental.



Fig. 3.42.- Simulación de pasillo de consultas 17 enero a las 8:00h.

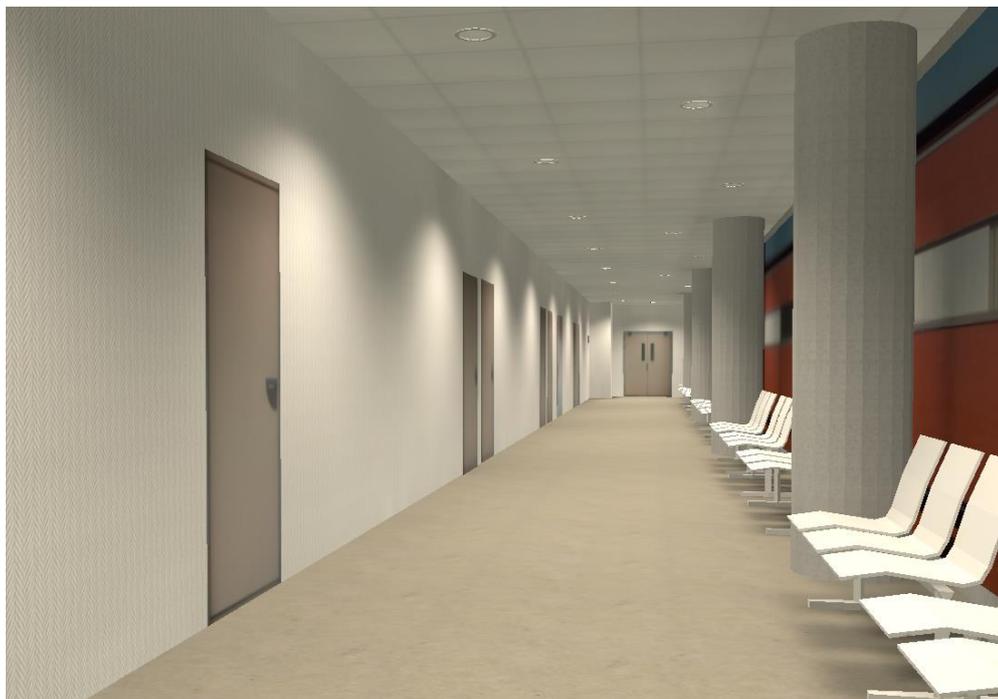


Fig. 3.43.- Simulación de pasillo de consultas 17 de enero a las 8:00h.

Zona 2: 17 de enero 9:00h, tenemos aportación de luz natural, las luminarias se regulan automáticamente para conseguir los niveles mínimos de iluminación y así conseguir un gran ahorro económico.



Fig. 3.44.- Simulación 17 de enero a las 9:00h.



Fig. 3.45.- Simulación 17 de enero a las 9:00h, vista frontal de los dos peines.

Zona3: 17 de julio a las 7:00h todavía no hay horario de consultas, nivel mínimo de iluminación exigido 50lx, se puede observar la aportación de luz natural.

Los meses de verano se consigues mayores ahorros energéticos debido a que tenemos más horas de luz, en el caso de julio un promedio de 14,8 horas.

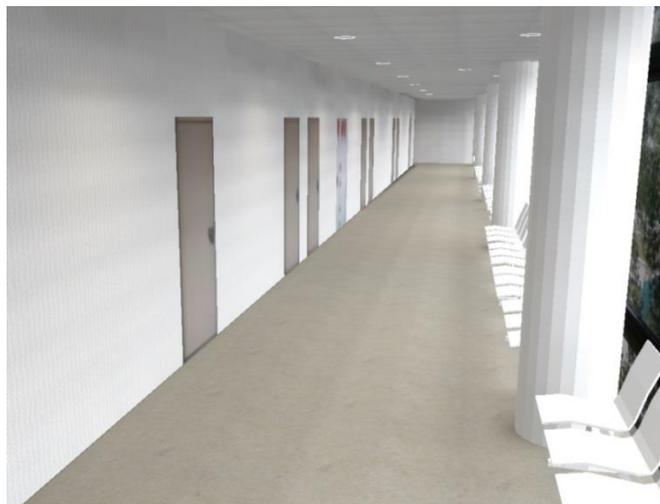


Fig. 3.46.- Simulación 17 de julio a las 7:00h.

Después de realizar todas las simulaciones y tras realizar un estudio, podemos comparar la situación inicial, con la situación estudiada, en la tabla 3.6 se observa el ahorro de energía.

Tabla 3.6.- Comparación de la energía consumida y el ahorro resultante

	SITUACION INICIAL (KWh)	SITUACION CON CONTROL (KWh)	AHORRO TOTAL (KWh)	AHORRO EN PORCENTAJE %
ENERO	298,27	39,37	258,90	86,80
FEBRERO	298,27	35,53	262,74	88,08
MARZO	298,27	33,56	264,70	88,74
ABRIL	298,27	29,77	268,49	90,01
MAYO	298,27	26,11	272,15	91,24
JUNIO	298,27	23,06	275,20	92,26
JULIO	298,27	23,23	275,03	92,21
AGOSTO	298,22	25,99	272,28	91,28
SEPTIEMBRE	298,27	31,69	266,57	89,37
OCTUBRE	298,27	36,12	262,15	87,89
NOVIEMBRE	298,27	42,06	256,21	85,89
DICIEMBRE	298,27	45,9	252,37	84,61
TOTAL	3579,26	392,42	3186,83	89,03

A continuación, en los gráficos 3.2, 3.3 y 3.4 se muestran los datos más destacables de la información mostrada en las tablas anteriores.



Gráfico 3.2.- Ahorro de energía porcentual

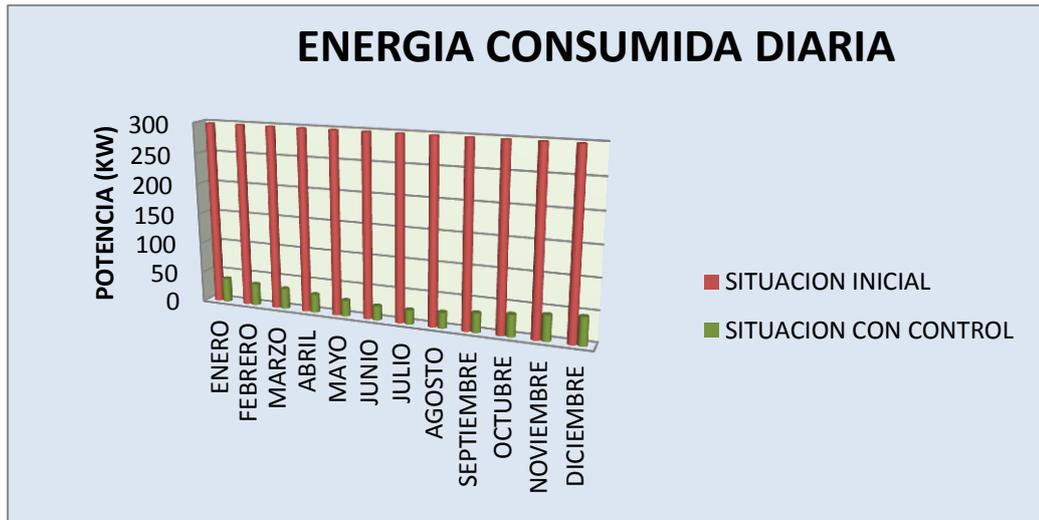


Grafico 3.3.- Comparativa de consumo de energía diaria entre la situación inicial y la situación con regulación.

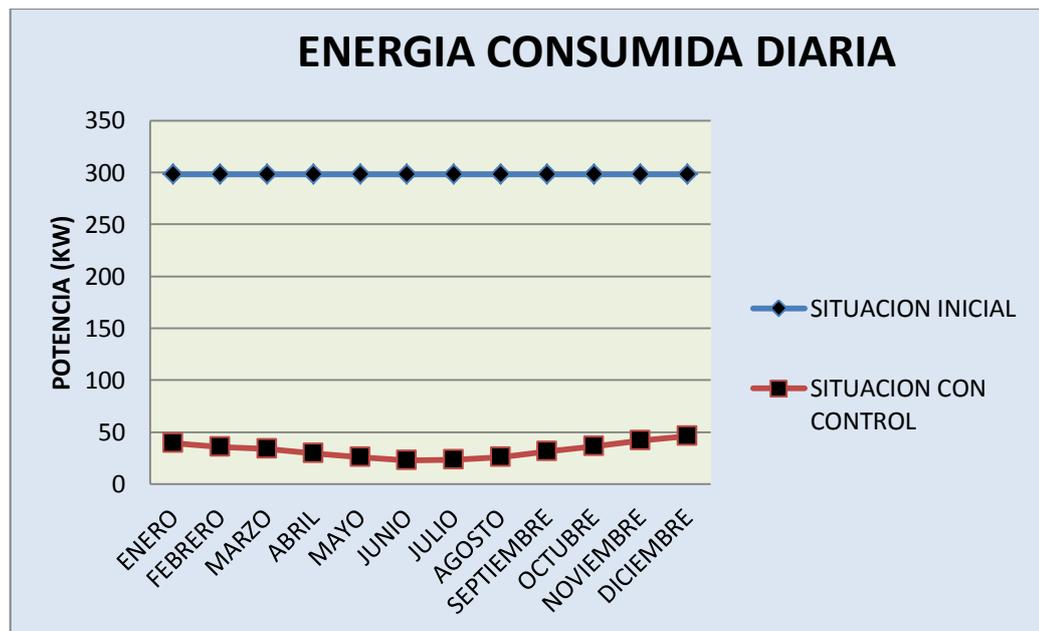


Grafico 3.4: Comparativa de la energía consumida entre la situación inicial y con regulación

Finalmente, en el gráfico 3.4 podemos ver el gran ahorro de energía con respecto a la situación inicial, observando como en los meses de verano es cuando más ahorro energético vamos a obtener, ya que durante el horario de ocupación de las consultas hay un aporte de luz natural bastante elevado, lo que permite tener el alumbrado apagado la mayor parte del día.

3.9 Implementación del sistema de control en el HURH

DALI funciona de dos formas: Modo Broadcast y Modo Full DALI. Como ya comentamos anteriormente, DALI no tiene polaridad y cuenta con una libre topología de conexión, limitado a un número máximo de 64 dispositivos. La señal digital de DALI viaja por dos cables que conectan el control con el balastro.

Un controlador DALI puede enviar diferentes comandos al balastro, que podríamos resumir como: Direccionamiento (Quién); Comando (Qué); y Datos (Cuánto). Este último aunque no sea siempre necesario, permite que el programador pueda enviar gran número de comandos simultáneos como: nivel de intensidad, búsqueda de dispositivos, estado, etc.

Puesta en funcionamiento

Al arrancar por primera vez un sistema DALI el software asigna de manera aleatoria a cada balastro un Short Address, lo cual permite mantener una comunicación bidireccional. No obstante los nuevos balastos ya no tienen este parámetro pre-programado, evitando de esta forma que más de un balastro se posicione en la misma dirección; aun así, la herramienta de direccionamiento DALI permite orientar de forma correlativa cada balastro, permitiendo que cada usuario organice a su gusto las direcciones dependiendo de su propia lógica y específica manera de trabajar.

A diferencia del DMX (Digital MultipleX), DALI permite un control más flexible y completo aportando otros parámetros:

- Short Address (igual a la dirección de inicio en DMX, permite programación y comunicación).
 - Grupos (permite organizar un máximo de 16 grupos de balastos y controlarlos).
 - Escenas (cada balastro tiene un máximo de 16 escenas en su memoria interna, lo cual permite que en las grandes instalaciones las órdenes puedan ser ejecutadas a diferente tiempo).

El caso más común es cuando queremos que los balastos cercanos a la ventana y que tienen más luz natural, regulen el nivel de intensidad antes que los dispositivos en el interior de la oficina, permitiendo un notable porcentaje de ahorro energético).

- Nivel Max/Min (permite acotar estos valores sin importar la orden enviada).

- Power on Level (al recibir alimentación se puede fijar un nivel de intensidad, el cual durará hasta que reciba una nueva orden)
- System faulty level (permite configurar el comportamiento del balastro en caso de perder la señal, por seguridad es recomendable fijarlo al 100%).
- Fader Time (es el tiempo que tarda el balastro en tomar el nuevo nivel).
- Fade Rate (es el número de pasos que empleará en llegar al fade out).
- Query commands (permite al programador identificar el estado y realizar una monitorización de datos y alimentación del sistema).

3.9.1 Configuración DALI vía Servidor Web

DALI puede ser fácilmente configurado mediante el Servidor Web que va integrado en el propio componente. La pasarela DaliControl se puede conectar a la red IP para este propósito. El componente se puede conectar a un Switch, Hub o Router de la red IP utilizando un cable de red estándar.

Como la conexión a la red IP sólo es necesaria durante el proceso de configuración, esta conexión puede ser temporal. Evidentemente también se puede utilizar un punto de acceso WIFI.

En este caso, la configuración se podría realizar desde un portátil, PDA, u otros dispositivos de control.

Una vez la red se ha conectado, se carga la página Web de configuración mediante un navegador Web (ej. Internet Explorer o Mozilla Firefox). Para ello, se introduce en dicho navegador la dirección IP (URL) que haya sido asignada por DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), o configurada mediante ETS (Software Engineering Tool).

A continuación se mostrara un ejemplo explicativo:

La URL completa se compone de la IP y el prefijo http://. Por ejemplo, http://192.168.1.7

Se mostrará la siguiente página Web:



Fig. 3.47.- Página Web de configuración

En la parte superior se encuentra una barra de herramientas para realizar las principales funciones de configuración. A continuación se describe la función de cada uno de los iconos:

-  **Actualizar:** Esta función se utiliza para actualizar las asignaciones de balastos mostradas. Se debería utilizar cuando se hayan cambiado asignaciones de forma manual o mediante el software
-  **Nueva Instalación:** Este botón inicia una nueva instalación en el Bus DALI conectado. Atención: si se inicia una nueva instalación, cualquier configuración anterior en los balastos se eliminará
-  **Post-Instalación:** Este botón inicia la post-instalación del Bus DALI conectado. Los balastos que se hayan desconectado se eliminarán, y los nuevos que se hayan conectado se añadirán
-  **Cancelar:** Cualquier proceso que se haya inicializado se detendrá al utilizar este botón
-  **Broadcast ON:** Enciende todas las luminarias DALI al mismo tiempo
-  **Broadcast OFF:** Apaga todas las luminarias DALI al mismo tiempo
-  **Cambiar a página de Escenas:** Este botón cambia a la página de configuración de escenas

Los campos bajo la barra de herramientas se utilizan para identificar los balastos y asignar los grupos. Para identificar los balastos, previamente se

debe usar un comando Broadcast para poner todas las luminarias al mismo valor (por ejemplo todas en OFF).

Tras de seleccionar la **Tecla de Conmutar** los balastos se pueden encender o apagar individualmente haciendo click con el ratón. De esta forma se puede identificar la numeración de balastos asignada.

Tras tener todos los balastos identificados, se pueden asignar los balastos a los grupos.

Primero seleccione la **Tecla de Asignación**, seleccione el grupo al que se va a asignar un balastro haciendo clic. Otro click sobre un balastro hace que éste quede asignado al grupo seleccionado. Un pequeño campo verde con el número de grupo en la parte superior derecha de la lista de balastos indica la asignación de grupo. Los balastos que aún no se han asignado a ningún grupo, aparecen con un campo amarillo y un interrogante.

Además de identificación y asignación de grupos, la página Web permite configurar los valores y asignaciones de las escenas.

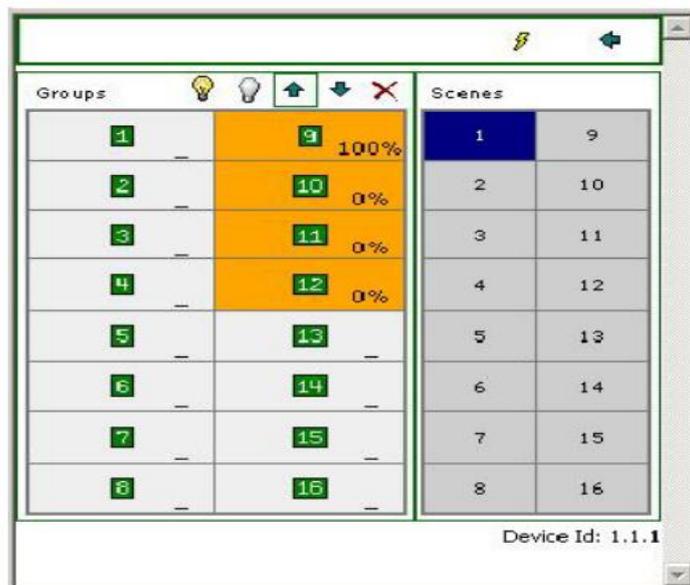


Fig. 3.48.- Página Web, permite configurar los valores y asignaciones de las escenas

Para configurar una escena, selecciónela en la parte derecha. Una vez seleccionada, la escena (si ya existía) se cargará en el Bus DALI. Los valores actuales de luminosidad se muestran en las correspondientes ventanas de los grupos. Se pueden utilizar las teclas para modificar individualmente los valores de luminosidad.

Para ello, seleccione una de las siguientes teclas:



(On, Off, Regular arriba, Regular abajo)

Un click corto (conmutar) o largo (regular) sobre el grupo correspondiente modificará el valor de dicho grupo.

Pulsando  Se guarda el valor modificado en la escena seleccionada.

3.10 Esquemas.

De cara a poder implantar esta estrategia, se muestran a continuación como ejemplo, una serie de diagramas de procesos en el que se muestran las acciones más relevantes que hay que tener en cuenta a la hora de programar.

Los valores de las consignas utilizadas en los diagramas 3.1 y 3.2, son valores iniciales y para su correcto funcionamiento, serán ajustables debido a que las condiciones pueden variar de múltiples formas, como por ángulo de incidencia del sol durante el año, opacidad del cristal, persianas, crecimiento de los árboles, etc.

ESQUEMA GENERAL CON AVISO DE ALARMA

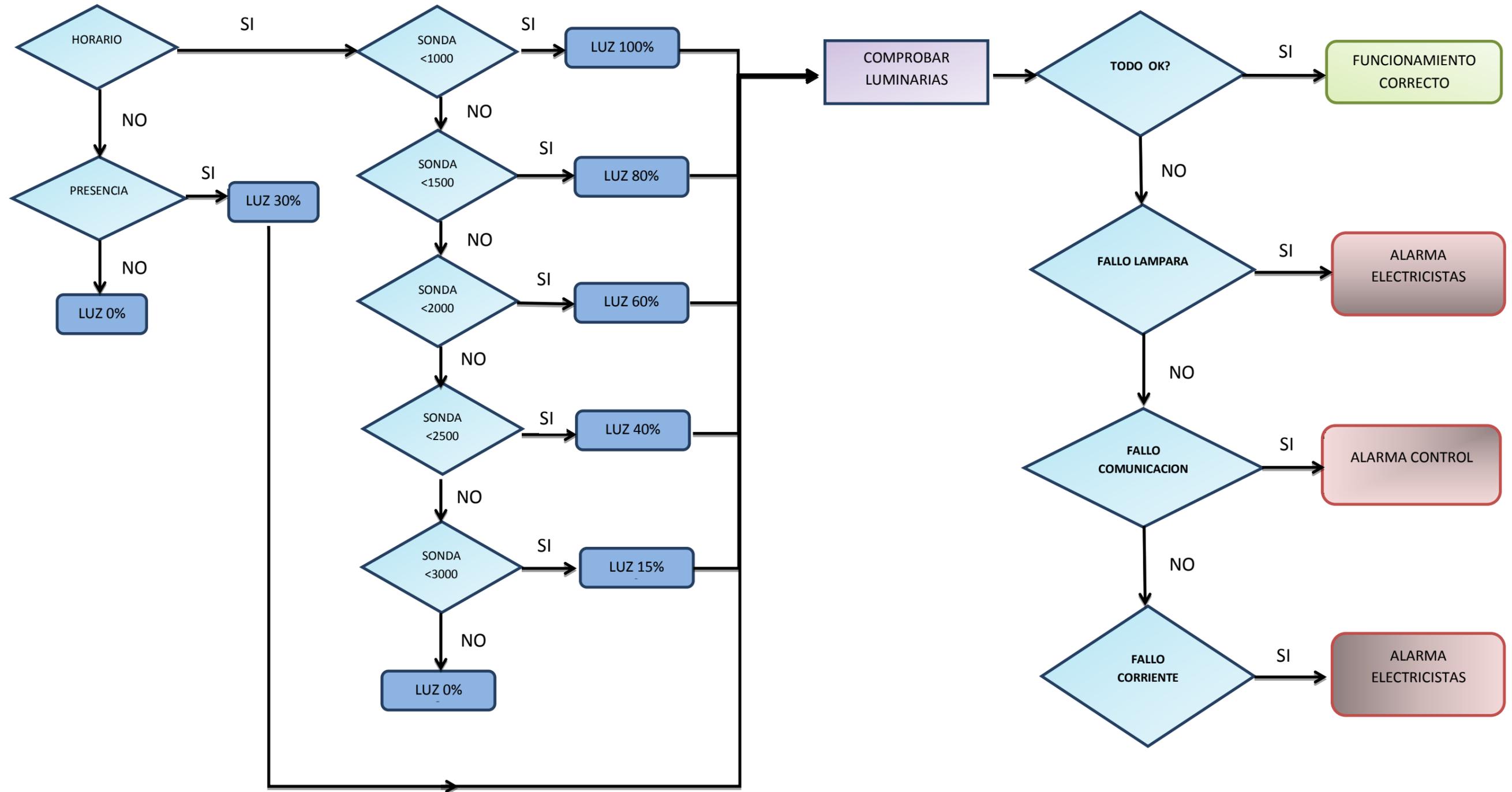


Diagrama 3.1.- Ejemplo esquema general con aviso de alarma

ESQUEMA ZONA DE LOS SERVICIOS

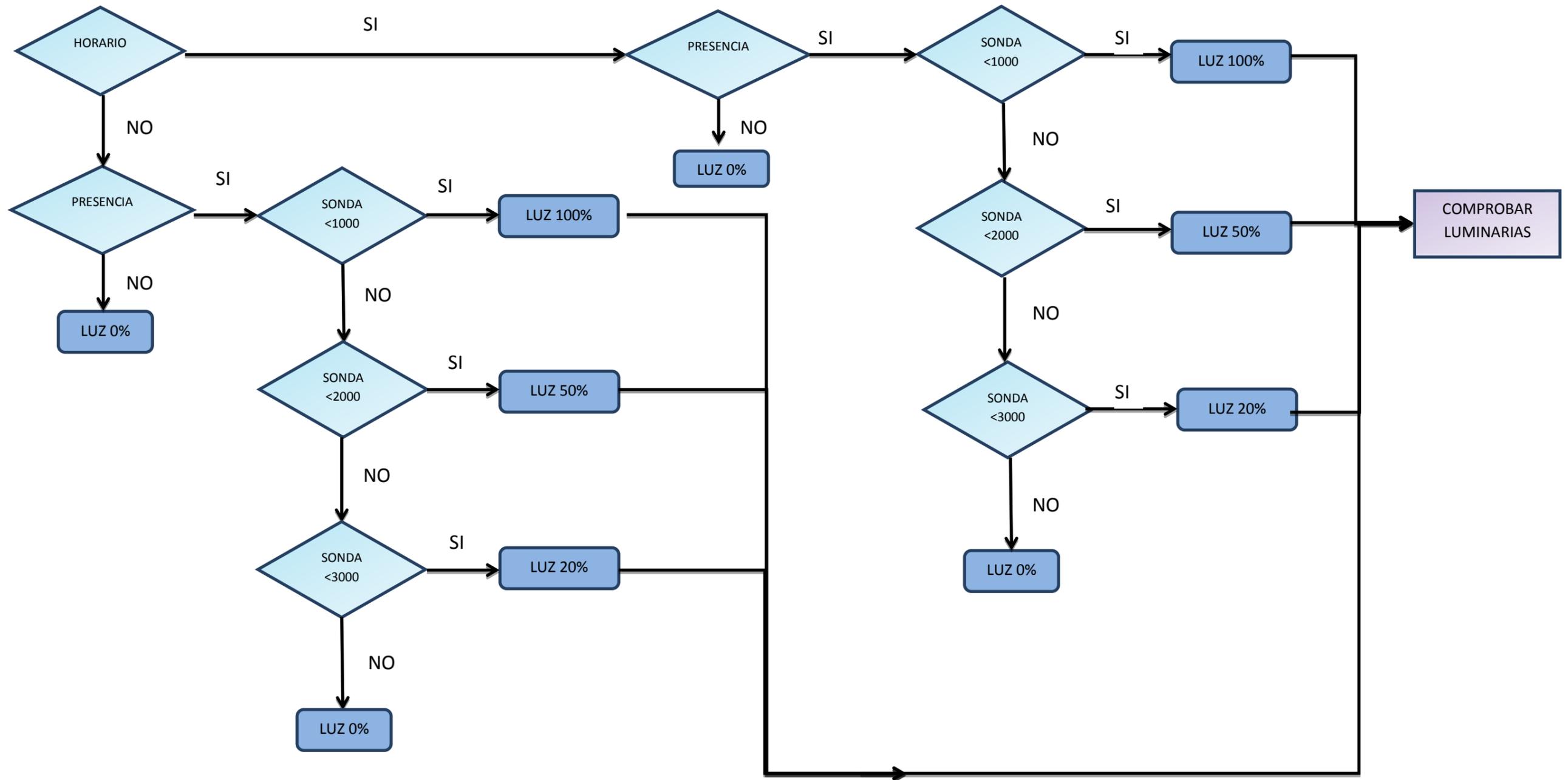


Diagrama 3.2.- Ejemplo esquema zona de los servicio

Capítulo 4: ESTUDIO ECONÓMICO

4.1 Introducción

A lo largo de la presente memoria se ha realizado un análisis de la viabilidad del aspecto técnico (marcado como objetivo del proyecto), es decir, la implementación del sistema de control en función del aporte de luz natural.

Sin embargo, una vez que esta parte ha quedado analizada, desarrollada y concluida, debe estudiarse la viabilidad desde el punto de vista económico.

El estudio económico de un proyecto permite cuantificar la inversión requerida para su ejecución y analizar su rentabilidad. Para ello se hará un análisis a través de las distintas fases de desarrollo, estudiando los costes asociados al proyecto.

4.2 Fases del proyecto y equipo de trabajo

El proyecto consta de una serie de fases en su desarrollo, cada una de las cuales lleva asociados ciertos costes y tareas. Estos costes pueden ser de carácter directo o indirecto, pero todos afectan de manera abierta al precio del proyecto.

4.2.1 Fases del proyecto

A continuación se hace una revisión de las distintas fases de las que consta este proyecto, pormenorizando las tareas que resulten más relevantes.

4.2.1.1 Análisis inicial

En esta fase se pretende llevar a cabo un estudio analítico del centro hospitalario en lo que a la implementación del sistema de control refiere. Es de vital importancia conocer y ser capaz de describir las instalaciones, así como llevar a cabo su identificación para poder establecer los requerimientos que cubran las necesidades del recinto.

En este periodo, debe establecerse además una planificación en el desarrollo del proyecto, marcando plazos, tareas y responsabilidades de cada miembro del equipo.

4.2.1.2 Recogida de información

Debe recopilarse toda la información que sea posible en lo que a funcionamiento de la instalación se refiere. Se recopilará toda la normativa aplicable, además de hojas de especificaciones de los diferentes equipos

instalados. Igualmente se lleva a cabo una primera toma de medidas, para conocer la situación inicial respecto a consumos energéticos.

4.2.1.3 Redacción y presentación del proyecto

Una vez obtenidos los resultados y establecidas las conclusiones de su análisis, debe elaborarse un informe detallado sobre las fases y el desarrollo del proyecto, hasta la conclusión del mismo.

Además, el proyecto deberá presentarse ante el solicitante, describiendo y justificando las soluciones adoptadas y el desarrollo a seguir en su ejecución. En caso de disconformidad, se deberá volver a las fases iniciales, replanteando y redefiniendo los aspectos no conformes.

4.2.2. Equipo de proyecto

Para el desarrollo de este proyecto, se estima que deberá formarse un equipo de personas que sean capaces de llevar a cabo el desarrollo de las siguientes funciones:

- Director de proyecto, es la persona encargada de integrar los esfuerzos del equipo y también los recursos externos a este, con el objetivo de dirigirlos hacia la ejecución exitosa del proyecto. Deberá ser capaz de supervisar, organizar y ajustar las tareas de todos los demás miembros del equipo.

- Ingeniero industrial, será el encargado de llevar a cabo el análisis inicial de la instalación, la concepción y diseño de soluciones adaptadas a las necesidades del centro, y el análisis de los resultados obtenidos. Será quien realice la redacción del proyecto y deberá revisar el cumplimiento de la normativa vigente y de las especificaciones previamente fijadas.

- Programador, deberá ser capaz de dar forma a las soluciones justificadas y elegidas por el ingeniero, programándolas de manera adecuada para cumplir con las directrices dadas por este y sin perder de vista los objetivos finales.

- Técnico, será la persona encargada de ejecutar los cambios necesarios en la instalación, llevando a cabo las modificaciones que se le requieran o la incorporación de equipos que se considere precisa.

- Administrativo, es el encargado de llevar a cabo la búsqueda de información y normativa necesarias para el desarrollo del proyecto. Deberá buscar y comparar entre los diferentes fabricantes del mercado los equipos y

modelos concretos solicitados por el ingeniero, inventariar el material requerido y elaborar los informes previos a la elaboración y redacción del proyecto.

4.3 Costes del proyecto

Para cuantificar la inversión necesaria para la elaboración del proyecto, deberán estimarse los costes que vengan asociados a su desarrollo e implantación, a partir de los cuales pueda realizarse un análisis de rentabilidad, el cual condicionará la viabilidad del mismo.

Nota: Como ya se ha indicado, este TFG se implementará dentro del proyecto europeo LIFE + por lo que, aunque no se ha tenido en cuenta para este análisis económico, el proyecto subvenciona un 33% de los costes, tanto directos como indirectos, por lo que para el HURH, tener en cuenta este dato implica una amortización más rápida de la inversión y por lo tanto, una mayor viabilidad.

- Costes directos: son costes directamente asociados con la obtención de resultados. En esta partida deben evaluarse los costes asociados a:
 - Coste de personal.
 - Costes amortizables de programas y equipos.
 - Coste de los materiales empleados
- Costes indirectos: son los gastos producidos por la actividad desarrollada para la elaboración del proyecto, pero que no pueden considerarse como costes directos. En esta partida, se incluirán:
 - Coste del consumo eléctrico.
 - Coste del consumo en comunicaciones.

4.3.1 Costes directos

En los costes directos, la partida de mayor peso será la correspondiente a coste del personal, por lo tanto esa será la que detallemos.

Para el cálculo del coste directo de personal deben contabilizarse las horas de trabajo de cada uno de los miembros del equipo en la planificación, desarrollo y ejecución del proyecto que nos ocupa.

Tabla 4.1.- Costes directos

FUNCIÓN	TOTAL HORAS	€/h	COSTE EN €
DIRECTOR PROYECTO	85	36,01	3060,85
INGENIERO INDUSTRIAL	190	25,45	4835,5
3 TECNICOS	320	11,53	11068,8
ADMINISTRATIVO	45	11,93	536,85
COSTE DEL PERSONAL IMPUTADO AL PROYECTO			19502

En la tabla se muestran el coste que supondría la mano de obra que se utilizaría para llevar a cabo estos trabajos, pero es importante señalar que no habría que tener en cuenta el coste del director del proyecto, ingeniero industrial y administrativo, ya que estos trabajos serían realizados por el propio personal del hospital, pero en cambio sí que habría un coste de oportunidad.

El coste de oportunidad significa el coste que supone hacer algo, por no hacer otra cosa, es decir, para el hospital este coste de oportunidad sería el coste del personal dedicado a la realización de los trabajos descritos como la supervisión del proyecto, tareas administrativas, programación, etc., ya que mientras realicen estos trabajos no pueden realizar otros.

4.3.2. Costes de los materiales y fungible

En este apartado se incluirán los costes asociados a los elementos instalados, por una parte, y al material de oficina necesario para el desarrollo, redacción y presentación del proyecto, por otra.

Tabla 4.2.- Coste de los materiales

MATERIAL	UNIDADES	PRECIO/UNIDAD	TOTAL (€)
CABLE ETHERNET APANTALLADO	500	0,75	375
CABLE DE 1,5mm ² libre de alógenos	2000	0,37	740
LUMINARIA REGULABLE PHILIPS BBS498 1xLED- 4000C	478	88,1	42111,8
MULTISENSOR DALI UNIVERSAL DUS804C-DALI	20	205	4100
CONTROLADOR MULTIMASTER DALI HF DDBC120-DALI	5	430	2150
PASARELA DYNE/ETHERNET DDNGI00BT	1	440	440
FUENTE DE ALIMENTACION DYNET, 15V-1,5A	1	230	230
CUADRO 0,5X1 m	1	320	320
CANALIZACIONES CON TUBO CORRUGADO LIBRE DE ALOGENOS	500	0,1543	77,15
TOTAL			50543,95

Tabla 4.3.- Costes de material fungible

MATERIAL FUNGIBLE	IMPORTE (€)
Folios y cartuchos de tinta	132,6
Fotocopias y encuadernaciones	234,15
CD`s, bolígrafos y otros	8,45
Coste del material fungible	375,2

De la suma de los totales, se obtiene que el valor del coste del material directo y material fungible es de: **50919.15€**

4.3.3 Costes totales

Los costes totales de este proyecto:

Suma costes totales= 50919,15€

Para obtener el presupuesto total del proyecto, deberá añadirse el impuesto de valor añadido. Actualmente el IVA general es el 21 % sobre el coste total parcial.

Tabla 4.4.- Coste total del proyecto

Concepto	Importe (€)
Suma costes directos e indirectos	50919,15
IVA (21%)	10693,02
COSTE TOTAL DEL PROYECTO	61612,17

Como se observa, el **coste total del proyecto** asciende a una cantidad de: **61612,17 €**

4.4 Valor actual neto (VAN).

El Valor Actual Neto de una inversión o proyecto de inversión es una medida de la rentabilidad absoluta neta que proporciona el proyecto, esto es, mide en el momento inicial del mismo, el incremento de valor que proporciona a los propietarios en términos absolutos, una vez descontada la inversión inicial que se ha debido efectuar para llevarlo a cabo.

Analíticamente lo podemos expresar como la diferencia entre la inversión inicial (no se actualiza ya que se realiza en el momento inicial) y el valor actualizado de los cobros y pagos futuros. Se puede expresar como:

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=0}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i} \quad (\text{E-IV.1})$$

donde:

$I_0 \rightarrow$ la inversión inicial.

$n \rightarrow$ número de periodos considerados.

$k \rightarrow$ tasa de actualización.

$Q_i \rightarrow$ flujos de caja en el periodo i .

La tasa de actualización o coste de capital (k), se actualizará conforme al IPC (Índice de precios de consumo). Como este valor es variable a lo largo del tiempo, se tomará la media de los últimos 10 años en Valladolid, con lo que para electricidad tendrá un valor de 6,14 %.

El número de periodos considerados será de 10 años, debido a que no se conoce la vida útil del edificio, pero será muy superior a este valor.

Los flujos de caja los podemos obtener a partir de los ingresos, gastos, impuestos, etc. En este caso, los flujos de caja están formados por dos términos: uno el ahorro económico anual estimado, partiendo de un precio de energía de 0,14 €/kWh, del uso de la regulación en el sistema de iluminación, llamado Q_i' , menos un gasto de mantenimiento que conlleva el funcionamiento de las luminarias, que supondrá el cambio de las lámparas por otras nuevas cada ocho años (50000 horas de funcionamiento) lo que llamamos Q_i'' , en caso de haber balastos estropeados.

$$Q_i = Q_i' - Q_i'' \quad (\text{E-IV.2})$$

$Q_i' =$ ahorro de energía = 16064,4€

$Q_i'' =$ gastos de mantenimiento/sustitución = 8126 €

Tabla 4.5.- Cálculo del VAN

AÑO	Qi'	Qi''	Qi	Qi/(1+k)^n	VAN
0	0	0	-50919,15	-50919,15	-50919,15
1	16064,4	200		14946,67	35972,47
2	16064,4	200	15864,4	14082,03	21890,43
3	16064,4	200	15864,4	13267,41	8623,02
4	16064,4	200	15864,4	12499,92	3876,90
5	16064,4	200	15864,4	11776,82	15653,72
6	16064,4	200	15864,4	11095,55	26749,28
7	16064,4	200	15864,4	5230,93	31980,22
8	16064,4	8126	7938,4	9848,97	41829,19
9	16064,4	200	15864,4	9279,22	51108,42
10	16064,4	200	15864,4	8742,44	59850,86

$$\text{VAN}_{10} (k=6,14\%)=59850,86 \text{ €}$$

La inversión realizada a 10 años con una tasa de actualización constante a lo largo del tiempo, da lugar a un VAN positivo, por lo que el proyecto es realizable.

$$\text{VAN}_{10}(k=6,14\%)=59850,86 \text{ €} > 0 \quad (\text{E-IV.3})$$

Por tanto, la regulación de la iluminación y el aprovechamiento de la luz natural, puede suponer un ahorro de alrededor de 59850,86€ considerando que los costes de la electricidad y la sustitución de lámparas son constantes e iguales.

En la gráfica se puede observar el VAN a lo largo de los años (va en aumento), y el flujo de caja actualizado que representa el ahorro anual (va en descenso).

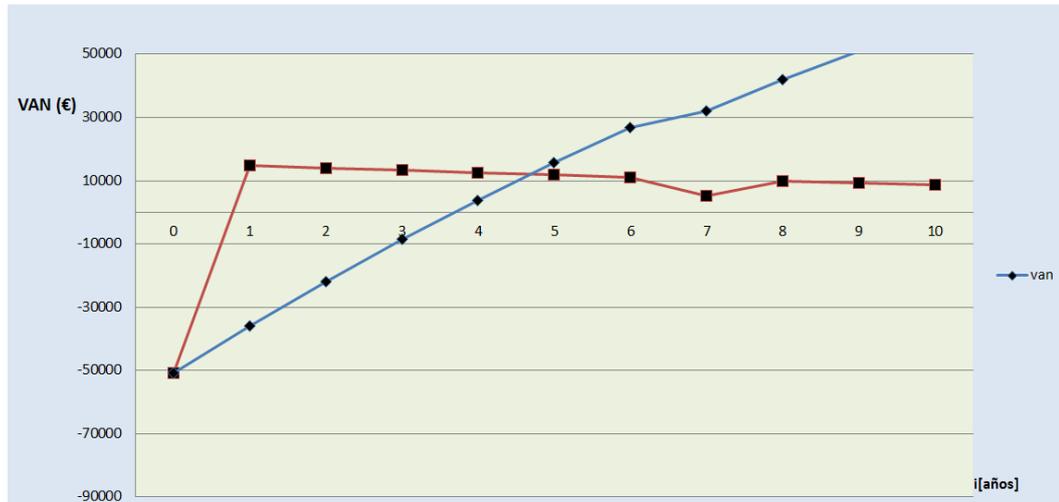


Gráfico 4.1.- Ahorro anual estimado mediante el VAN a 10 años

4.6 Pay-Back descontado (PB*).

El Pay-Back descontado (PB*) o plazo de recuperación descontado, es un criterio de valoración de inversiones que permite calcular el tiempo que se tarda en recuperar la inversión inicial y comienza a obtener beneficios. Éste método tiene en cuenta la cronología de los distintos flujos de caja y los actualiza teniendo en cuenta el valor temporal del dinero.

Lo podemos calcular como:

$$I_0 = \sum_{i=0}^{PB^*} \frac{Q_i}{(1+k)^i} \quad (E-IV.4)$$

donde:

I_0 → la inversión inicial.

PB^* → plazo de recuperación descontado, de la inversión.

k → tasa de actualización.

Q_i → flujos de caja en el periodo i .

O bien de la tabla de manera analítica, o bien de la gráfica, se puede obtener el plazo de recuperación descontado. Se amortiza en 3,5 años, lo que quiere decir que a partir del año 4 se obtienen beneficios únicamente.

$$PB^* = 4 \text{ años}$$

4.7 Tasa interna de retorno (TIR).

Se denomina tasa interna de rentabilidad (TIR) al tipo de interés, r , que hace que el VAN sea igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad, así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión a ese nivel de riesgo.

$$TIR = r \text{ tal que } VAN(k = r) = 0 \quad (\text{E-IV.5})$$

$$0 = -I_0 + \sum_{i=0}^n \frac{Q_i}{(1+k)^i} \quad (\text{E-IV.6})$$

donde:

$I_0 \rightarrow$ la inversión inicial.

$n \rightarrow$ número de periodos considerados.

$k \rightarrow$ tasa de actualización.

$Q_i \rightarrow$ flujos de caja en el periodo i .

Realizando el cálculo de la TIR mediante el proceso de prueba y error, se obtiene que el valor de k por el que el VAN nulo es de 28%.

Tenemos que $r = 28\%$, que es un valor mayor a $k=6,14\%$, por lo que el proyecto es realizable y rentable.

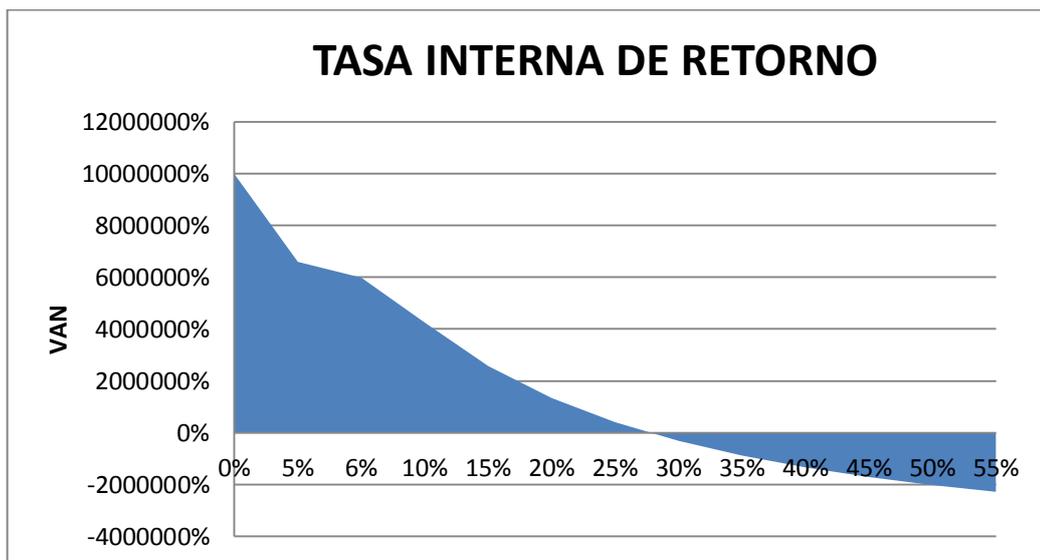
$$VAN_{10}(k=28\%) = 0 \quad (\text{E-IV.7})$$

$$TIR = r = 28\% \quad (\text{E-IV.8})$$

A continuación se mostrara una tabla y una gráfica, donde podemos apreciar la tasa interna de retorno para los diferentes porcentajes tabla 4.6, y la gráfica 4.2 para visualizar la tasa interna de retorno.

Tabla 4.6.- Tasa interna de retorno (TIR)

TASA DE DESCUENTO	VAN
0%	99.798,85 €
5%	65.948,68 €
6,14%	59.850,87 €
10%	42.493,43 €
15%	25.720,93 €
20%	13.379,90 €
25%	4.062,54 €
30%	-3.136,87 €
35%	-8.816,50 €
40%	-13.381,19 €
45%	-17.111,15 €
50%	-20.204,47 €
55%	-22.803,90 €
TIR	28%



Grafica 4.2.- Tasa interna de retorno TIR

Tenemos que tener en cuenta que la simulación se ha hecho para el caso más desfavorable por tanto hemos obtenido el mínimo ahorro.

Capítulo 5:

CONCLUSIONES

Para finalizar el presente proyecto, se pueden obtener una serie de conclusiones que mostramos a continuación.

Uno de los principales objetivos de este proyecto era quitar los interruptores de la pared y poder realizar la regulación de las luminarias de forma automática. De esta manera hemos conseguido ahorros de energía y la satisfacción por parte de los pacientes del hospital. Además se cumplirá con la normativa actual ya que no puede haber interruptores de pared en locales de pública concurrencia que puedan ser manipulados por personal ajeno al hospital.

Como ocurre actualmente, resulta innecesario tener todas las luces encendidas cuando tenemos aportación de luz natural suficiente. Esta energía que se ve, provoca disconformidad a la gente ya que es un gasto que al final estamos pagando todos.

Gracias a las más de 2000 simulaciones realizadas, se ha comprobado la importancia del aporte de luz natural en las instalaciones objeto de este estudio y de cómo el aprovechamiento de esta luz natural repercute directamente en los consumos.

Mediante un software de cálculo de iluminación se pueden realizar tanto modelados de escenas interiores como exteriores. Se ha realizado el modelado de la escena objeto de nuestro estudio ajustando sus parámetros para que los resultados obtenidos en la simulación se ajusten en la medida de lo posible a los datos reales. Dicho modelado se ha basado en los datos meteorológicos para la localización geográfica proporcionados por la NASA.

Para llevar acabo la simulación anteriormente mencionada he comparado el sistema de iluminación actual (fluorescencias compactas) con el de las nuevas lámparas de led. Observando los valores proporcionados por la simulación se ha optado por el cambio de las lámparas vigentes por las lámparas led y así obtener una iluminación más eficiente.

Aunque las luminarias LED son sensiblemente más caras, el ahorro energético y la mayor vida útil hacen que su elección sea apropiada y viable. Su consumo es menor que en las lámparas actuales y poseen unas 75.000 horas de funcionamiento frente a 6.000 horas de funcionamiento de las lámparas vigentes.

La comparación entre ambas situaciones arroja unos resultados importantes en cuanto al consumo de energía, ya que la utilización de esta estrategia de control supone un ahorro medio de energía con respecto a la situación inicial del 89% aproximadamente.

Este ahorro de energía se traduce a un ahorro económico, que variará en función del precio de la energía.

El resultado final de este proyecto supone un ahorro económico para el Hospital del 89%. Estos resultados se han conseguido gracias a una gestión eficiente de las luminarias a través de una monitorización y regulación mediante el sistema de control DALI.

Además del ahorro económico, supone una prolongación de la vida útil de los aparatos, por lo que el periodo de amortización de los mismos será superior al estipulado en proyecto.

Con la integración de las luminarias en el sistema de control se facilita un amplio abanico de posibles estrategias, que conducirán tanto a un ahorro económico, como a un mejor mantenimiento de los equipos.

Líneas futuras de actuación.

El sistema propuesto cumple las necesidades actuales pero se ha llegado a la conclusión de que pueden, en un futuro, aplicarse nuevas mejoras, las cuales mostrare a continuación.

La mayor parte del trabajo que habría que realizar se basa en un estudio de las zonas destinadas a implementar este sistema para comprobar la viabilidad del mismo.

La realización de un estudio previo junto con la implementación de un control de iluminación similar a este en otras zonas del complejo hospitalario podría suponer un elevado ahorro económico. El aprovechamiento de la luz natural gracias a la ubicación y diseño del hospital ayudaría a reducir el coste de la iluminación artificial.

Otra de las posibles mejoras, es la instalación de persianas automáticas en las zonas de consultas. Éstas se regulan en función del aporte de luz natural y, teniendo en cuenta que al mediodía la aportación de luz y rayos de sol es excesiva, este sistema disminuye el exceso de luz en la sala.

Actualmente las persianas pueden ser manipuladas por los usuarios en función de su comodidad. Este hecho hace que la eficacia del sistema de regulación automática de iluminación se reduzca.

El sistema DALI tiene sistemas de persianas automatizadas que pueden ser instaladas conjuntamente con los sistemas de alumbrado que se van a realizar en este proyecto. Solo tendremos que incorporar la estación de relés universal de 8 fases y cambiar las persianas por unas automáticas.

Como se comentó en el capítulo 3, otra posible mejora sería implementar el sistema actual de TREND al nuevo sistema DALI. Si se quieren integrar

ambos sistemas sólo sería necesario instalar una pasarela de comunicación en protocolo BACNet, como por ejemplo el equipo TONN de TREND.

También se propone la creación de una base de datos para tener registrados los datos a lo largo del tiempo y poder llevar a cabo nuevas estrategias de control y mantenimiento. Para ello, mediante una vinculación entre el servidor web de DALI y una carpeta del ordenador, se irán registrando las variables que nosotros deseemos y con la frecuencia que le solicitemos al supervisor.

Realizar la escritura de todas y cada una de las regulaciones en las luminarias gracias a la elevada capacidad de almacenamiento de los ordenadores facilitaría el registro de todas las operaciones de manera continua y el control de las luminarias quedaría guardado en dicha base de datos. Esto, además, permitiría un análisis del consumo y una mejora en las estrategias de control para mejorar la eficiencia de la instalación.

Por último, gracias a las opciones que ofrece un sistema tipo DALI, se propone la creación de un histórico de alarmas que ayude a conocer el estado en cada momento de todas y cada una de las luminarias. Así se realizaría un mejor mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Indalux, *Luminotecnia, control y aplicación de la luz*, 2002
- [2] Raitelli, M, “Diseño de la iluminación de interiores”, en Patricia Camporeale y Gautam Dutt (ed.), *Manual de iluminación eficiente*, Buenos Aires: Editorial Universitaria de la U.T.N. 2006
- [3] Ramírez, J con la colaboración de Buigás,C y Munilla.I, *Luminotecnia*, Barcelona: CEAC. 1999
- [4] Decreto 217/2001, de 30 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Accesibilidad y Supresión de Barreras. BOCyL nº 172 de 4 de septiembre de 2001.
- [5] Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Última revisión febrero 2015.
- [6] UNE EN 12.464-1: 2012, Iluminación. “Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- [7] “Directriz sobre Instalaciones Eléctricas en Centros de Salud de Atención primaria”. Servicio de Infraestructura y Patrimonio. Gerencia Regional de Salud, Junta de Castilla y León, 2006
- [8] Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, que desarrolla el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- [9] Gómez, C. Análisis y mejora de la eficiencia energética del sistema de iluminación de los pasillos de circulación de un centro sanitario. 2014.
- [10] *Hospital Universitario Rio Hortega*, SACYL [Consulta: 19 de Febrero]. Disponible en: <http://www.saludcastillayleon.es/HRHortega/es>
- [11] *Surface meteorology and Solar Energy. A renewable energy resource web site*, Paul W. Stackhouse, Jr., Ph.D. [Consulta: 10 de Marzo]. Disponible en: <https://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
- [12] Gobierno de España. Ministerio de Fomento, [Consulta: 12 de Marzo]. Disponible en: http://www.fomento.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOGRAFICO/Astronomia/publico/efemerides/salida_puesta_sol.htm

- [13] TREND, TREND CONTROLS [Consulta: 15 de abril]. Disponible en:
<https://www.trendcontrols.com/es-ES/Paginas/default.aspx>
- [14] PHILIPS. Control de alumbrado en interiores [Consulta: 17 de Mayo].
Disponible en:
http://www.lighting.philips.es/application_areas/lighting_control/lighting_control_office.wpd
- [15] SIMON. Control de iluminación. [Consulta: 17 de Mayo]. Disponible en:
http://www.simon.es/images/stories/simon/descargas/descargas_catalogos/cat_scena_2015_es.pdf
- [16] Lledo iluminación. Soluciones de iluminación [Consulta: 17 de Mayo].
Disponible en:
http://www.lledosa.com/es/productos/soluciones_integradas.html
http://www.lledosa.com/userfiles/file/ON_FUTURE.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Tablas. Porcentajes de regulación y potencias consumidas.

ENERO:

Tabla 1.-Porcentaje de regulación y potencia mes de enero, zona 1

CIELO CUBIERTO					
ENERO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	90	48,6
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	0	0	90	48,6
16:00	0	20	30	90	148,5
17:00	40	60	60	90	318,6
18:00	90	90	90	90	486
19:00	90	90	90	90	486
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
SUMA					3715

Tabla 2.-Porcentaje de regulación y potencia mes de enero, zona 2

CIELO CUBIERTO											
ENERO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
15:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
16:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
17:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
18:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
19:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
SUMA											11054

Tabla3.-Porcentaje de regulación y potencia mes de enero, zona 3

CIELO CUBIERTO						
ENERO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	90	121,5
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	0	0	90	90	121,5
16:00	0	20	30	90	90	221,4
17:00	40	60	60	90	90	391,5
18:00	95	95	95	95	95	589,95
19:00	95	95	95	95	95	589,95
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
SUMA						4917

FEBRERO:

Tabla 4.-Porcentaje de regulación y potencia mes de febrero, zona 1

CIELO CUBIERTO					
FEBRERO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	90	48,6
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	0	0	90	48,6
16:00	0	0	0	90	48,6
17:00	0	20	30	90	148,5
18:00	40	60	60	90	318,6
19:00	90	90	90	90	486
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	3278

Tabla 5.- Porcentaje de regulación y potencia mes de febrero, zona 2

CIELO CUBIERTO											
FEBRERO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
15:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
16:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
17:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
18:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
19:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	10040

Tabla 6: Porcentaje de regulación y potencia mes de febrero, zona 3

CIELO CUBIERTO						
FEBRERO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	90	121,5
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	0	0	90	90	121,5
16:00	0	0	0	90	90	121,5
17:00	0	20	30	90	90	221,4
18:00	40	60	60	90	90	391,5
19:00	95	95	95	95	95	589,95
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	4448

MARZO:

Tabla 7: Porcentaje de regulación y potencia mes de marzo, zona 1

CIELO CUBIERTO					
MARZO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	40	60	60	90	318,6
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	85	45,9
12:00	0	0	0	85	45,9
13:00	0	0	0	85	45,9
14:00	0	0	0	85	45,9
15:00	0	0	0	85	45,9
16:00	0	0	0	85	45,9
17:00	0	20	30	90	148,5
18:00	40	60	60	90	318,6
19:00	60	70	80	90	402,3
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	3008

Tabla 8: Porcentaje de regulación y potencia mes de marzo, zona 2

CIELO CUBIERTO											
MARZO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
13:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
14:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
15:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
16:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
17:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
18:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
19:00	70	80	95	95	70	80	95	95	70	95	1142,1
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	9678

Tabla 9: Porcentaje de regulación y potencia mes de marzo, zona 3

CIELO CUBIERTO						
MARZO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	40	60	60	90	90	391,5
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	85	118,8
13:00	0	0	0	90	85	118,8
14:00	0	0	0	90	85	118,8
15:00	0	0	0	90	85	118,8
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	20	30	90	90	221,4
18:00	40	60	60	90	90	391,5
19:00	60	70	70	95	95	457,65
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	4099

ABRIL:

Tabla 10: Porcentaje de regulación y potencia mes de abril, zona 1

CIELO CUBIERTO					
ABRIL	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	40	60	60	90	318,6
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	80	43,2
12:00	0	0	0	80	43,2
13:00	0	0	0	80	43,2
14:00	0	0	0	80	43,2
15:00	0	0	0	80	43,2
16:00	0	0	0	80	43,2
17:00	0	0	0	85	45,9
18:00	0	20	30	90	148,5
19:00	40	60	60	90	318,6
20:00	70	70	80	90	413,1
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	2562

Tabla 11: Porcentaje de regulación y potencia mes de abril, zona 2

CIELO CUBIERTO											
ABRIL	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
13:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
14:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
15:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
16:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
17:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
18:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
19:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
20:00	80	80	95	95	80	80	95	95	80	95	1171,8
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	8662

Tabla 12: Porcentaje de regulación y potencia mes de abril, zona 3

CIELO CUBIERTO						
ABRIL	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	40	60	60	90	90	391,5
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	80	116,1
13:00	0	0	0	90	80	116,1
14:00	0	0	0	90	80	116,1
15:00	0	0	0	90	80	116,1
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	0	0	90	85	118,8
18:00	0	20	30	90	90	221,4
19:00	40	60	60	90	90	391,5
20:00	70	80	80	95	95	506,25
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	3665

MAYO:

Tabla 13: Porcentaje de regulación y potencia mes de mayo, zona 1

CIELO CUBIERTO					
MAYO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	30	50	60	90	294,3
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	80	43,2
12:00	0	0	0	80	43,2
13:00	0	0	0	80	43,2
14:00	0	0	0	80	43,2
15:00	0	0	0	80	43,2
16:00	0	0	0	80	43,2
17:00	0	0	0	85	45,9
18:00	0	0	0	90	48,6
19:00	0	20	30	90	148,5
20:00	40	60	60	90	318,6
21:00-3:00	20	20	20	20	108
SUMA					2174

Tabla 14: Porcentaje de regulación y potencia mes de mayo, zona 2

CIELO CUBIERTO											
MAYO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	50	60	80	90	50	60	80	90	50	90	942,3
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
13:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
14:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
15:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
16:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
17:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
18:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
19:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
20:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
SUMA											7628

Tabla 15: Porcentaje de regulación y potencia mes de mayo, zona 3

CIELO CUBIERTO						
MAYO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	30	50	60	90	90	367,2
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	80	116,1
13:00	0	0	0	90	80	116,1
14:00	0	0	0	90	80	116,1
15:00	0	0	0	90	80	116,1
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	0	0	90	85	118,8
18:00	0	0	0	90	90	121,5
19:00	0	20	30	90	90	221,4
20:00	40	60	60	90	90	391,5
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
SUMA						3256

JUNIO:

Tabla 16: Porcentaje de regulación y potencia mes de junio, zona 1

CIELO CUBIERTO					
JUNIO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	0	20	20	20	86,4
8:00	0	20	30	90	148,5
9:00	0	0	0	85	45,9
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	80	43,2
12:00	0	0	0	80	43,2
13:00	0	0	0	80	43,2
14:00	0	0	0	80	43,2
15:00	0	0	0	80	43,2
16:00	0	0	0	80	43,2
17:00	0	0	0	85	45,9
18:00	0	0	0	90	48,6
19:00	0	20	30	90	148,5
20:00	30	50	50	90	270
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	1855

Tabla 17: Porcentaje de regulación y potencia mes de junio, zona 2

CIELO CUBIERTO											
JUNIO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	10	20	20	20	10	20	20	20	20	30	259,2
8:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
9:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
13:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
14:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
15:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
16:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
17:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
18:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
19:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
20:00	50	60	70	90	50	60	70	90	50	90	893,7
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	6739

Tabla 18: Porcentaje de regulación y potencia mes de junio, zona 3

CIELO CUBIERTO						
JUNIO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	0	20	20	20	20	102,6
8:00	0	20	30	90	90	221,4
9:00	0	0	0	90	85	118,8
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	80	116,1
13:00	0	0	0	90	80	116,1
14:00	0	0	0	90	80	116,1
15:00	0	0	0	90	80	116,1
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	0	0	90	85	118,8
18:00	0	0	0	90	90	121,5
19:00	0	20	30	90	90	221,4
20:00	30	50	50	90	90	342,9
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	2938

JULIO:

Tabla 19: Porcentaje de regulación y potencia mes de julio, zona 1

CIELO CUBIERTO					
JULIO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	0	20	20	20	86,4
8:00	0	20	30	90	148,5
9:00	0	0	0	85	45,9
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	80	43,2
12:00	0	0	0	80	43,2
13:00	0	0	0	80	43,2
14:00	0	0	0	80	43,2
15:00	0	0	0	80	43,2
16:00	0	0	0	80	43,2
17:00	0	0	0	85	45,9
18:00	0	0	0	90	48,6
19:00	0	20	30	90	148,5
20:00	30	50	60	90	294,3
21:00-3:00	20	20	20	20	108
SUMA					1879

Tabla 20: Porcentaje de regulación y potencia mes de julio, zona 2

CIELO CUBIERTO											
JULIO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	10	20	20	20	10	20	20	20	20	30	259,2
8:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
9:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
13:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
14:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
15:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
16:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
17:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
18:00	0	0	0	85	0	0	0	95	0	90	237,6
19:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
20:00	50	60	80	90	50	60	80	90	50	90	942,3
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
SUMA											6777

Tabla 21: Porcentaje de regulación y potencia mes de julio, zona 3

CIELO CUBIERTO						
JULIO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	0	20	20	20	20	102,6
8:00	0	20	30	90	90	221,4
9:00	0	0	0	90	85	118,8
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	80	116,1
13:00	0	0	0	90	80	116,1
14:00	0	0	0	90	80	116,1
15:00	0	0	0	90	80	116,1
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	0	0	90	85	118,8
18:00	0	0	0	90	90	121,5
19:00	0	20	30	90	90	221,4
20:00	30	50	60	90	90	367,2
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
SUMA						2962

AGOSTO:

Tabla 22: Porcentaje de regulación y potencia mes de agosto, zona 1

CIELO CUBIERTO					
AGOSTO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	30	40	40	90	232,2
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	85	45,9
11:00	0	0	0	80	43,2
12:00	0	0	0	80	43,2
13:00	0	0	0	80	43,2
14:00	0	0	0	80	43,2
15:00	0	0	0	80	43,2
16:00	0	0	0	80	43,2
17:00	0	0	0	85	45,9
18:00	0	0	0	90	48,6
19:00	0	20	30	90	148,5
20:00	40	60	60	90	318,6
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	2111

Tabla 23: Porcentaje de regulación y potencia mes de agosto, zona 2

CIELO CUBIERTO											
AGOSTO	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	50	60	80	90	50	60	80	90	50	90	942,3
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
11:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
12:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
13:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
14:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
15:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
16:00	0	0	0	80	0	0	0	80	0	90	232,2
17:00	0	0	0	85	0	0	0	85	0	90	237,6
18:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
19:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
20:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	7628

Tabla 24: Porcentaje de regulación y potencia mes de agosto, zona 3

CIELO CUBIERTO						
AGOSTO	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	30	50	60	90	90	367,2
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	85	118,8
11:00	0	0	0	90	85	118,8
12:00	0	0	0	90	80	116,1
13:00	0	0	0	90	80	116,1
14:00	0	0	0	90	80	116,1
15:00	0	0	0	90	80	116,1
16:00	0	0	0	90	85	118,8
17:00	0	0	0	90	85	118,8
18:00	0	0	0	90	90	121,5
19:00	0	20	30	90	90	221,4
20:00	40	60	60	90	90	391,5
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	3256

SEPTIEMBRE:

Tabla 25: Porcentaje de regulación y potencia mes de septiembre, zona 1

CIELO CUBIERTO					
SEPTIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	0	20	30	90	148,5
10:00	0	0	0	90	48,6
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	0	0	90	48,6
16:00	0	0	0	90	48,6
17:00	0	0	0	90	48,6
18:00	0	20	30	90	148,5
19:00	40	60	60	90	318,6
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	2840

Tabla 26: Porcentaje de regulación y potencia mes de septiembre, zona 2

CIELO CUBIERTO											
SEPTIEMBRE	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
9:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
10:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
15:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
16:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
17:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
18:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
19:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	9026

Tabla 27: Porcentaje de regulación y potencia mes de septiembre, zona 3

CIELO CUBIERTO						
SEPTIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	0	20	30	90	90	221,4
10:00	0	0	0	90	90	121,5
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	0	0	90	90	121,5
16:00	0	0	0	90	90	121,5
17:00	0	0	0	90	90	121,5
18:00	0	20	30	90	90	221,4
19:00	40	60	60	90	90	391,5
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	3980

OCTUBRE:

Tabla 28: Porcentaje de regulación y potencia mes de octubre, zona 1

CIELO CUBIERTO					
OCTUBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	30	40	50	90	256,5
10:00	0	0	0	90	48,6
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	0	0	90	48,6
16:00	0	0	0	90	48,6
17:00	0	20	30	90	148,5
18:00	40	60	60	90	318,6
19:00	90	90	90	90	486
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	3389

Tabla 29: Porcentaje de regulación y potencia mes de octubre, zona 2

CIELO CUBIERTO											
OCTUBRE	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
9:00	30	40	50	90	30	40	50	90	30	90	683,1
10:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
15:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
16:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
17:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
18:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
19:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	10118

Tabla 30: Porcentaje de regulación y potencia mes de octubre, zona 3

CIELO CUBIERTO						
OCTUBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	30	40	50	90	90	329,4
10:00	0	0	0	90	90	121,5
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	0	0	90	90	121,5
16:00	0	0	0	90	90	121,5
17:00	0	20	30	90	90	221,4
18:00	40	60	60	90	90	391,5
19:00	95	95	95	95	95	589,95
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	4556

NOVIEMBRE:

Tabla 31: Porcentaje de regulación y potencia mes de noviembre, zona 1

CIELO CUBIERTO					
NOVIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	40	60	60	90	318,6
10:00	0	20	30	90	148,5
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	0	0	90	48,6
16:00	0	20	30	90	148,5
17:00	40	60	60	90	318,6
18:00	90	90	90	90	486
19:00	90	90	90	90	486
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	3985

Tabla 32: Porcentaje de regulación y potencia mes de noviembre, zona 2

CIELO CUBIERTO												
NOVIEMBRE	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)	
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9	
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85	
9:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6	
10:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8	
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243	
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243	
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243	
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243	
15:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243	
16:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8	
17:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6	
18:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85	
19:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85	
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85	
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9	
										SUMA	11858	

Tabla 33: Porcentaje de regulación y potencia mes de noviembre, Local3

CIELO CUBIERTO						
NOVIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	40	60	60	90	90	391,5
10:00	0	20	30	90	90	221,4
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	0	0	90	90	121,5
16:00	0	20	30	90	90	221,4
17:00	40	60	60	90	90	391,5
18:00	95	95	95	95	95	589,95
19:00	95	95	95	95	95	589,95
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	5187

DICIEMBRE:

Tabla 34: Porcentaje de regulación y potencia mes de diciembre, zona 1

CIELO CUBIERTO					
DICIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	108
8:00	90	90	90	90	486
9:00	40	60	60	90	318,6
10:00	0	20	30	90	148,5
11:00	0	0	0	90	48,6
12:00	0	0	0	90	48,6
13:00	0	0	0	90	48,6
14:00	0	0	0	90	48,6
15:00	0	20	30	90	148,5
16:00	40	60	60	90	318,6
17:00	90	90	90	90	486
18:00	90	90	90	90	486
19:00	90	90	90	90	486
20:00	90	90	90	90	486
21:00-3:00	20	20	20	20	108
				SUMA	4423

Tabla 35: Porcentaje de regulación y potencia mes de diciembre, zona 2

CIELO CUBIERTO											
DICIEMBRE	GC1a (%)	GC2a (%)	GC3a (%)	GC4a (%)	GC1b (%)	GC2b (%)	GC3b (%)	GC4b (%)	GCPa (%)	GCPb (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
8:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
9:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
10:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
11:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
12:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
13:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
14:00	0	0	0	90	0	0	0	90	0	90	243
15:00	10	30	50	90	10	30	50	90	20	90	604,8
16:00	60	70	90	90	60	70	90	90	60	90	1047,6
17:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
18:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
19:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
20:00	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	1256,85
21:00-3:00	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	288,9
										SUMA	12872

Tabla 36: Porcentaje de regulación y potencia mes de diciembre, zona 3

CIELO CUBIERTO						
DICIEMBRE	GC1 (%)	GC2 (%)	GC3 (%)	GC4 (%)	GC5 (%)	POTENCIA (W)
7:00	20	20	20	20	20	124,2
8:00	95	95	95	95	95	589,95
9:00	40	60	60	90	90	391,5
10:00	0	20	30	90	90	221,4
11:00	0	0	0	90	90	121,5
12:00	0	0	0	90	90	121,5
13:00	0	0	0	90	90	121,5
14:00	0	0	0	90	90	121,5
15:00	0	20	30	90	90	221,4
16:00	40	60	60	90	90	391,5
17:00	95	95	95	95	95	589,95
18:00	95	95	95	95	95	589,95
19:00	95	95	95	95	95	589,95
20:00	95	95	95	95	95	589,95
21:00-3:00	20	20	20	20	20	124,2
					SUMA	5655

Anexo 2. Resultados Luminotécnicos.

En las siguientes páginas se muestra, a modo de ejemplo, los resultados que suministra el programa informático Dialux 4.1 para las simulaciones correspondientes al día 17 de enero a las 8:00h y 9:00h.

Iluminación consultas

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 24.06.2015
Proyecto elaborado por: SERGIO MORATO ARRIBAS

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

Índice

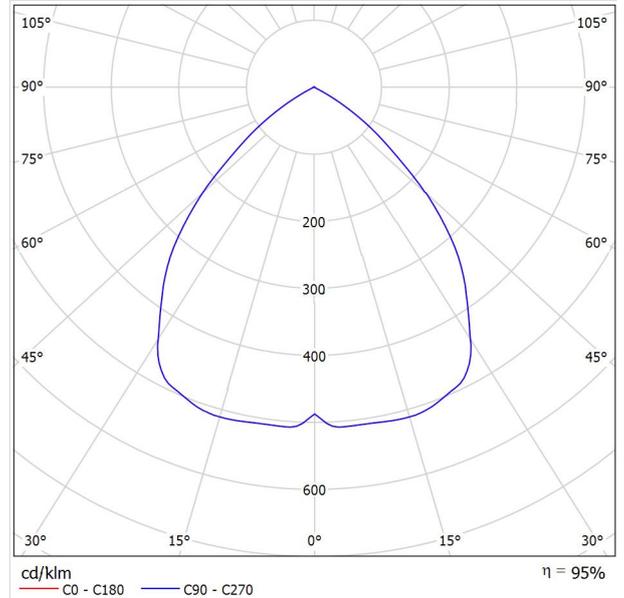
Iluminación consultas	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Philips BBS498 1xDLED-4000 C	
Hoja de datos de luminarias	3
BEGHELLI 82-004/213/E Dorado	
Hoja de datos de luminarias	4
ZONA 1	
Lista de luminarias	5
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	6
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
ZONA 2	
Lista de luminarias	11
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	12
Resumen	14
Resultados luminotécnicos	15
Rendering (procesado) de colores falsos	16
ZONA 3	
Lista de luminarias	17
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	18
Resumen	20
Resultados luminotécnicos	21
Rendering (procesado) de colores falsos	22

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

Philips BBS498 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 95

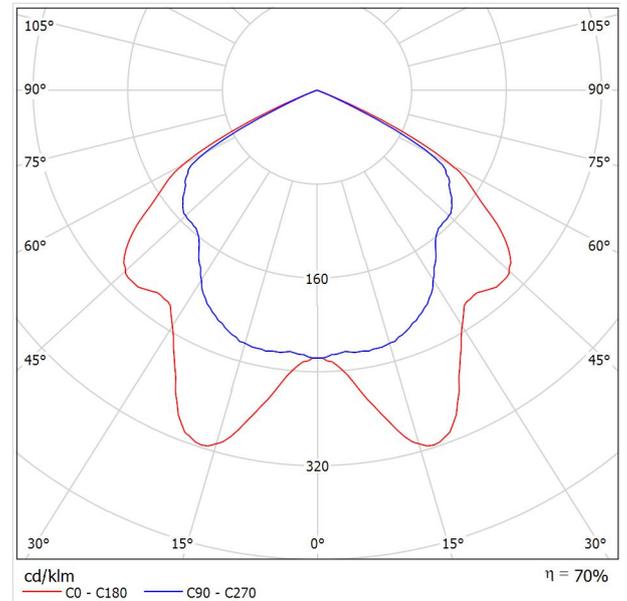
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.2	23.1	22.5	23.3	23.5	22.2	23.1	22.5	23.3	23.5
	3H	22.0	22.9	22.3	23.1	23.4	22.0	22.9	22.3	23.1	23.4
	4H	22.0	22.8	22.3	23.0	23.3	22.0	22.8	22.3	23.0	23.3
	6H	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2
	8H	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1
4H	2H	22.1	22.9	22.4	23.1	23.4	22.1	22.9	22.4	23.1	23.4
	3H	21.9	22.6	22.3	22.9	23.2	21.9	22.6	22.3	22.9	23.2
	4H	21.9	22.4	22.2	22.8	23.1	21.9	22.4	22.2	22.8	23.1
	6H	21.8	22.3	22.2	22.6	23.0	21.8	22.3	22.2	22.6	23.0
	8H	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0
8H	2H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	4H	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0
	6H	21.7	22.0	22.1	22.4	22.9	21.7	22.0	22.1	22.4	22.9
	8H	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8
	12H	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8
12H	4H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	6H	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8
	8H	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.3 / -2.8					+1.3 / -2.8					
S = 1.5H	+3.0 / -15.6					+3.0 / -15.6					
S = 2.0H	+5.0 / -20.9					+5.0 / -20.9					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	3.4					3.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2662lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

BEGHELLI 82-004/213/E Dorado / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 54 92 100 100 70

TECHNICAL FEATURES: recessed downlight in panel ceiling; max. width 50 mm, horizontal compact fl. lamps 2x13W, low loss ballast.
 BODY: steel sheet finished by powder technology varnishing.
 REFLECTOR: polished aluminium sheet.
 IP PROTECTION DEGREE: 20

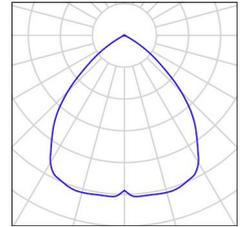
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
X Y	2H	2H	23.6	24.8	23.9	25.0	25.2	22.8	24.0	23.1	24.3	24.5
	3H	23.6	24.7	24.0	25.0	25.2	22.8	23.8	23.1	24.1	24.4	24.4
	4H	23.6	24.6	23.9	24.8	25.1	22.7	23.7	23.0	24.0	24.2	24.2
	6H	23.5	24.4	23.8	24.7	25.0	22.6	23.5	23.0	23.8	24.1	24.1
	8H	23.5	24.3	23.8	24.6	25.0	22.6	23.5	22.9	23.8	24.1	24.1
	12H	23.4	24.3	23.8	24.6	24.9	22.5	23.4	22.9	23.7	24.0	24.0
	4H	23.9	24.9	24.2	25.1	25.4	23.2	24.2	23.5	24.5	24.8	24.8
	3H	23.9	24.7	24.3	25.1	25.4	23.1	24.0	23.5	24.3	24.6	24.6
	4H	23.8	24.6	24.2	24.9	25.3	23.1	23.8	23.5	24.1	24.5	24.5
	6H	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	23.0	23.6	23.4	24.0	24.4	24.4
	8H	23.7	24.3	24.2	24.7	25.1	23.0	23.5	23.4	23.9	24.3	24.3
	12H	23.7	24.2	24.1	24.6	25.0	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3	24.3
	8H	23.7	24.3	24.2	24.7	25.1	23.0	23.5	23.4	23.9	24.3	24.3
	6H	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	22.9	23.4	23.4	23.8	24.2	24.2
	8H	23.6	24.0	24.1	24.5	24.9	22.9	23.3	23.3	23.7	24.2	24.2
	12H	23.6	23.9	24.1	24.4	24.9	22.8	23.2	23.3	23.6	24.1	24.1
	12H	4H	23.7	24.2	24.1	24.6	25.0	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3
		6H	23.6	24.0	24.1	24.5	24.9	22.9	23.3	23.3	23.7	24.2
		8H	23.6	23.9	24.1	24.4	24.9	22.8	23.2	23.3	23.6	24.1
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.8 / -0.5						
S = 1.5H	+1.1 / -2.0					+1.9 / -2.2						
S = 2.0H	+2.3 / -12.2					+2.6 / -14.6						
Tabla estándar	BK01					BK01						
Sumando de corrección	4.7					3.9						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1800lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

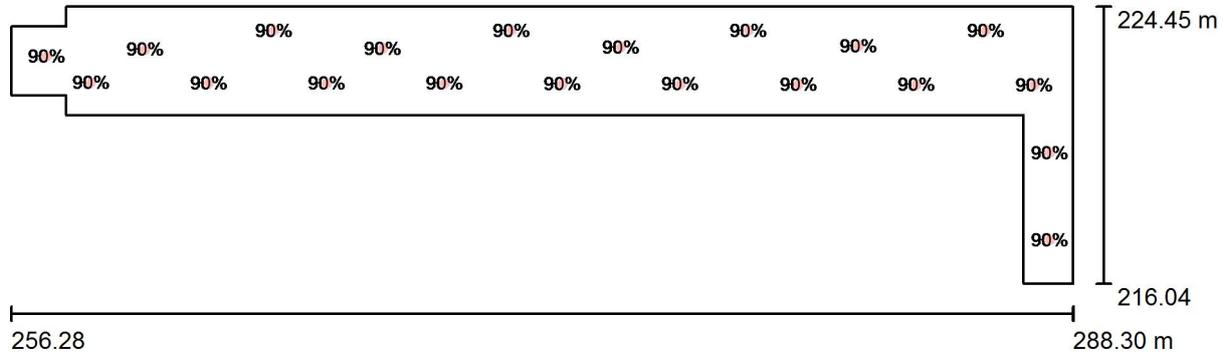
ZONA 1 / Lista de luminarias

20 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 229

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
2	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
3	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90

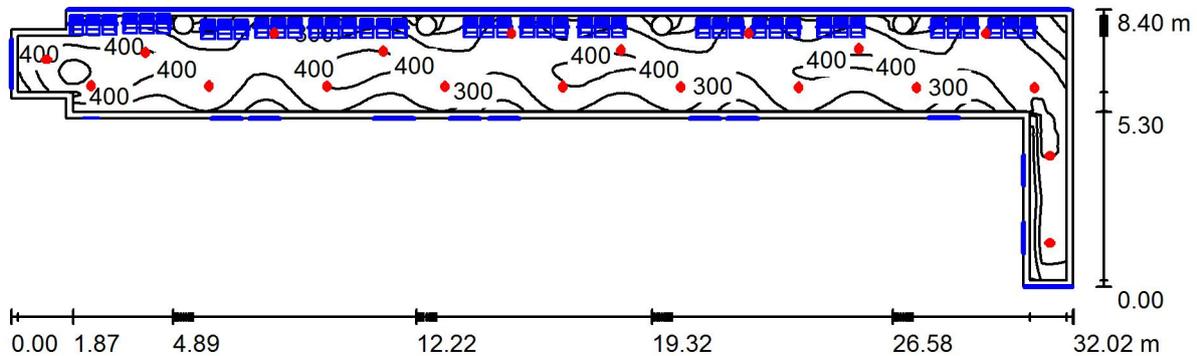
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 1 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	Grupo de control 2 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	328	38	526	0.117
Suelo	20	238	20	359	0.082
Techo	70	43	27	123	0.617
Paredes (10)	50	81	21	452	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 50578	Total: 53240	540.0

Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.17 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 50578 lm
 Potencia total: 540.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	296	32	328	/	/
Suelo	205	33	238	20	15
Techo	0.10	43	43	70	9.66
Pared 1	24	39	63	50	10
Pared 2	76	44	120	50	19
Pared 3	10	27	38	50	5.98
Pared 4	13	29	42	50	6.68
Pared 5	93	56	149	50	24
Pared 6	40	52	92	50	15
Pared 7	75	53	127	50	20
Pared 8	75	49	125	50	20
Pared 9	66	35	101	50	16
Pared 10	71	53	124	50	20

Simetrías en el plano útil

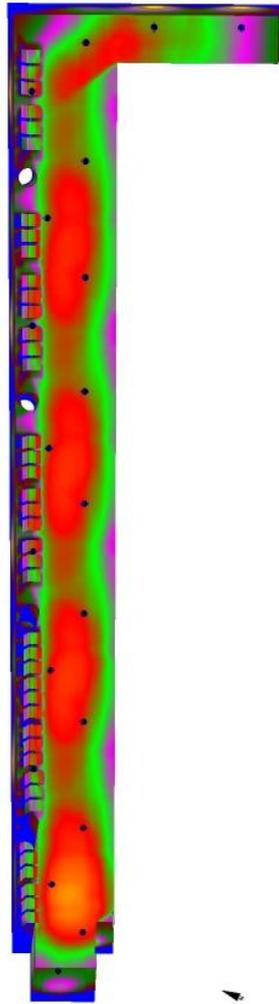
E_{\min} / E_{\max} : 0.117 (1:9)

E_{\min} / E_{\max} : 0.073 (1:14)

Valor de eficiencia energética: $4.86 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.17 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 1 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos

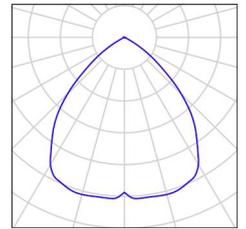


50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

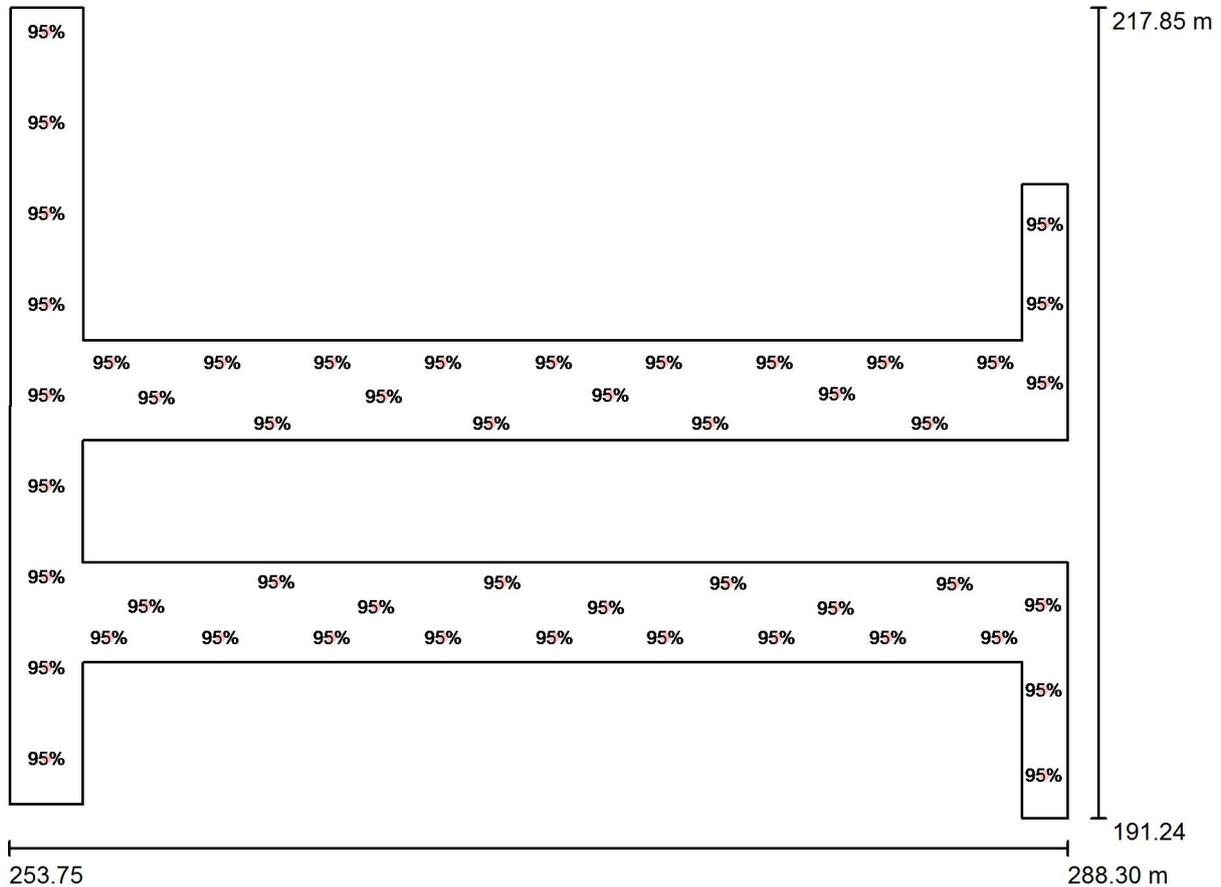
ZONA 2 / Lista de luminarias

49 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 2 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 248

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 1b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
2	Grupo de control 2b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
3	Grupo de control 3b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95

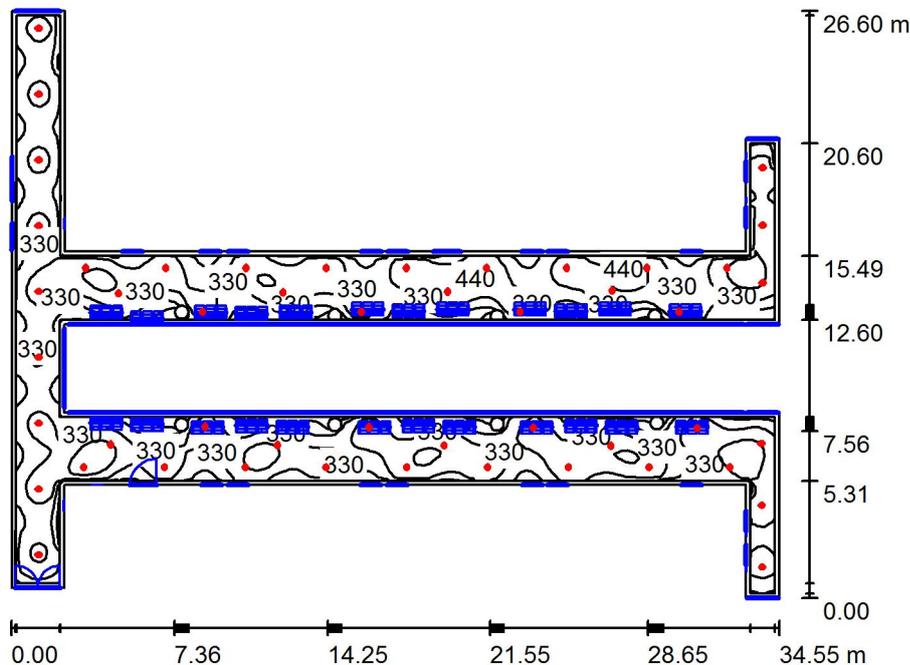
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 2 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	servicio b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
5	pasillo central a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
6	pasillo central b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
7	Grupo de control 1a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
8	Grupo de control 2a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
9	Grupo de control 3a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
10	servicio a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 2 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:342

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	323	32	535	0.098
Suelo	20	246	24	387	0.096
Techo	70	46	33	91	0.714
Paredes (16)	50	89	25	463	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	49	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 123916	Total: 130438	1323.0

Valor de eficiencia energética: $4.57 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 289.28 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 2 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 123916 lm
 Potencia total: 1323.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	287	36	323	/	/
Suelo	209	37	246	20	16
Techo	0.08	46	46	70	10
Pared 1	56	48	104	50	17
Pared 2	51	44	95	50	15
Pared 3	53	41	94	50	15
Pared 4	14	38	51	50	8.19
Pared 5	55	41	95	50	15
Pared 6	80	36	116	50	18
Pared 7	82	53	135	50	22
Pared 8	27	42	69	50	11
Pared 9	87	49	135	50	22
Pared 10	14	26	40	50	6.38
Pared 11	29	37	67	50	11
Pared 12	12	26	38	50	6.08
Pared 13	88	50	138	50	22
Pared 14	30	39	69	50	11
Pared 15	76	54	130	50	21
Pared 16	86	37	123	50	20

Simetrías en el plano útil

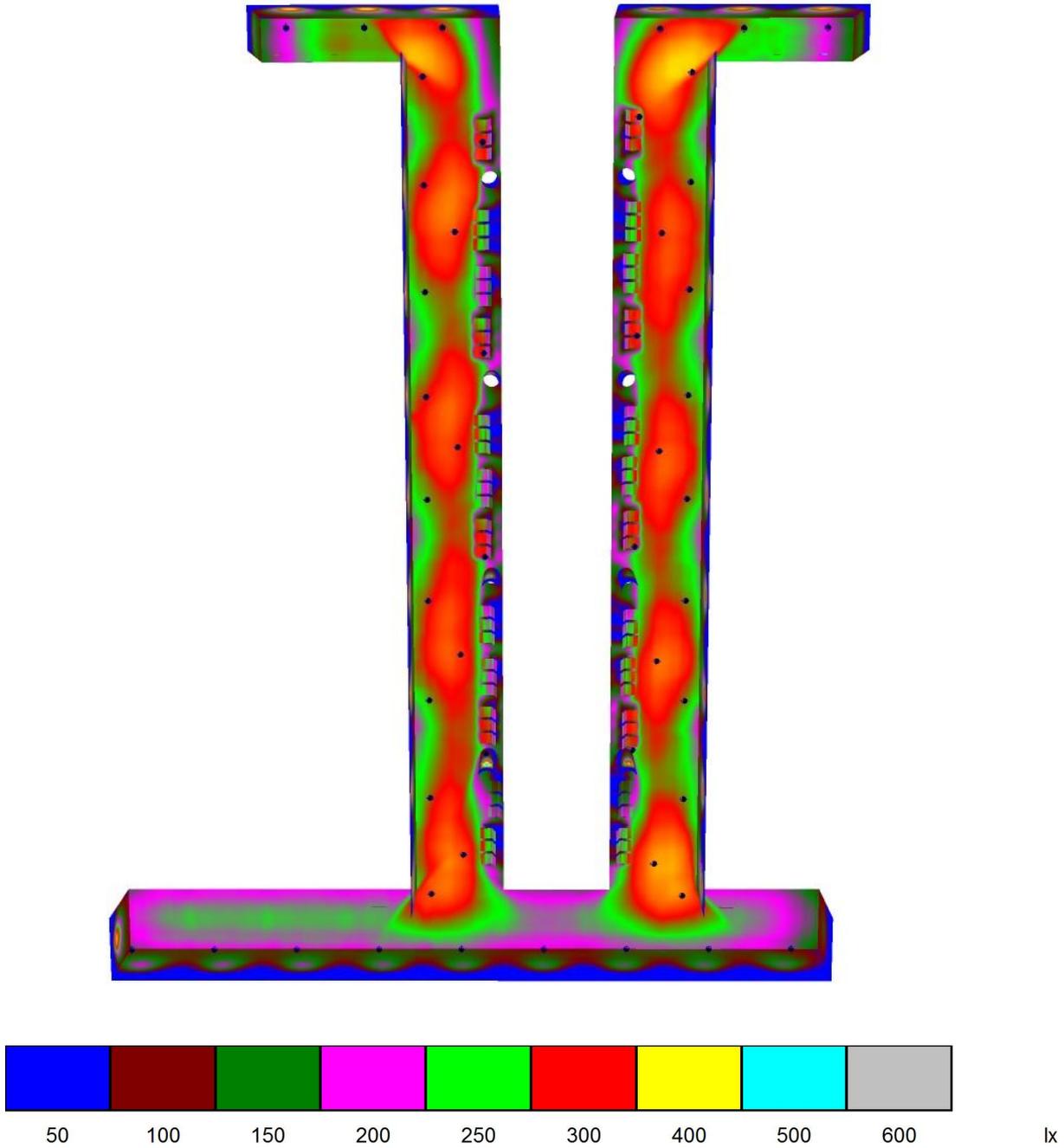
E_{\min} / E_m : 0.098 (1:10)

E_{\min} / E_{\max} : 0.059 (1:17)

Valor de eficiencia energética: $4.57 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 289.28 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

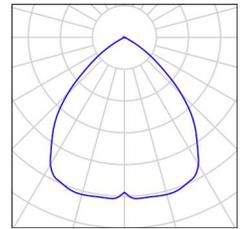
ZONA 2 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

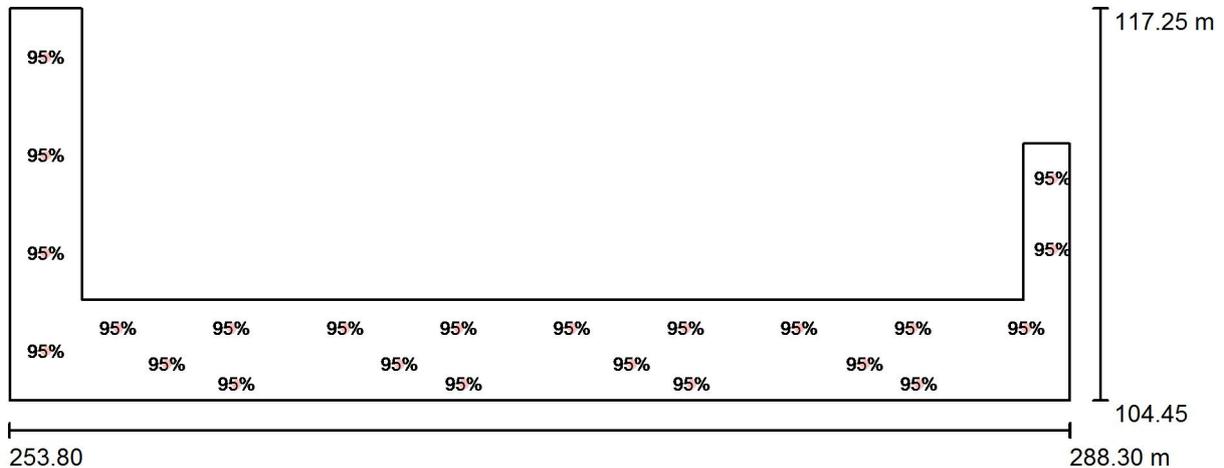
ZONA 3 / Lista de luminarias

23 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 3 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 247

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:08:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
2	Grupo de control 2 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
3	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95

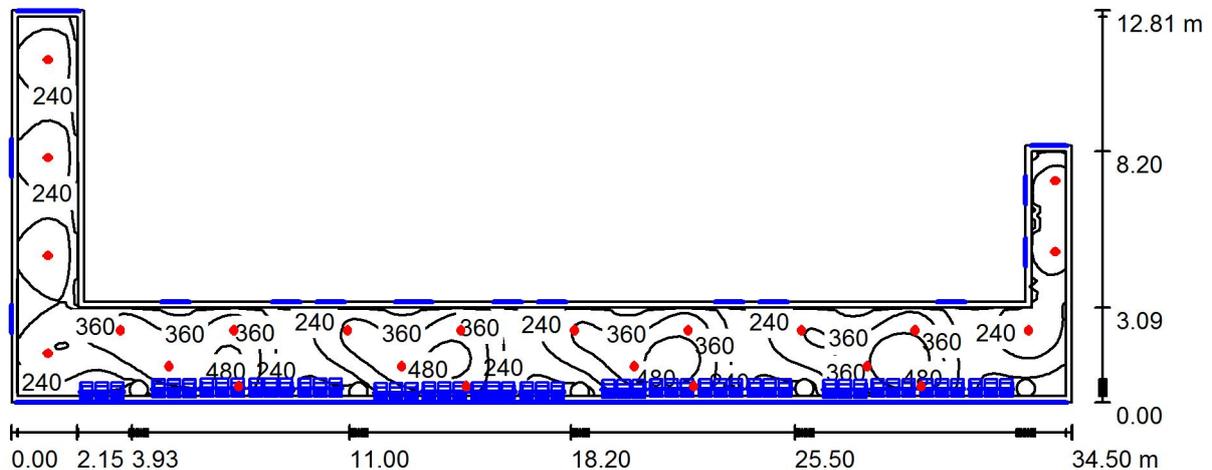
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 3 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
5	Grupo de control 5 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	95
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 3 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:247

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	307	35	586	0.115
Suelo	20	228	18	403	0.080
Techo	70	42	21	89	0.501
Paredes (8)	50	78	17	749	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	23	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 58165	Total: 61226	621.0

Valor de eficiencia energética: $4.33 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 143.49 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 3 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 58165 lm
 Potencia total: 621.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	276	32	307	/	/
Suelo	194	34	228	20	14
Techo	0.06	42	42	70	9.40
Pared 1	8.39	24	32	50	5.15
Pared 2	80	48	128	50	20
Pared 3	41	55	96	50	15
Pared 4	62	65	126	50	20
Pared 5	68	34	102	50	16
Pared 6	52	38	90	50	14
Pared 7	13	34	47	50	7.48
Pared 8	48	37	85	50	13

Simetrías en el plano útil

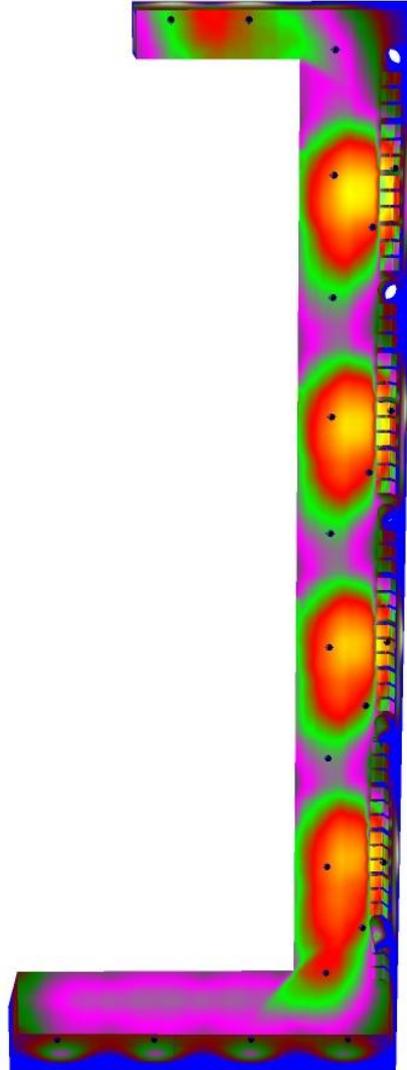
E_{\min} / E_{\max} : 0.115 (1:9)

E_{\min} / E_{\max} : 0.060 (1:17)

Valor de eficiencia energética: $4.33 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 143.49 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 3 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos



50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx

Iluminación consultas

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 24.06.2015
Proyecto elaborado por: SERGIO MORATO ARRIBAS

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

Índice

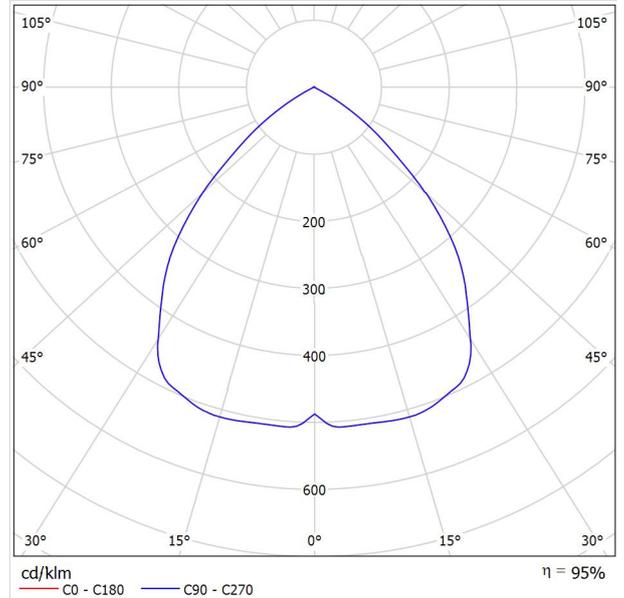
Iluminación consultas	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Philips BBS498 1xDLED-4000 C	
Hoja de datos de luminarias	3
BEGHELLI 82-004/213/E Dorado	
Hoja de datos de luminarias	4
ZONA 1	
Lista de luminarias	5
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	6
Resumen	8
Resultados luminotécnicos	9
Rendering (procesado) de colores falsos	10
ZONA 2	
Lista de luminarias	11
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	12
Resumen	14
Resultados luminotécnicos	15
Rendering (procesado) de colores falsos	16
ZONA 3	
Lista de luminarias	17
Escenas de luz	
todas	
Datos de planificación	18
Resumen	20
Resultados luminotécnicos	21
Rendering (procesado) de colores falsos	22

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

Philips BBS498 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 95

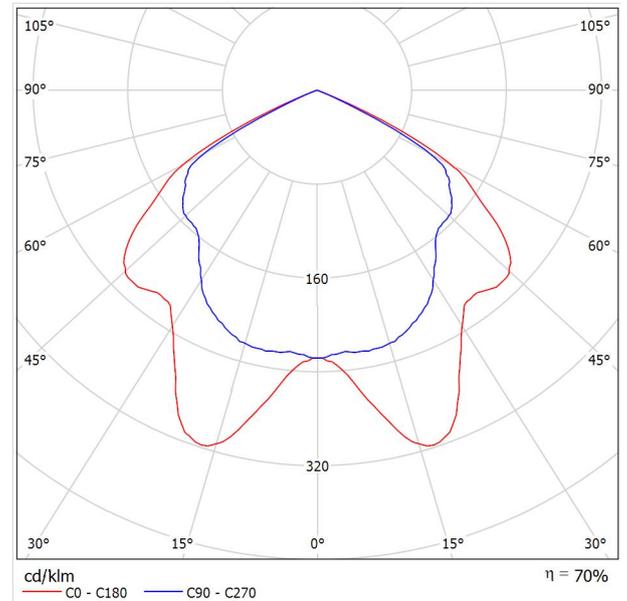
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	22.2	23.1	22.5	23.3	23.5	22.2	23.1	22.5	23.3	23.5
	3H	22.0	22.9	22.3	23.1	23.4	22.0	22.9	22.3	23.1	23.4
	4H	22.0	22.8	22.3	23.0	23.3	22.0	22.8	22.3	23.0	23.3
	6H	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2
	8H	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1	21.9	22.5	22.2	22.8	23.1
4H	2H	22.1	22.9	22.4	23.1	23.4	22.1	22.9	22.4	23.1	23.4
	3H	21.9	22.6	22.3	22.9	23.2	21.9	22.6	22.3	22.9	23.2
	4H	21.9	22.4	22.2	22.8	23.1	21.9	22.4	22.2	22.8	23.1
	6H	21.8	22.3	22.2	22.6	23.0	21.8	22.3	22.2	22.6	23.0
	8H	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0
8H	2H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	4H	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0	21.7	22.2	22.2	22.6	23.0
	6H	21.7	22.0	22.1	22.4	22.9	21.7	22.0	22.1	22.4	22.9
	8H	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8
	12H	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8
12H	4H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	6H	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8	21.6	21.9	22.1	22.4	22.8
	8H	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8	21.6	21.8	22.1	22.3	22.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.3 / -2.8					+1.3 / -2.8					
S = 1.5H	+3.0 / -15.6					+3.0 / -15.6					
S = 2.0H	+5.0 / -20.9					+5.0 / -20.9					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	3.4					3.4					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2662lm Flujo luminoso total											

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

BEGHELLI 82-004/213/E Dorado / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 54 92 100 100 70

TECHNICAL FEATURES: recessed downlight in panel ceiling; max. width 50 mm, horizontal compact fl. lamps 2x13W, low loss ballast.
 BODY: steel sheet finished by powder technology varnishing.
 REFLECTOR: polished aluminium sheet.
 IP PROTECTION DEGREE: 20

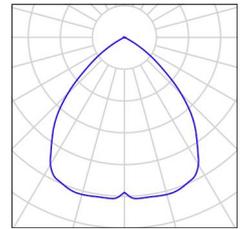
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	23.6	24.8	23.9	25.0	25.2	22.8	24.0	23.1	24.3	24.5
	3H	3H	23.6	24.7	24.0	25.0	25.2	22.8	23.8	23.1	24.1	24.4
	4H	4H	23.6	24.6	23.9	24.8	25.1	22.7	23.7	23.0	24.0	24.2
	6H	6H	23.5	24.4	23.8	24.7	25.0	22.6	23.5	23.0	23.8	24.1
	8H	8H	23.5	24.3	23.8	24.6	25.0	22.6	23.5	22.9	23.8	24.1
4H	12H	12H	23.4	24.3	23.8	24.6	24.9	22.5	23.4	22.9	23.7	24.0
	2H	2H	23.9	24.9	24.2	25.1	25.4	23.2	24.2	23.5	24.5	24.8
	3H	3H	23.9	24.7	24.3	25.1	25.4	23.1	24.0	23.5	24.3	24.6
	4H	4H	23.8	24.6	24.2	24.9	25.3	23.1	23.8	23.5	24.1	24.5
	6H	6H	23.8	24.4	24.2	24.8	25.2	23.0	23.6	23.4	24.0	24.4
8H	8H	8H	23.7	24.3	24.2	24.7	25.1	23.0	23.5	23.4	23.9	24.3
	12H	12H	23.7	24.2	24.1	24.6	25.0	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3
	4H	4H	23.7	24.3	24.2	24.7	25.1	23.0	23.5	23.4	23.9	24.3
	6H	6H	23.7	24.1	24.1	24.5	25.0	22.9	23.4	23.4	23.8	24.2
	8H	8H	23.6	24.0	24.1	24.5	24.9	22.9	23.3	23.3	23.7	24.2
12H	12H	12H	23.6	23.9	24.1	24.4	24.9	22.8	23.2	23.3	23.6	24.1
	4H	4H	23.7	24.2	24.1	24.6	25.0	22.9	23.5	23.4	23.9	24.3
	6H	6H	23.6	24.0	24.1	24.5	24.9	22.9	23.3	23.3	23.7	24.2
8H	8H	23.6	23.9	24.1	24.4	24.9	22.8	23.2	23.3	23.6	24.1	
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias												
S = 1.0H	+0.2 / -0.3					+0.8 / -0.5						
S = 1.5H	+1.1 / -2.0					+1.9 / -2.2						
S = 2.0H	+2.3 / -12.2					+2.6 / -14.6						
Tabla estándar	BK01					BK01						
Sumando de corrección	4.7					3.9						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1800lm Flujo luminoso total												

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

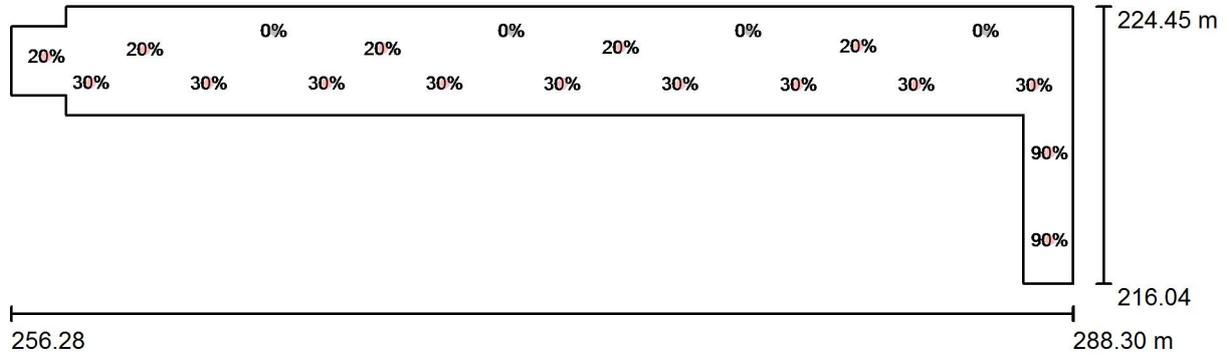
ZONA 1 / Lista de luminarias

20 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 229

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:09:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	30
2	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
3	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	0

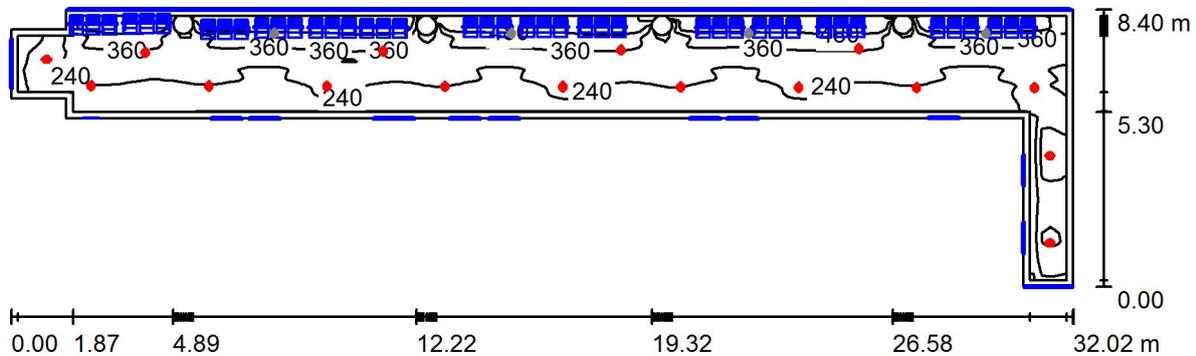
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 1 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	Grupo de control 2 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	20
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:229

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	320	89	660	0.278
Suelo	20	313	71	718	0.227
Techo	70	58	35	151	0.605
Paredes (10)	50	117	33	467	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 40462	Total: 42592	432.0

Valor de eficiencia energética: $3.89 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.17 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 1 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 40462 lm
 Potencia total: 432.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	276	44	320	/	/
Suelo	261	52	313	20	20
Techo	0.03	58	58	70	13
Pared 1	26	41	67	50	11
Pared 2	101	51	153	50	24
Pared 3	2.48	60	63	50	9.96
Pared 4	153	47	200	50	32
Pared 5	22	41	63	50	10
Pared 6	20	41	62	50	9.84
Pared 7	61	34	96	50	15
Pared 8	63	52	115	50	18
Pared 9	129	42	171	50	27
Pared 10	70	58	128	50	20

Simetrías en el plano útil

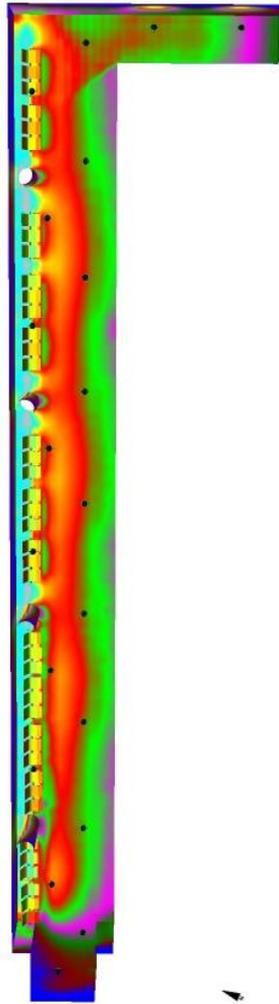
E_{\min} / E_{\max} : 0.278 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.135 (1:7)

Valor de eficiencia energética: $3.89 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 111.17 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 1 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos

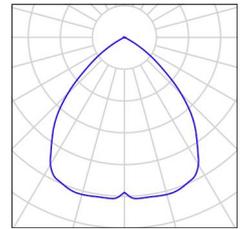


50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

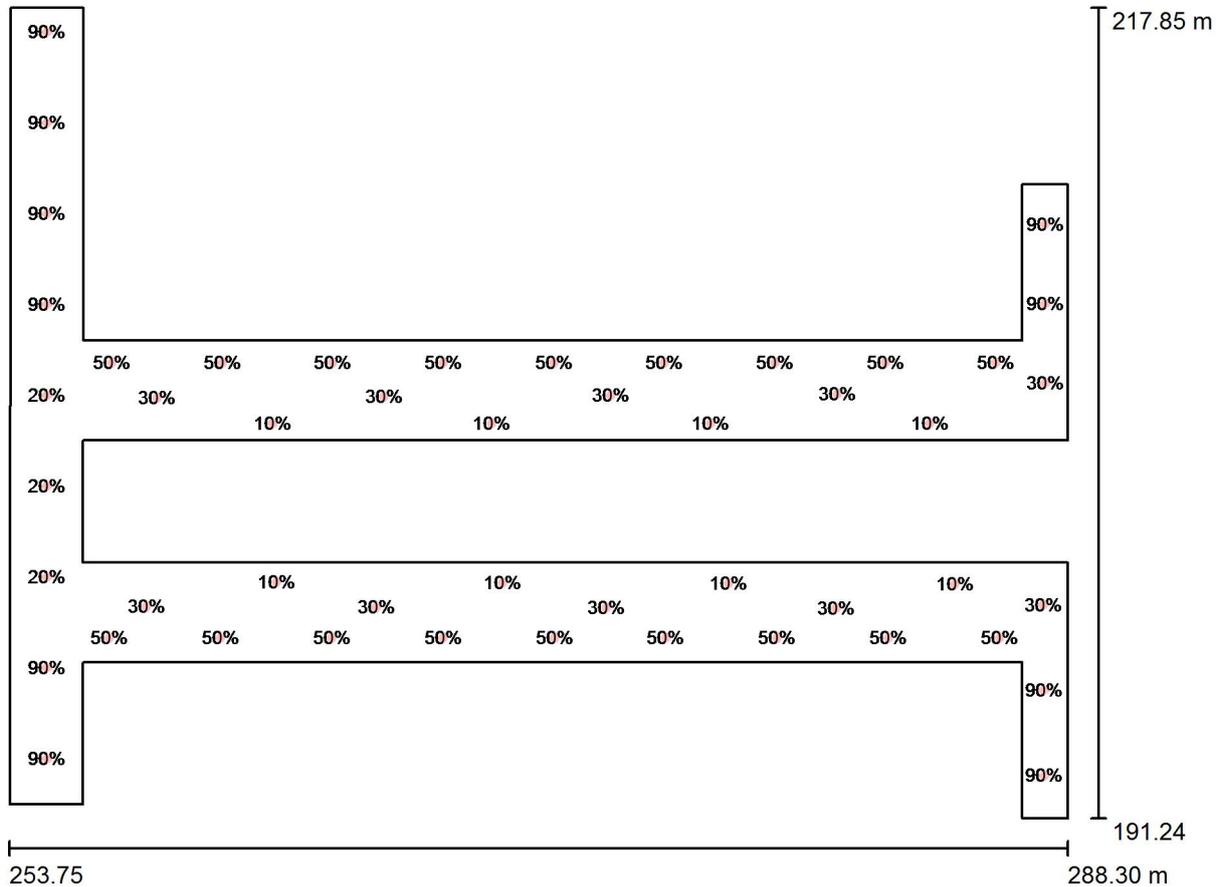
ZONA 2 / Lista de luminarias

49 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 2 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 248

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:09:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

Nº	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 1b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	10
2	Grupo de control 2b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	30
3	Grupo de control 3b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	50

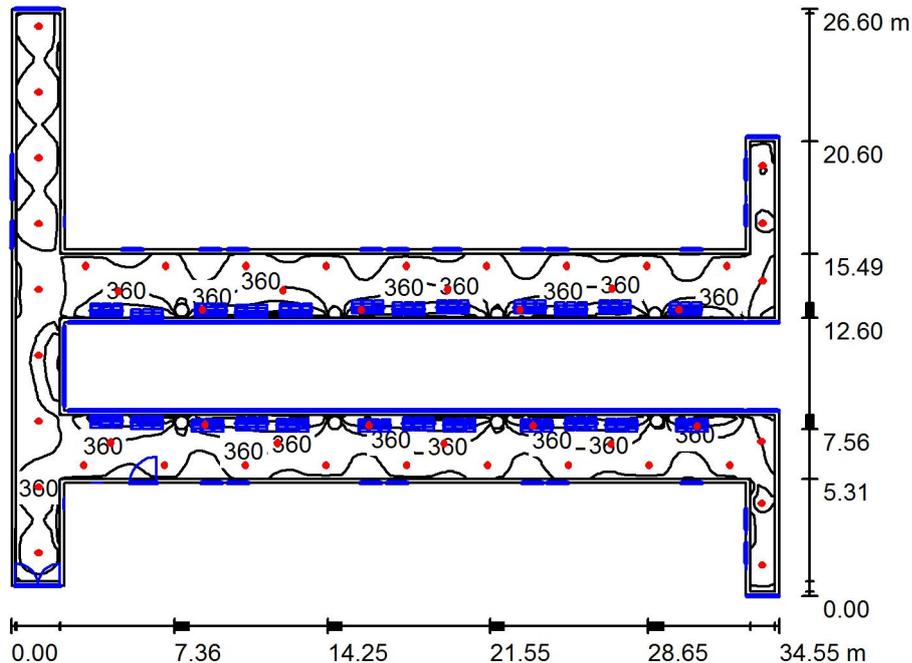
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 2 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	servicio b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
5	pasillo central a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	20
6	pasillo central b (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
7	Grupo de control 1a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	10
8	Grupo de control 2a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	30
9	Grupo de control 3a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	50
10	servicio a (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 2 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:342

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	325	89	670	0.273
Suelo	20	304	80	666	0.262
Techo	70	56	34	88	0.606
Paredes (16)	50	100	27	441	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	49	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 123916	Total: 130438	1323.0

Valor de eficiencia energética: $4.57 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 289.28 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 2 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 123916 lm
 Potencia total: 1323.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	282	43	325	/	/
Suelo	257	47	304	20	19
Techo	0.05	56	56	70	13
Pared 1	53	46	98	50	16
Pared 2	49	42	90	50	14
Pared 3	57	43	100	50	16
Pared 4	13	36	49	50	7.87
Pared 5	52	41	93	50	15
Pared 6	99	52	151	50	24
Pared 7	78	50	128	50	20
Pared 8	25	41	66	50	11
Pared 9	75	48	123	50	20
Pared 10	7.02	42	49	50	7.80
Pared 11	7.32	46	53	50	8.42
Pared 12	5.98	39	45	50	7.11
Pared 13	76	50	125	50	20
Pared 14	26	37	63	50	10
Pared 15	70	51	121	50	19
Pared 16	102	51	153	50	24

Simetrías en el plano útil

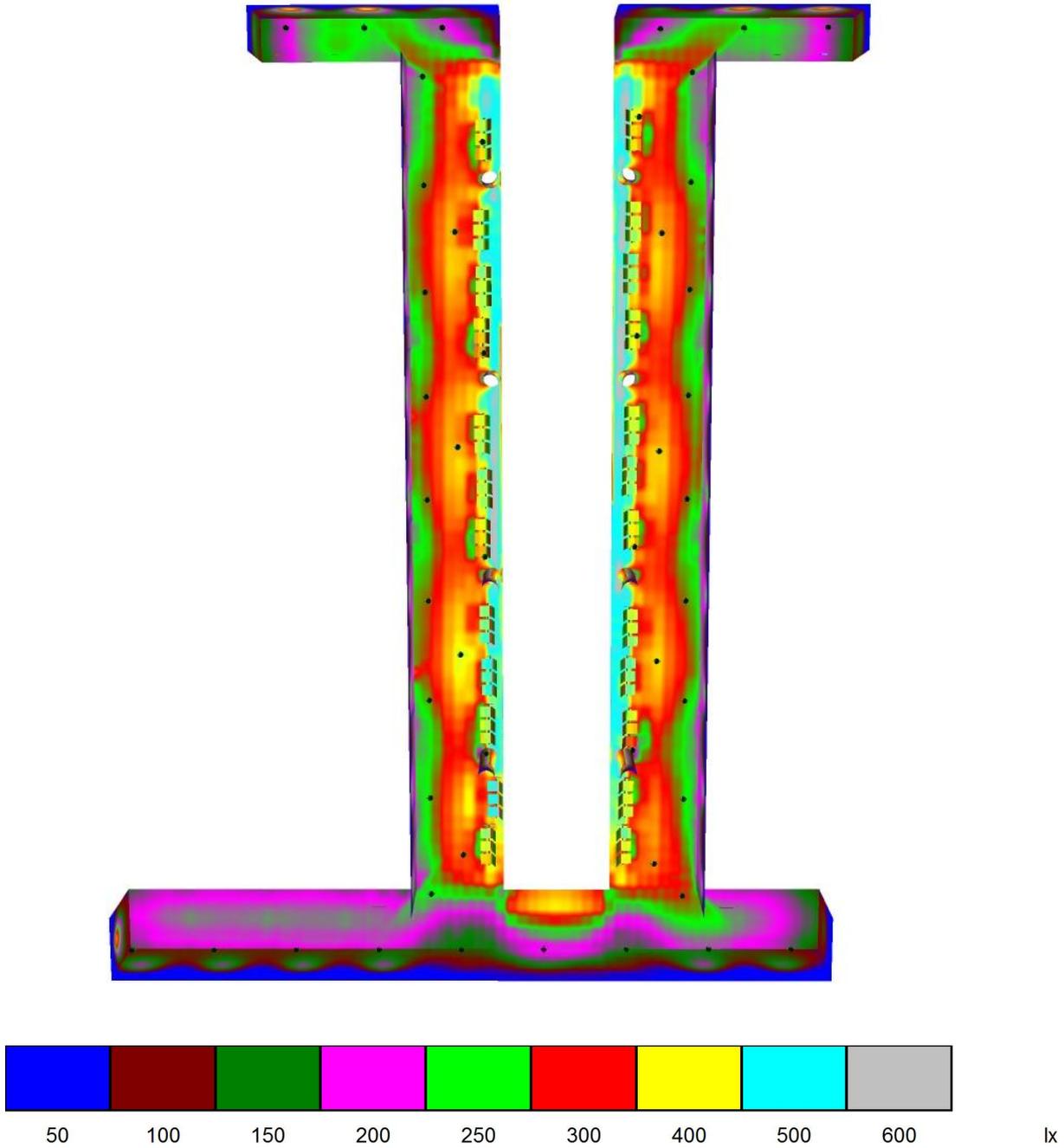
E_{\min} / E_m : 0.273 (1:4)

E_{\min} / E_{\max} : 0.133 (1:8)

Valor de eficiencia energética: $4.57 \text{ W/m}^2 = 1.41 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 289.28 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

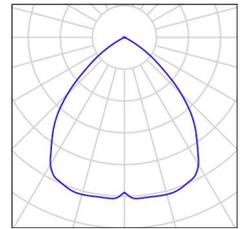
ZONA 2 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

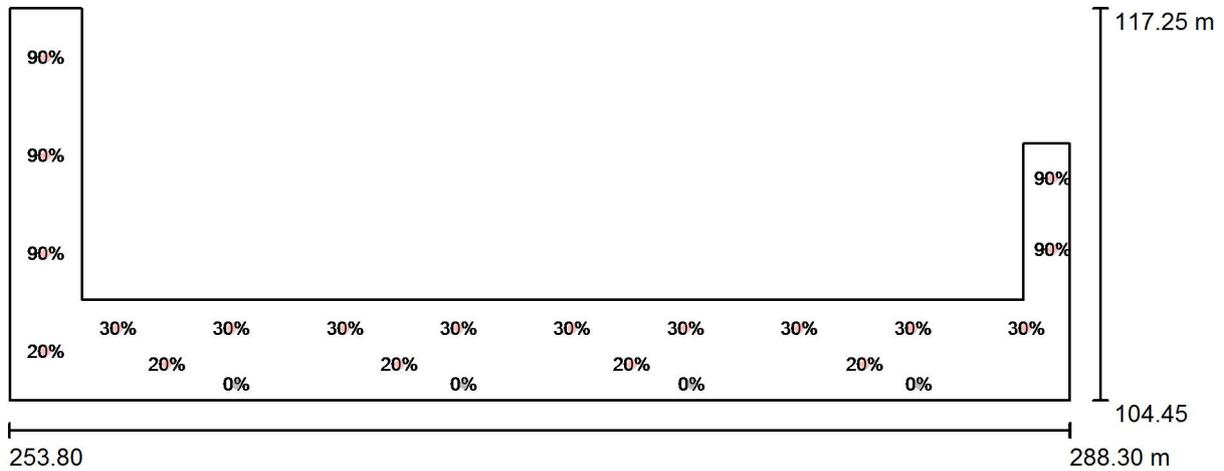
ZONA 3 / Lista de luminarias

23 Pieza Philips BBS498 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2529 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2662 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 95
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 3 / todas / Datos de planificación



Escala 1 : 247

Parámetro de luz diurna:

Local: Valladolid, Longitud: 4.44°, Latitud: 41.39°, Orientación hacia el norte: 22.5°

Fecha: 17.01.2015, Hora:09:00:00 (+1 Desplazamiento a GMT)

Modelo de cielo: Cielo cubierto

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
1	Grupo de control 1 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	0
2	Grupo de control 2 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	20
3	Grupo de control 3 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	30

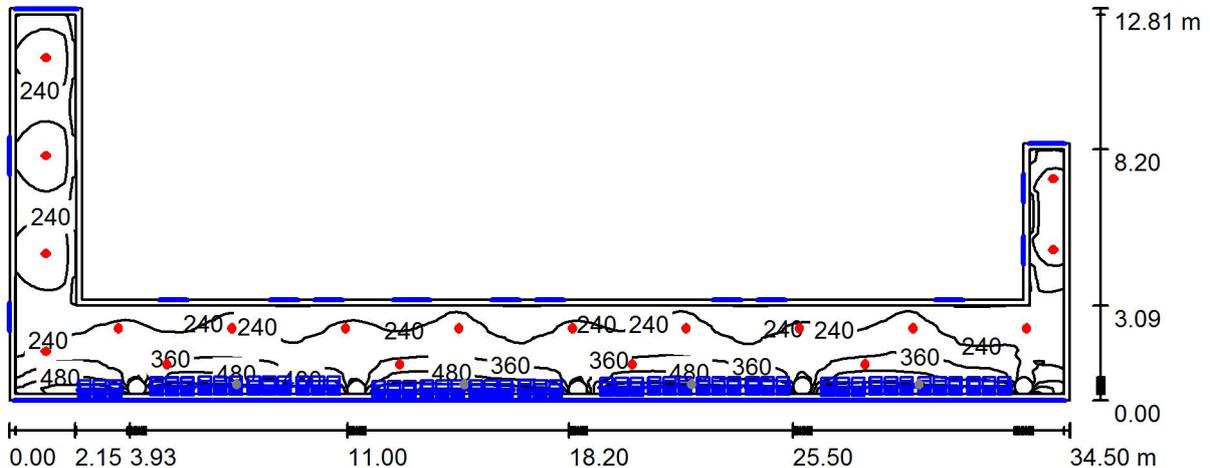
Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 3 / todas / Datos de planificación

N°	Grupo de control (Luminaria)	Valor de atenuación (Total) [%]
4	Grupo de control 4 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
5	Grupo de control 5 (Philips BBS498 1xDLED-4000 C)	90
	Todas las demás luminarias	0

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 3 / todas / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.925 m, Factor mantenimiento: 0.90

Valores en Lux, Escala 1:247

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	324	119	685	0.367
Suelo	20	304	111	749	0.366
Techo	70	60	29	146	0.489
Paredes (8)	50	116	26	712	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	19	Philips BBS498 1xDLED-4000 C (1.000)	2529	2662	27.0
			Total: 48049	Total: 50578	513.0

Valor de eficiencia energética: $3.58 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 143.49 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
 Teléfono 629479980
 Fax
 e-Mail

ZONA 3 / todas / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 48049 lm
 Potencia total: 513.0 W
 Factor mantenimiento: 0.90
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	278	45	324	/	/
Suelo	250	54	304	20	19
Techo	0.02	60	60	70	13
Pared 1	2.00	56	58	50	9.30
Pared 2	102	57	158	50	25
Pared 3	44	55	99	50	16
Pared 4	59	68	127	50	20
Pared 5	142	44	185	50	29
Pared 6	52	41	93	50	15
Pared 7	15	34	50	50	7.91
Pared 8	66	42	108	50	17

Simetrías en el plano útil

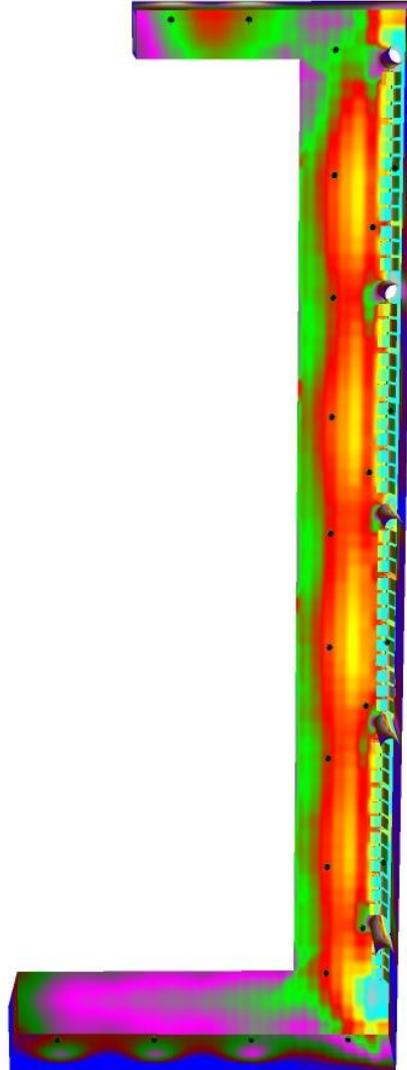
E_{\min} / E_{\max} : 0.367 (1:3)

E_{\min} / E_{\max} : 0.173 (1:6)

Valor de eficiencia energética: $3.58 \text{ W/m}^2 = 1.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 143.49 m^2)

Proyecto elaborado por SERGIO MORATO ARRIBAS
Teléfono 629479980
Fax
e-Mail

ZONA 3 / todas / Rendering (procesado) de colores falsos



50 100 150 200 250 300 400 500 600 lx