

UNIVERSITAT  
JAUME·I

## **UNIVERSITAT JAUME I**

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**TRABAJO FIN DE GRADO**

AUTOR

Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

Castellón de la Plana, noviembre de 2016



# INDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA.....	1
DOCUMENTO 2: ANEXOS.....	95
DOCUMENTO 3: PLANOS.....	235
DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....	258
DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO.....	264



***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**DOCUMENTO 1: MEMORIA**

AUTOR

Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

# Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	10
<b>1.2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>1.3. ANTECEDENTES</b> .....	11
<b>2. LOS EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1. AMBIENTE LUMÍNICO</b> .....	12
<b>2.2. LUZ NATURAL Y LUZ ARTIFICIAL</b> .....	12
<b>2.3. LOS EFECTOS DE LA LUZ</b> .....	12
<b>3. CONCEPTOS BÁSICOS EN INGENIERÍA LUMINOTÉCNICA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS RADIACIONES LUMINOSAS</b> .....	16
3.1.1 <i>Propiedades ópticas de los cuerpos</i> .....	16
3.1.2 <i>El color</i> .....	17
3.1.3 <i>Curvas fotométricas</i> .....	19
<b>3.2. TIPOS DE LÁMPARAS</b> .....	20
3.2.1 <i>Lámpara LED</i> .....	20
3.2.1.1 ¿Qué es un LED? .....	20
3.2.1.2 Fabricación de las lámparas LED:.....	21
3.2.1.3 Ventajas de las lámparas LED:.....	22
3.2.1.4 Cambio a iluminación LED .....	23
3.1.2.1.1 Luminarias modificadas (retrofit) .....	23
3.1.2.1.2 Soluciones integradas.....	25
3.1.3 <i>Lámpara incandescente</i> .....	26
3.1.3.1 Lámpara incandescente:.....	26
3.1.3.2 Lámpara halógena .....	27
3.1.4 <i>Lámpara de descarga</i> .....	27
3.1.4.1 Lámpara de vapor de mercurio.....	28
3.1.4.1.1 Vapor de mercurio a baja presión: .....	28
3.1.4.1.1.1 Lámpara fluorescente: .....	28
3.1.4.1.1.2 Lámpara fluorescente compacta (LFC):.....	29
3.1.4.1.2 Vapor de mercurio a alta presión: .....	30
3.1.4.1.2.1 Lámpara de haluro metálico: .....	31
3.1.4.2 Lámpara de vapor de sodio.....	31
3.1.4.2.1 Vapor de sodio a baja presión (SBP):.....	32
3.1.4.2.2 Vapor de sodio a alta presión (SAP):.....	32
<b>3.3. NORMATIVA</b> .....	34
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1. ANÁLISIS GENÉRICO</b> .....	36
<b>4.2. ANÁLISIS POR ORDENADOR: DIALUX</b> .....	38
<b>5. ESTUDIO DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE LOS EDIFICIOS DE LA PLANTA BP39</b>	
<b>5.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	39
5.1.1 <i>Ubicación</i> .....	39
5.1.2 <i>Descripción del inmueble</i> .....	40
5.1.2.1 Antiguo edificio de administración .....	40
5.1.2.2 Nuevo edificio de administración .....	41
5.1.2.3 Edificio de mantenimiento.....	42
5.1.2.4 Sala de control .....	42

<b>5.2.</b>	<b>ILUMINACIÓN INSTALADA</b> .....	43
5.2.1	<i>Inventario de iluminación interior</i> .....	43
<b>5.3.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS LÍMITES Y NECESIDADES DE ILUMINACIÓN</b> .....	48
5.3.1.	<i>Análisis de los valores de iluminación de los lugares de trabajo</i> .....	48
5.3.2.	<i>Mediciones de iluminación</i> .....	49
5.3.2.1.	<i>Análisis de los resultados de las mediciones con luxómetro</i> .....	49
5.3.2.2.	<i>Análisis del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) actual</i> .....	51
5.3.2.3.	<i>Potencia instalada en el edificio actual</i> .....	52
<b>6.</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORA</b> .....	<b>54</b>
<b>6.1.</b>	<b>PROPUESTA 1: SUSTITUCIÓN DEL BALASTO MAGNÉTICO POR ELECTRÓNICO</b> .....	54
6.1.1.	<i>Características de los balastos</i> .....	55
6.1.2.	<i>Análisis del VEEI con la propuesta 1</i> .....	56
6.1.3.	<i>Potencia instalada en el edificio con la propuesta 1</i> .....	56
<b>6.2.</b>	<b>PROPUESTA 2: SUSTITUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN ACTUAL POR TECNOLOGÍA LED (SUSTITUCIÓN ELEMENTO A ELEMENTO)</b> .....	58
6.2.1.	<i>Características de los equipos LED</i> .....	58
6.2.2.	<i>Análisis del VEEI con la propuesta 2</i> .....	62
6.2.3.	<i>Potencia instalada en el edificio con la propuesta 2</i> .....	62
<b>6.3.</b>	<b>PROPUESTA 3: SUSTITUCIÓN DE LA ILUMINACIÓN ACTUAL POR TECNOLOGÍA LED CON REDISTRIBUCIÓN</b> .....	64
6.3.1.	<i>Características de los equipos empleados</i> .....	65
6.3.2.	<i>Análisis del VEEI con la propuesta 3</i> .....	67
6.3.3.	<i>Potencia instalada en el edificio con la propuesta 3</i> .....	67
6.3.4.	<i>Análisis con DIALux de la propuesta 3</i> .....	68
6.3.4.1.	<i>Casos específicos</i> .....	69
<b>6.4.</b>	<b>PROPUESTA 4: IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE CONTROL</b> .....	70
6.4.1.	<i>Características de los equipos de control empleados</i> .....	71
6.4.2.	<i>Cálculo del factor de dependencia de ocupación (F<sub>o</sub>)</i> .....	71
6.4.3.	<i>Modo de conexión de los detectores</i> .....	73
<b>7.</b>	<b>ESTUDIO ECONÓMICO</b> .....	<b>75</b>
<b>7.1.</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b> .....	76
7.1.1.	<i>P1: Implantación de balastos electrónicos</i> .....	76
7.1.2.	<i>P1.1: Implantación Balasto electrónico con sistema de regulación por detectores de presencia</i> .....	78
7.1.3.	<i>P2: Sustitución por tecnología LED (elemento a elemento)</i> .....	80
7.1.4.	<i>P2.1: Sustitución por tecnología LED (elemento a elemento) con sistema de regulación por detectores de presencia</i> .....	82
7.1.5.	<i>P3: Sustitución por tecnología LED (con redistribución)</i> .....	84
7.1.6.	<i>P3.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución) con sistema de regulación por detectores de presencia</i> .....	86
<b>7.2.</b>	<b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPUESTAS</b> .....	88
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>9.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>93</b>
<b>9.1.</b>	<b>PÁGINAS WEB</b> .....	93
<b>9.2.</b>	<b>ARTÍCULOS</b> .....	93

## INDICE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 ESPECTRO LUZ VISIBLE.....	13
ILUSTRACIÓN 2 CONEXIÓN NERVIOSA DE LOS CONOS Y BASTONCILLOS DEL OJO CON EL CÓRTEX VISUAL DEL CEREBRO.....	13
ILUSTRACIÓN 3 NIVEL DE QUEJAS SOBRE ESTRÉS.....	14
ILUSTRACIÓN 4 INFLUENCIA DE LA OSCILACIÓN DE LA FUENTE LUMINOSA .....	15
ILUSTRACIÓN 5 PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS CUERPOS.....	16
ILUSTRACIÓN 6 EJEMPLO DE REFLEXIÓN.....	16
ILUSTRACIÓN 7 RA PARA CADA TIPO DE LÁMPARA.....	18
ILUSTRACIÓN 8 INTENSIDAD LUMINOSA.....	19
ILUSTRACIÓN 9 SOLIDO FOTOMÉTRICO.....	19
ILUSTRACIÓN 10 CURVA FOTOMÉTRICA POLAR.....	20
ILUSTRACIÓN 11 CURVA ISOLUX .....	20
ILUSTRACIÓN 12 EJEMPLO DE LAMPARAS RETROFIT .....	24
ILUSTRACIÓN 13 ESQUEMA DE SUSTITUCIÓN DE FLUORESCENTES POR LED .....	24
ILUSTRACIÓN 14 EJEMPLO DE LUMINARIAS LED INTEGRADAS.....	25
ILUSTRACIÓN 15 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL COMPLEJO.....	39
ILUSTRACIÓN 16 VISIÓN 3D DE LOS EDIFICIOS ESTUDIADOS (VISTA NORTE-SUR).....	40
ILUSTRACIÓN 17 NUEVO EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN; MURO CORTINA MX ESTRUCTURAL - VIDRIO EXTERIOR ENCOLADO .....	41
ILUSTRACIÓN 18 FIGURA 2.1 DE LA NORMA DH HE3 .....	70
ILUSTRACIÓN 19 B121 ILUMINACIÓN POR ZONA CON DP.....	74
ILUSTRACIÓN 20 B138_VESTURAI0 MASCULINO - DISPOSICIÓN DETECTORES EN PASILLOS .....	74

## INDICE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 LUMINARIAS INSTALADAS SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARA .....	43
GRÁFICO 2 POTENCIA INSTALADA SEGÚN EL TIPO DE TECNOLOGÍA DE LA LÁMPARA (SIN EQUIPOS AUXILIARES).....	44
GRÁFICO 3 NÚMERO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES SEGÚN SU POTENCIA.....	45
GRÁFICO 4 NÚMERO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS SEGÚN SU POTENCIA.....	46
GRÁFICO 5 CONSUMO ANUAL ACTUAL FRENTE A LAS PROPUESTAS 2, 2.1, 3 Y 3.1 .....	88
GRÁFICO 6 EMISIONES CO2 ACTUAL FRENTE A LAS PROPUESTAS 2, 2.1, 3 Y 3.1 .....	89
GRÁFICO 7 COMPARATIVA DEL CONSUMO ANUAL DE LAS PROPUESTAS 2, 2.1, 3 Y 3.1.....	89
GRÁFICO 8 COMPARATIVA DE LAS EMISIONES DE CO2 ANUALES ENTRE LAS PROPUESTAS 2, 2.1, 3 Y 3.1.....	90
GRÁFICO 9 GANANCIAS ACUMULADAS POR AÑOS CON LAS PROPUESTAS 2, 2.1, 3 Y 3.1 .....	90

## INDICE TABLAS

TABLA 1 TEMPERATURA DE COLOR Y SU APARIENCIA .....	17
TABLA 2 REPRESENTACIÓN DE COLORES SEGÚN RA .....	17
TABLA 3 NÚMERO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES SEGÚN SU POTENCIA.....	44
TABLA 4 NÚMERO DE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS SEGÚN SU POTENCIA .....	45
TABLA 5 NÚMERO DE LÁMPARAS DE HALOGENUROS SEGÚN SU POTENCIA .....	46
TABLA 6 NÚMERO DE LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO SEGÚN SU POTENCIA .....	47
TABLA 7 NÚMERO DE LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO SEGÚN SU POTENCIA.....	47
TABLA 8 REQUISITOS DE ILUMINACIÓN (AGRUPACIÓN -RESUMEN) .....	48
TABLA 9 ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO EN EL ANEXO IV DEL REAL DECRETO 486/1997 .....	49
TABLA 10 VALORES LÍMITE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN .....	52
TABLA 11 POTENCIA MÁXIMA DE ILUMINACIÓN .....	53
TABLA 12 RELACIÓN DE POTENCIA/METRO CUADRADO EN LA INSTALACIÓN ACTUAL.....	53
TABLA 13 RELACIÓN DE POTENCIA/METRO CUADRADO CON EL USO DE BALASTO ELECTRÓNICO.....	57

---

TABLA 14 RELACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE POTENCIA INSTALADA ENTRE SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA 1 .....	57
TABLA 15 RELACIÓN DE POTENCIA/METRO CUADRADO CON EL USO DE LÁMPARAS LED .....	62
TABLA 16 RELACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE POTENCIA INSTALADA ENTRE SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA 2 .....	62
TABLA 17 RELACIÓN DE POTENCIA/METRO CUADRADO CON EL USO DE LÁMPARAS LED .....	68
TABLA 18 RELACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE POTENCIA INSTALADA ENTRE SITUACIÓN ACTUAL Y PROPUESTA 2 .....	68
TABLA 19 VALORES DE $F_{OC}$ .....	72
TABLA 20 VALORES DE $F_A$ .....	73
TABLA 21 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 1 .....	76
TABLA 22 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 1 (CON SUBVENCIÓN) .....	77
TABLA 23 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 1.1 .....	78
TABLA 24 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 1.1 (CON SUBVENCIÓN) .....	79
TABLA 25 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 2 .....	80
TABLA 26 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 2.1 (CON SUBVENCIÓN) .....	81
TABLA 27 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 2.1 .....	82
TABLA 28 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 2.1 (CON SUBVENCIÓN) .....	83
TABLA 29 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 3 .....	84
TABLA 30 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 3 (CON SUBVENCIÓN) .....	85
TABLA 31 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 3.1 .....	86
TABLA 32 EVOLUCIÓN DE LOS INDICADORES ECONÓMICOS EN LA PROPUESTA 3.1 (CON SUBVENCIÓN) .....	87

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Objetivos

El proyecto tiene como objetivo realizar una auditoría energética centrada en la iluminación en la empresa BP OIL ESPAÑA S.A.U. construida en el año 1967. Para ello, se analizarán las condiciones actuales del centro, detectando posibles mejoras tanto en el edificio como en sus instalaciones. De las medidas propuestas se estudiará la idoneidad de su implementación según la reducción del consumo energético obtenido y su viabilidad económica.

Para la realización de la Auditoría Energética centrada en la iluminación se analizarán en primer lugar los elementos consumidores del centro y se estudiarán las condiciones de trabajo de los equipos actuales. Para ello, se detallará el inventario de los elementos instalados y se revisarán los consumos con la instalación actual. Con todo esto, ya se podrá tener una idea clara de en qué condiciones se encuentra el centro. A continuación, a partir de los datos obtenidos, se buscarán medidas que favorezcan el ahorro energético, como ya serán conocidas las instalaciones que producen un mayor consumo, se buscarán alternativas para ellas. Las mejoras que finalmente se aplicarán deben conseguir rebajar el consumo y las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas para así intentar mejorar en todos los aspectos.

Se debe tener en cuenta que las mejoras a realizar deben conseguir un ahorro energético pero sin disminuir el confort interno del centro, se pretende mejorar energéticamente las instalaciones pero sin arriesgar la comodidad y los beneficios actuales.

## 1.2. Justificación

En el sector energético existe un gran interés para disponer de un sistema óptimo y eficaz en la iluminación de las empresas.

Durante estos últimos años, el estudio para mejorar la calidad de los sistemas de iluminación está siendo demandado por las empresas. Gracias al desarrollo de la tecnología LED, nos ofrecen productos con una mayor vida útil de las luminarias y un menor coste energético en las mismas.

En este estudio se desarrollará, por tanto, una auditoría interna de iluminación, un estudio inicial de todos sus tipos de luminarias existentes y emisiones, se hace de una manera conjunta con la toma de alturas, mediciones y ubicación en planos de una manera detallada y muy específica para las zonas de mayor interés.

A la vez, se detallarán propuestas de implantación y soluciones a adoptar cumpliendo con toda normativa vigente en edificios y de iluminación interior, con el fin de satisfacer las necesidades visuales de confort y a su vez, reducir considerablemente el gasto económico en la factura de la luz y en las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera.

### 1.3. Antecedentes

Las instalaciones de iluminación de las diferentes dependencias que componen un edificio deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas actividades que se van a desarrollar en cada una de las dependencias.

Si aplicamos calidad al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y por tanto, los mínimos costes de explotación.

Una buena iluminación proporciona a los trabajadores, un ambiente agradable y estimulante, es decir un confort visual que les permite seguir su actividad sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual.

En una instalación de alumbrado de un local, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- Luminarias mal ubicadas o deficientemente apantalladas, que permiten la visión directa de las lámparas, y producen deslumbramientos directos.
- Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, que tanto por defecto como por exceso, pueden hacer indescifrable la escritura realizada sobre un cuaderno, plano, etc.
- Una deficiente distribución de los emisores de luces, tanto naturales como artificiales, provocan un entorno de trabajo molesto.

Estas y otras causas dan lugar a una mala iluminación, que penaliza a los trabajadores, especialmente a aquellos con problemas de visión, lo que puede dar lugar a un descenso en el rendimiento de los trabajadores.

Por tanto, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta relación lumen/vatio, unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

## **2. LOS EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN**

### **2.1. Ambiente lumínico**

La luz como energía natural está presente en el ambiente y varía en el transcurso del día, de una región a otra del mundo o con las estaciones. Y se sabe que el organismo del ser humano reacciona física, fisiológica y psicológicamente a ella. Desde que el ser humano descubriera el fuego hasta la electricidad que nos permite producir luz artificial, ha sido un discurrir de avances que han ayudado a nuestra especie a sobrevivir. Pero los avances tecnológicos están siendo tan rápidos con relación a la evolución humana y su adaptación que se ha demostrado que los espacios deficientemente acondicionados lumínicamente, pueden dañar la salud de los usuarios. Es conocido la expresión Síndrome del Edificio Enfermo, reconocida por la Organización Mundial de la Salud en 1986 como la enfermedad padecida por los trabajadores en instalaciones ambientalmente mal acondicionada.

Es pertinente iniciar este trabajo definiendo los procesos visuales y no visuales de las personas así como los conceptos involucrados en el ambiente lumínico para así y con posterioridad, analizar y evaluar la mejora energética de la iluminación.

### **2.2. Luz natural y luz artificial**

Habitualmente cuando hablamos de luz nos estamos refiriendo a la radiación electromagnética capaz de estimular al ojo humano. Si proviene del Sol, sea directa, difusa o reflejada, diremos que es luz natural, mientras que la luz artificial es aquella que se produce en una transformación de energía por combustión o a partir de la electricidad. Por ello, el ambiente lumínico estará conformado por uno o por ambos tipos de luz.

Me centraré en el alumbrado artificial como elemento sustancial de un ambiente lumínico, donde las personas puedan orientarse en el espacio, desempeñar una tarea, sentir confort visual, modificar su ambiente y estado de ánimo, comunicarse socialmente, establecer un juicio estético, experimentar seguridad, tener salud y sentir bienestar.

### **2.3. Los efectos de la luz**

Los objetivos de este trabajo determinan que en este punto el enfoque quede limitado a los efectos ópticos de la luz artificial, la producción de estímulos en la corteza cerebral capaces de transmitir una información visual y que son estudiados en la luminotecnia. Un 85% de las percepciones sensoriales del cuerpo humano son de origen visual y por ello, el reconocimiento del espacio y los propios objetos dependen en gran medida del ambiente lumínico.

Dentro del espectro total de la radiación solar, la que corresponde a la luz visible es aquella cuya longitud de onda ( $\lambda$ ) se extiende entre los 380 a los 750 nm (1 nanómetro equivale a una millonésima de milímetro).

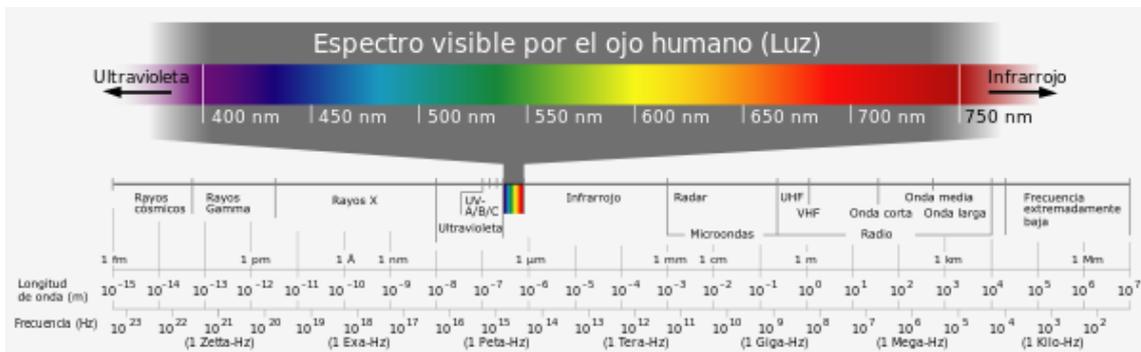


Ilustración 1 Espectro luz visible

Si hacemos pasar la luz blanca solar por un prisma, esta se descompondrá en un haz de colores que van desde el violeta al rojo con longitudes de onda crecientes.

El color es lo que vemos cuando llega a nuestros ojos la luz reflejada por un objeto. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas de luz y refleja las restantes. Los objetos coloreados sólo aparentan tener un color cuando ese color está presente en el espectro de la luz que lo ilumina. La luz solar con todos los colores espectrales posee excelentes propiedades para reproducir los colores.

**Los tres fotorreceptores del ojo:**

Las células fotorreceptoras de la retina del ojo, los conos y bastones, regulan los efectos visuales. Los bastones funcionan cuando la luz es mínima y no permiten la visión en color. El sistema de conos es el responsable de la agudeza y el detalle y de la visión en color. Tanto los bastones y conos están conectadas con el córtex visual.

El nuevo tipo de célula fotorreceptora de la retina detectada por David Berson, regula los efectos biológicos. Estas células tienen su conexión nerviosa propia con un lugar del cerebro llamado núcleo supraquiasmático (NSQ), que es el reloj biológico del cerebro, y con la glándula pineal.

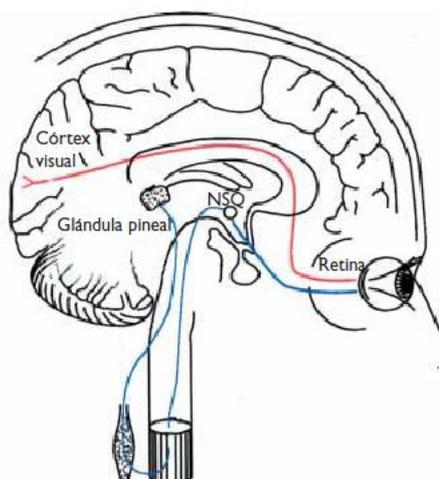


Ilustración 2 Conexión nerviosa de los conos y bastoncillos del ojo con el córtex visual del cerebro

### ¿Cómo es la influencia de estas células?

Estas células fotorreceptoras tienen influencia en nuestro reloj biológico, que a su vez regula el ritmo cardíaco y los circuitos circadianos. Las hormonas cortisol (“hormona del estrés”) y melatonina (“hormona del sueño”) juegan un papel importante a la hora de controlar la vigilia y el sueño. El cortisol, aumenta la glucosa sanguínea para dar energía al cuerpo y mejora el sistema inmune. Sin embargo, cuando los niveles de cortisol están demasiado elevados durante un período muy prolongado el sistema se agota y pierde su eficacia. El nivel de cortisol aumenta por la mañana y prepara al cuerpo para la actividad del día que se avecina. Permanece a un nivel alto suficiente durante el día, cayendo a un nivel mínimo a medianoche. El nivel de la hormona del sueño (la melatonina) cae por la mañana, reduciendo la somnolencia. Normalmente sube de nuevo cuando llega la oscuridad para permitir un sueño sano.

De no ser por esta influencia de la luz, el biorritmo de los seres humanos promedio es de unas 24 horas y 15-30 minutos. El resultado serían unas desviaciones diarias cada vez mayores de nuestra temperatura corporal, del nivel de cortisol y de melatonina respecto de los establecidos por el tiempo horario medioambiental. Esta desarmonización cuando falta el ritmo “normal” de luz-oscuridad desembocaría en un ritmo equivocado de vigilia y sueño, con el resultado final de que la vigilia se produciría en las horas de oscuridad y el sueño durante las horas de luz. Son los mismos síntomas, y de hecho tienen las mismas causas, que los provocados por el “jet lag” cuando se atraviesan varios husos horarios.

Los estudios elaborados por van Bommel y van den Beld sobre los niveles de estrés y de malestar en personas que trabajan en interiores se realizaron comparando un grupo de personas que usó sólo luz artificial con otro grupo que utilizó luz artificial y natural combinadas. Como se puede ver en la ilustración 3, en enero (cuando la penetración de la luz natural no es suficiente como para contribuir al nivel de iluminación) existe poca diferencia entre los resultados de los dos grupos. Pero en mayo, cuando ya existe una contribución real de la luz natural, el grupo que dispone de esta luz transmite a los investigadores muchas menos quejas por estrés. Otro estudio muestra que en invierno la luz artificial brillante en interiores tiene un efecto positivo sobre la vitalidad y sobre el estado de ánimo.

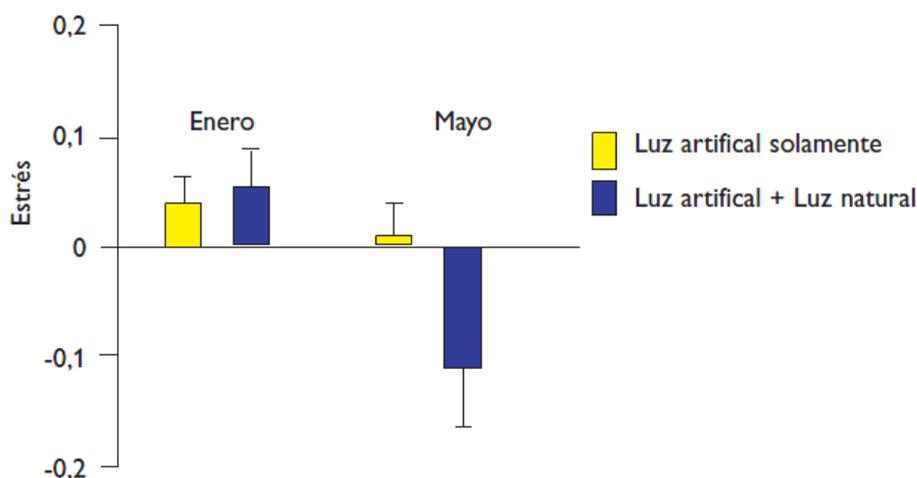
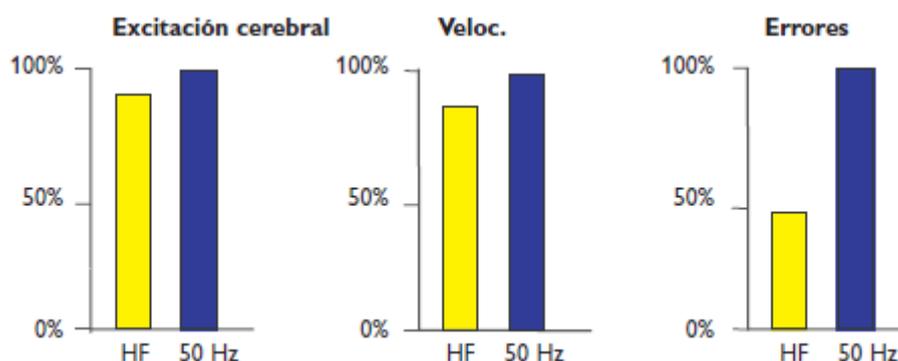


Ilustración 3 Nivel de quejas sobre estrés

Pero algunas personas sufren dolores de cabeza por la fluctuación de la luz que provoca la alimentación de 50 Hz de las lámparas fluorescentes accionadas por balastos magnéticos. Las lámparas fluorescentes que funcionan con balastos electrónicos, de alta frecuencia, operan a unos 30 kHz y por lo tanto no muestran este fenómeno de fluctuación o parpadeo. Al realizar una de las comparaciones se encontró que se presentaban muchos menos casos de dolor de cabeza al utilizar reactancias electrónicas. Küller and Laike determinaron el electroencefalograma (EEG) de personas que trabajaban en un entorno de oficina, con iluminación fluorescente de balastos magnéticos (50 Hz) y con iluminación fluorescente de alta frecuencia. Al mismo tiempo, midieron también la velocidad y los errores cometidos en tareas de revisión. La Ilustración 4 muestra que el valor correlativo de la actividad alfa del EEG y, por lo tanto, la excitación cerebral (“estrés”) es superior con la iluminación de 50 Hz. La velocidad de trabajo es ligeramente superior, pero los individuos cometen muchísimos más errores (más del doble). La combinación de estos efectos nos indica que es acertado, tanto desde el punto de vista del bienestar como desde el de la productividad, utilizar iluminación fluorescente de alta frecuencia en lugar de la iluminación magnética de 50 Hz para limitar la excitación cerebral o el estrés.



*Ilustración 4 Influencia de la oscilación de la fuente luminosa*

A la vista de los resultados de los estudios analizados, podemos comprender los beneficios que conlleva una buena iluminación de las zonas de trabajo tomando en cuenta tanto los efectos visuales como los efectos biológicos (es decir, la salud, el bienestar y la vigilia). Aparte de las ventajas para la salud y el bienestar para los mismos trabajadores, una buena iluminación da lugar a un mejor rendimiento en el trabajo (velocidad), menos errores o rechazos, mayor seguridad, menos accidentes y menor absentismo laboral. El efecto general de todo ello es: mayor productividad.

## 3. CONCEPTOS BÁSICOS EN INGENIERÍA LUMINOTÉCNICA

Antes de realizar el análisis, a continuación se explican una serie de parámetros y conceptos relacionados con nuestro estudio, proyecto y posible instalación de nuestro sistema de iluminación eficiente.

### 3.1. Características físicas de las radiaciones luminosas

#### 3.1.1 Propiedades ópticas de los cuerpos

Cuando una radiación luminosa incide en un cuerpo real se provocan tres fenómenos esenciales:

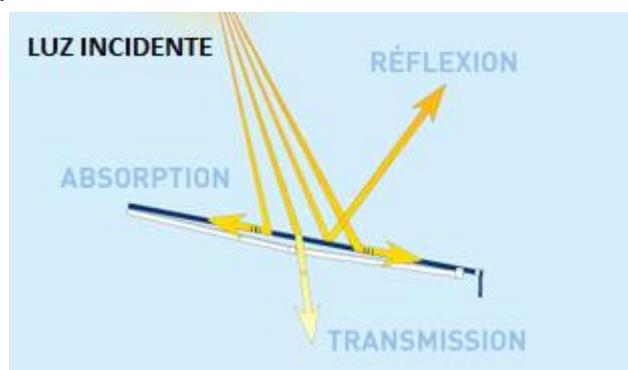


Ilustración 5 Propiedades ópticas de los cuerpos

- **Reflexión:** se produce cuando al incidir una onda sobre una superficie se produce una reflexión

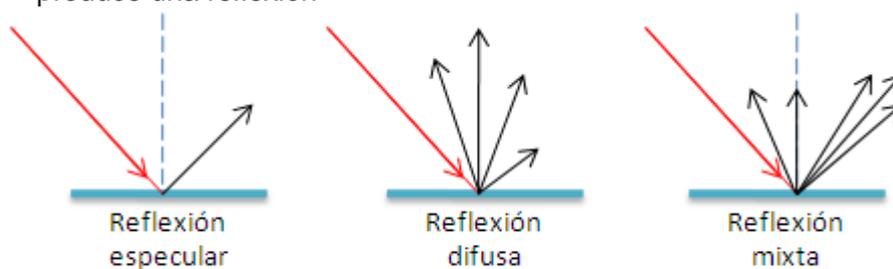


Ilustración 6 Ejemplo de reflexión

- **Transmisión:** es la propagación de las radiaciones a través de los cuerpos transparentes o translúcidos. Si durante esta transmisión hay una diferencia en la densidad del medio se produce la refracción.
- **Absorción:** es la energía radiante absorbida por el cuerpo, aumentando así su energía interna.

### 3.1.2 El color

- **Tono:** viene determinado por la frecuencia.
- **Saturación:** hace referencia a la predominancia de un tono determinado respecto a un gris a la misma luminancia. Esto es, nos indica la pureza cromática.
- **Temperatura del color:** hace referencia al color de la fuente luminosa. Es la temperatura que debe alcanzar un cuerpo negro ideal para que la tonalidad de la luz emitida sea igual a la de la lámpara considerada.

Temperatura de color (K)	Apariencia de color
$T_c < 3300$	Cálida
$3300 < T_c < 5000$	Intermedia
$5000 < T_c$	Fría

Tabla 1 Temperatura de color y su apariencia

- **Índice de reproducción cromática (IRC o Ra):** es una medida cuantitativa que valora la capacidad que tiene una fuente de luz de reproducir fielmente los colores de los objetos. Con el fin de comparar de forma objetiva las propiedades de reproducción cromática de cualquier fuente de luz, el método de medición de la CIE funciona sobre una escala de 0 a 100 (deficiente a excelente). El cambio de color se calcula cuando un objeto se expone a una fuente de luz específica y luego se compara con un iluminante de referencia con la misma temperatura de color (para temperaturas de color de hasta 5000K se usa un radiador de Planck (cuerpo negro) y para temperaturas más altas la luz del día). El CRI para un par de fuentes de luz tan sólo se puede comparar si tienen la misma temperatura del color.

Las lámparas con índices menores de 80 no deberían ser usadas en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos periodos de tiempo.

En la siguiente tabla muestra la calidad con la que se perciben los colores en función del Ra:

$R_a < 60$	Pobre
$60 < R_a < 80$	Bueno
$80 < R_a < 90$	Muy Bueno
$90 < R_a$	Excelente

Tabla 2 Representación de colores según Ra

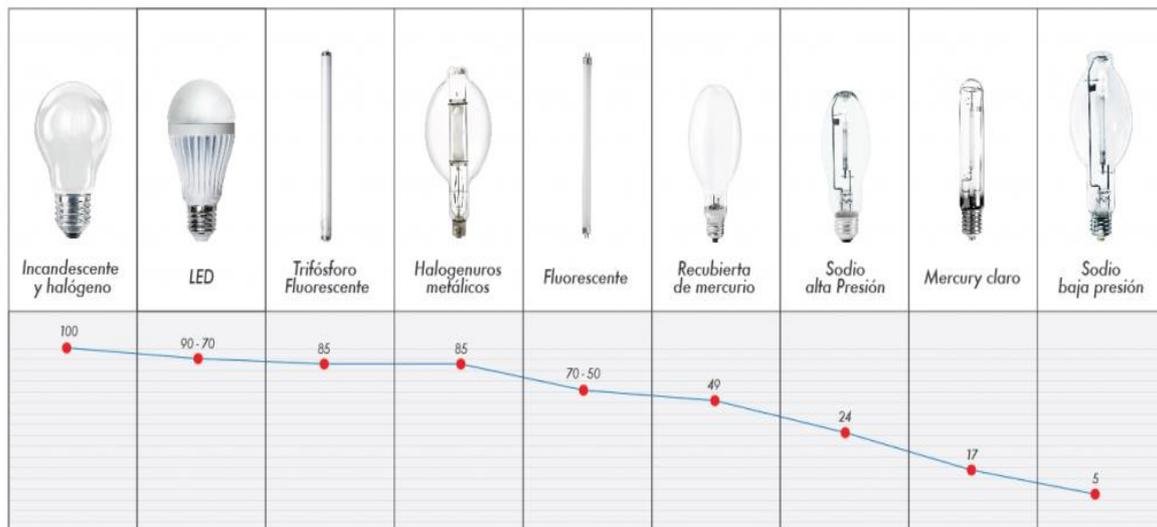


Ilustración 7 Ra para cada tipo de lámpara

### Magnitudes y unidades luminosas

- **Flujo luminoso ( $\Phi$ ):** es el flujo radiante emitido dentro del espectro visible. Su unidad de medida es el lumen (lm).
- **Iluminancia ( $E$ ):** es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área. Su unidad es el lux (lx), y la fórmula que la expresa:

$$I = \frac{\Phi}{S}$$

Se observa en la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será tanto mayor en la medida en que se disminuya la superficie.

Para la medida del nivel de iluminación se utiliza un luxómetro, que consiste en una célula fotoeléctrica, que al incidir la luz sobre su superficie, genera una débil corriente eléctrica que aumenta en función de la luz incidente.

- **Eficacia luminosa ( $\eta$ ):** es la relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente y el flujo energético aportado a la misma. Su unidad es el lumen por vatio (lm/W). El valor máximo, si se transformara toda la energía en radiación monocromática de 550 nm., sería de 683 lm/W.
- **Intensidad luminosa o nivel de iluminación ( $I$ ):** es el cociente del flujo luminoso emitido en una dirección por unidad de ángulo sólido en esa dirección. Su unidad es la candela (cd), y la fórmula que la expresa:

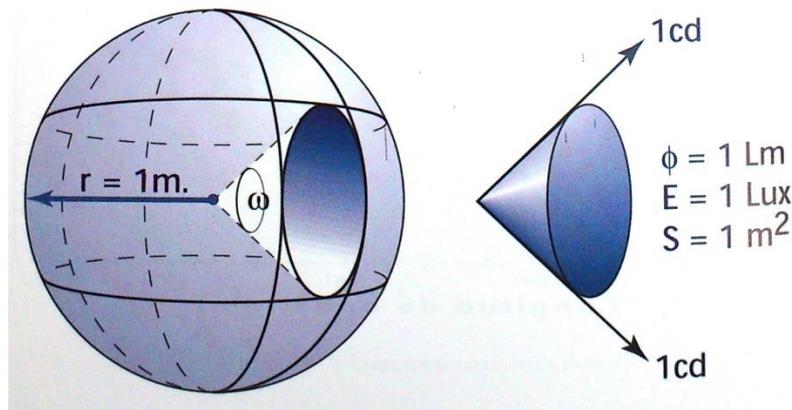


Ilustración 8 Intensidad luminosa

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

- **Luminancia (L):** es el efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que genera luz, como si procede de una fuente secundaria que la refleja. La unidad de medida de la luminancia es la candela por metro cuadrado (cd/m<sup>2</sup>).

### 3.1.3 Curvas fotométricas

La luz emitida por un aparato de iluminación se puede representar a través de un sistema gráfico llamado *curvas fotométricas*. Las mismas son la unión de los puntos de coincidencia entre las varias intensidades luminosas, que se emiten en todas las direcciones en el espacio desde la fuente luminosa, y que forman el **sólido fotométrico**.

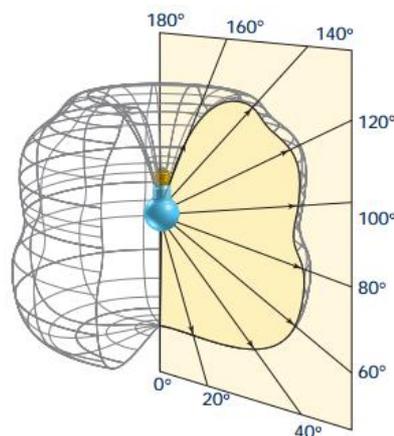


Ilustración 9 Sólido fotométrico

Por intersección del sólido con planos se obtienen las curvas fotométricas. Cuando estos planos se describen a través de coordenadas polares en las cuales el centro corresponde al centro del aparato, se tienen **curvas fotométricas polares**. Estos planos se pueden hacer girar alrededor de un eje para explorar en cada punto del sólido fotométrico. Suelen darse referidas a un flujo emitido de 1000 lm y como el caso general es que la fuente de luz emita un flujo superior, lo valores de intensidad luminosa se calculan con una regla de tres simple.

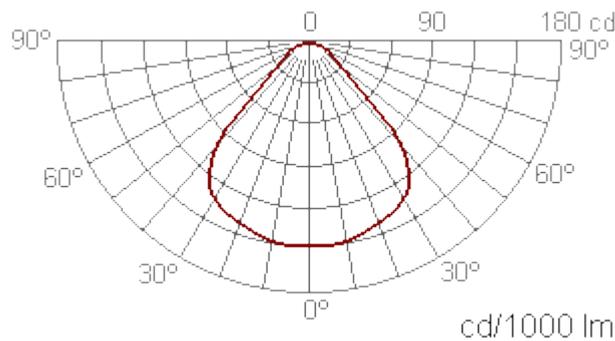


Ilustración 10 Curva fotométrica polar

La utilización de las coordenadas polares no permite una visualización suficientemente detallada, debido a que estas se consiguen a partir de características de fuentes luminosas, flujo o intensidad luminosa, y dan información sobre la forma y magnitud de la emisión luminosa de estas. Por el contrario, las **curvas isolux** hacen referencia a las iluminancias, y flujo luminoso recibido por una superficie. Por consiguiente se prefiere representar la curva fotométrica de los mismos mediante un diagrama cartesiano.

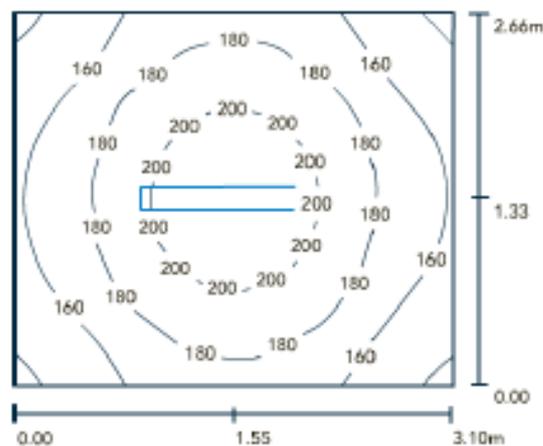


Ilustración 11 Curva isolux

## 3.2. Tipos de lámparas

Una lámpara eléctrica es un dispositivo que produce luz a partir de energía eléctrica. Esta conversión puede realizarse mediante distintos métodos como, por ejemplo, el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, por fluorescencia de ciertos metales ante una descarga eléctrica o por otros sistemas. En la actualidad se cuenta con tecnología para producir luz con eficiencias del 10 al 70 %.

### 3.2.1 Lámpara LED

#### 3.2.1.1 ¿Qué es un LED?

El acrónimo LED viene de las siglas en inglés Light Emitting Diode, Diodo emisor de luz. Un LED es un diodo, es decir un componente electrónico semiconductor que, al ser atravesado por una corriente eléctrica en determinadas condiciones, emite luz. La

longitud de onda de la luz emitida y por tanto su color depende básicamente de la composición química del material semiconductor utilizado.

Cuando la corriente atraviesa el diodo se libera energía en forma de fotón. En términos coloquiales se puede definir el fotón como cada una de las partículas que constituyen la luz y, en general, la radiación electromagnética.

Los diodos actúan con energía eléctrica de corriente continua, por lo tanto, las lámparas de LED deben incluir circuitos internos que les permitan operar desde la corriente alterna. Los LED se dañan a elevadas temperaturas, por lo que las lámparas de LED tienen elementos de gestión del calor. Tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética.

Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de LED, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Actualmente estas lámparas se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentando ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, mayor resistencia al desgaste sufrido en los encendidos y apagados continuos, y su mayor vida útil. También tiene ciertos inconvenientes, como su elevado coste inicial, respecto a otras lámparas.

Las lámparas LED también sacan ventaja del hecho de que se deban colocar muchos LED para lograr una iluminación uniforme al conectar en serie. El número de LED que se pueden conectar depende de la tensión de la red eléctrica.

### **3.2.1.2 Fabricación de las lámparas LED:**

Al ser semiconductores modernos, los LED no se producen en fábricas tradicionales de luminarias, en su lugar se fabrican en instalaciones similares a las plantas de la industria electrónica. Su fabricación se basa en procesos de producción y herramientas desarrolladas por la industria electrónica (microchips).

Para asegurar la estabilidad del producto es necesario el “envasado”. Después de la producción, los dispositivos se prueban y agrupan según la amplitud de onda dominante en la potencia de la luz. Este proceso demanda tiempo y en consecuencia, produce un costo adicional de producción.

Otra similitud con la industria de los semiconductores, es que la producción de LED depende del uso de gases, algunos de ellos son tóxicos. Por eso, la seguridad y la prevención de la contaminación dependen de las tecnologías avanzadas de reducción de emisiones y los sistemas de control.

Los LED necesitan drivers (controladores electrónicos y convertidores/reguladores de energía).

Los LED se fabrican a partir de una variedad de químicos semiconductores. Los diodos consisten en dos capas de cristal, cada una formada por dos de tres elementos. Las combinaciones más comunes incluyen InGaAlP (indio, galio, aluminio, fósforo), AlGaAs (arseniuro de galio y aluminio), AlGaP (fosforo de aluminio y galio), GaN (Nitruro de Indio y Galio), con una variedad de otras combinaciones que se utilizan para aplicaciones especiales. Estas capas crecen principalmente en un zafiro de un solo cristal o en un sustrato de carburo de silicio. Las investigaciones han progresado con la finalidad de superar los desafíos técnicos asociados con el uso de otros materiales de sustrato de bajo costo. Una variedad de otras capas, dopantes y materiales (como cables muy finos) normalmente se incluyen en la construcción final del diodo.

Para obtener luz blanca de único LED, se usa un fósforo combinado con un LED azul o ultravioleta. Hay una gran variedad de fósforos disponibles. Normalmente, estos son compuestos de tierras poco comunes o metales de transición. El fósforo generalmente está incrustado en la cubierta epoxi que encapsula al semiconductor, protegiéndola y actuando como un sistema primario de óptica (lente) para la emisión de luz.

### 3.2.1.3 Ventajas de las lámparas LED:

- **Ahorro económico significativo:**

Al ahorrar hasta 9 veces más que las lámparas incandescentes y 2 veces más que las fluorescentes LFC, junto con la larga vida de los LED, 50 veces más que las incandescentes y 10 veces más que las LFC, supone un ahorro económico importante en la factura de la luz. Otro beneficio es que las lámparas LED son frías, no acumulan calor, y eso se traduce en ahorro en refrigeración.

Igualmente el riesgo de que se rompen es mucho más alto con las incandescentes y LFC, que con una LED. Esto es beneficioso ya que en caso de rotura accidental, elimina la vida útil de la lámpara, aumenta los gastos asociados a la iluminación, añade residuos en los vertederos.

También es posible ahorrar en la instalación, instalando cables de menor sección para iluminación, al no consumir tanta energía como las lámparas anteriores.

- **Protección del medio ambiente:**

No dañan el medio ambiente, ya que no poseen tóxicos en su composición. Cumplen con las regulaciones ROHS, lo que significa que no contienen ninguno de los metales pesados como el plomo, mercurio o cadmio. Estas lámparas pueden ser desechadas de forma segura en la basura, y son reciclables.

Su eficiencia significa mucho menos uso de nuestros recursos energéticos, lo que supone un ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>. Una sola lámpara LED evita la emisión a la atmósfera de 10 kg de CO<sub>2</sub> en 1 año.

- **Larga vida útil:**

Las lámparas LED tienen una duración de más de 70.000 horas. En promedio duran 50 veces más que las lámparas incandescentes y 10 veces más que las lámparas fluorescentes compactas.

- **Encendido instantáneo y sin parpadeo:**

Los LED emiten luz sin parpadeos (a diferencia de los tubos fluorescentes y LFC con balastos magnéticos). Una lámpara LED alcanza su brillantez máxima de forma inmediata, al contrario que las LFC.

- **Luz unidireccional:**

Las lámparas incandescentes y las LFC iluminan en todas direcciones, siendo esto un desperdicio lumínico que crea contaminación lumínica. La luz unidireccional de los LED se traduce en menos desperdicio de iluminación. La iluminación LED no tiene pérdidas por la reflexión, al contrario que el resto de lámparas, que precisan de reflectores para lograr dispersar la luz y una porción de luz siempre se pierde, en torno al 60 % de efectividad.

El LED no precisa de estos sistemas y la luz puede ser dirigida a la zona que queremos iluminar, con una eficiencia del 90 %. Se puede concentrar toda la luz emitida por el LED para dispersarla.

- **Reduce el cansancio visual:**

La luz incandescente es más brillante en el centro del foco y más oscura por los alrededores, y la alta concentración de luz en el centro de la zona iluminada crea puntos de luz calientes que causan cansancio visual. La luminaria Led permite el uso de múltiples fuentes de luz. Cada LED puede estar dirigido hacia una zona específica, proporcionando una luz más equilibrada y uniforme, evitando tanto los puntos de luz calientes como el deslumbramiento.

### **3.2.1.4 Cambio a iluminación LED**

#### **3.1.2.1.1 Luminarias modificadas (retrofit)**

Los productos retrofit “están diseñados para sustituir sistemas actuales de iluminación sin tener que remover su estructura o hacer cambios sustanciales en los cuerpos de las luminarias”. Significa que los productos de iluminación LED retrofit son compatibles con las lámparas más comunes del mercado y con la misma forma y tamaño que las fuentes luminosas ya existentes, haciendo que estos puedan adaptarse al espacio sin ser modificado.



Ilustración 12 Ejemplo de lámparas retrofit

Aunque no es requisito imprescindible, se recomienda retirar el balastro o reactancia, puesto que, al no ser un elemento necesario para el funcionamiento de los tubos LED, solamente supondrá un incremento del consumo eléctrico del conjunto formado por los tubos y la luminaria.

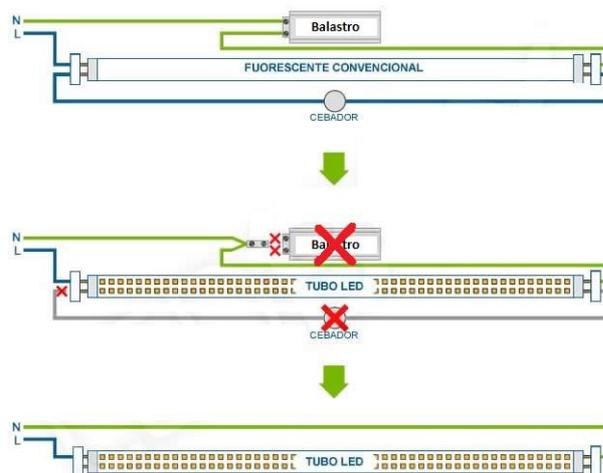


Ilustración 13 Esquema de sustitución de fluorescentes por LED

En el caso de pantallas con varios tubos fluorescentes, aparte de retirar los cebadores es necesario conectar todos los tubos LED en paralelo, es decir, la fase en uno de los extremos de los tubos LED y el neutro en el otro. Al igual que en el caso anterior se recomienda retirar las reactancias para reducir el consumo del conjunto.

En instalaciones nuevas basta conectar los tubos LED en paralelo, sin necesidad de adquirir balastos ni reactancias, reduciendo así los costes materiales de dichas instalaciones.

Algunas de las características del cambio “retrofit”:

- La reducción en costos de operación (mantenimiento y reposición) sin comprometer la calidad de luz.

- El reemplazo es tan simple como desenroscar una lámpara por otra, y sus bajos costos de operación ofrecen un rápido retorno de la inversión.
- La iluminación LED no genera calor (radiaciones infrarrojas) o radiaciones ultravioleta manteniendo intactas las superficies ya instaladas.
- Al ser libres de metales pesados como el mercurio o el plomo, cumplen con las más estrictas regulaciones ambientales en todo el mundo, convirtiéndose en una solución ambientalmente amigable.

#### 3.1.2.1.2 Soluciones integradas

Las soluciones integradas son aquellas luminarias que ya poseen el LED dentro de la lámpara y se adaptan con facilidad al espacio.



*Ilustración 14 Ejemplo de luminarias LED integradas*

Estas luminarias pueden ser más especializadas según el diseño del espacio y su utilidad, y **no necesitan un cambio interno del LED**, son luminarias con una vida útil extendida.

Aportes de las soluciones integradas:

- Iluminación adaptada a las actividades del lugar
- Una representativa reducción en costes de operación (mantenimiento y reposición), sumado a su hermeticidad en espacios especializados.
- Diversas formas de instalación: Suspendidas, empotradas, superficiales, etc.
- Su eficiente funcionamiento con bajo consumo eléctrico y sus excelentes niveles de iluminación.
- Variado diseño en luminarias y dimensiones, hechos con materiales resistentes.
- Posibilidades para su instalación de forma diferente y creativa, según demande el diseño.

### 3.1.3 Lámpara incandescente

#### 3.1.3.1 Lámpara incandescente:

Una lámpara incandescente o de incandescencia es una unidad que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, mediante el paso de corriente eléctrica.

Consta de un filamento de wolframio (tungsteno) muy fino, encerrado en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío, o se ha rellenado con un gas inerte, para evitar que el filamento se volatilice por las altas temperaturas que alcanza. Se completa con un casquillo metálico, en el que se ubican las conexiones eléctricas.

La ampolla varía de tamaño proporcionalmente a la potencia de la lámpara, puesto que la temperatura del filamento es muy alta y, al aumentar la potencia y el desprendimiento de calor, es necesario aumentar la superficie de disipación de calor.

Inicialmente en el interior de la ampolla se hacía el vacío. Actualmente la ampolla está rellena de un gas noble, normalmente kriptón, que impide la combustión del filamento.

El casquillo sirve para fijar la lámpara en un portalámparas por medio de una rosca, llamada rosca Edison. Por ejemplo, una de las roscas más habituales es la E-27, representando este número el diámetro en milímetros de la rosca. Otras roscas habituales son las E-14 para lámparas de poca potencia y E-40 para lámparas de gran potencia. Hay muchos otros tipos de encajamiento, sobre todo en lo relativo a aplicaciones especiales, si bien los tipos de rosca Edison junto con la bayoneta Swan, en sus distintos formatos, son los más populares para usos normales.

La lámpara incandescente es la de más bajo rendimiento luminoso de las lámparas utilizadas, con entre 12 y 18 lm/W y la que menor vida útil o durabilidad tiene, en torno a 1.000 horas, aunque es la más difundida, por su bajo precio y el color cálido de su luz.

No ofrecen muy reproducción de los colores, ya que no emite en la zona del espectro de colores fríos, pero al tener un espectro de emisiones continuo logra contener todas las longitudes de onda en la parte que emite del espectro.

Su eficiencia es muy baja, ya que sólo convierte en luz visible alrededor del 15 % de la energía consumida. El 85 % restante en radiación no perceptible, luz ultravioleta y luz infrarroja, que acaban convirtiéndose en calor.

Sin embargo, el concepto de eficiencia es relativo, y puede considerarse bajo sólo en el caso de que se contemple la conversión de energía eléctrica en luz. Justamente debido a sus supuestas limitaciones, su uso durante el invierno convierte a la lámpara incandescente en un objeto que transforma la energía eléctrica en luz y calor de manera perfectamente eficiente (por ejemplo en una lámpara de mesa), especialmente en espacios donde a su vez se requiere calefacción, ya que el calor que desprende se encuentra en el sitio más cercano y necesario.

Estas lámparas dejaron de fabricarse el 1 de septiembre de 2012, por lo que con el paso del tiempo desaparecerán definitivamente.

### **3.1.3.2 Lámpara halógena**

La lámpara halógena es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno. El filamento y los gases se encuentran en equilibrio químico, mejorando el rendimiento del filamento y aumentando su vida útil. Un compuesto de cuarzo sustituye al vidrio, permitiendo lámparas de menor tamaño para potencias altas, ya que soporta mucho mejor el calor. Algunas de estas lámparas funcionan 12 V, por lo que necesitan un transformador para su funcionamiento.

La lámpara halógena emite una luz muy blanca y brillante, similar a la luz natural. Se trata de una de las mejores opciones para conseguir una buena iluminación ambiente. Son utilizadas generalmente para iluminación indirecta, ya que focalizan bastante la luz, lo cual las convierte en una opción interesante para lámparas que iluminen mesas y zonas de trabajo, o para resaltar algunos elementos decorativos.

Su origen está en la investigación para el desarrollo y la mejora de las lámparas incandescentes. La investigación se centró en la idea de aumentar la potencia lumínica de las mismas introduciendo gases dentro de la ampolla de cristal. La vida útil duplica a la de las lámparas incandescentes convencionales, siendo de en torno a 2.000 horas, y su consumo eléctrico es menor para conseguir la misma cantidad de luz.

Las lámparas halógenas reflectoras incorporan un reflector para cuando se necesite una luz muy focalizada. Dentro de las reflectoras se encuentran las dicroicas, que consisten en un quemador halógeno de bajo voltaje, óptimamente posicionado en un reflector de vidrio el cual tiene un recubrimiento dicroico especial que transmite el calor y refleja la luz. Se recomiendan especialmente para la iluminación de acentuación.

Las lámparas halógenas de cápsula se usan en zonas donde interese tener un punto de luz muy brillante.

### **3.1.4 Lámpara de descarga**

El funcionamiento de una lámpara de descarga se basa en el fenómeno de la luminiscencia, el cual consiste en la producción de radiaciones luminosas con un escaso aumento de la temperatura, por lo que se las llama lámparas frías. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o vapor de sodio), o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos u otros usos.

### 3.1.4.1 Lámpara de vapor de mercurio

Estas lámparas consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque.

Una de las características de estas lámparas es que tienen una vida útil muy larga, ya que rinde unas 25.000 horas aunque la depreciación lumínica es considerable.

Se dividen en 2 tipos:

#### 3.1.4.1.1 Vapor de mercurio a baja presión:

En estas lámparas, la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga. Tienen mayor eficacia luminosa que las lámparas incandescentes normales y muy bajo consumo energético. Son lámparas más costosas de adquisición y de instalación, pero se compensa por su larga vida de funcionamiento.

Recordemos que estas lámparas son de descarga de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga. Tienen mayor eficacia luminosa que las lámparas incandescentes normales y muy bajo consumo energético. Son lámparas más costosas de adquisición y de instalación, pero se compensa por su larga vida de funcionamiento. La reproducción del color es su punto débil, aunque en los últimos años se están consiguiendo niveles aceptables. Caracterizadas también por una tonalidad fría en el color de la luz emitida.

Dentro de este tipo de lámparas están incluidas las lámparas fluorescentes.

#### 3.1.4.1.1.1 Lámpara fluorescente:

La lámpara consiste en un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos, aunque generalmente no contienen el elemento químico fósforo y no deben confundirse con él. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse contribuye a la ionización de los gases.

Estas lámparas necesitan de unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, por lo que es aconsejable utilizarlas en lugares donde no se estén encendiendo y apagando continuamente. Con el balasto electrónico el encendido es instantáneo, alargando la vida útil del tubo. De todos modos, siempre tarda un tiempo en llegar a su luminosidad normal.

Las lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 90 lm/W. La luminosidad no depende solamente del revestimiento

luminiscente, sino de la superficie emisora, de modo que al variar la potencia varía el tamaño.

En el mercado hay distintos modelos con diferentes temperaturas de color, desde los 2.700 K hasta los 10.000 K, recomendándose la elección en función del uso.

La gran ventaja de este tipo de lámparas es su, relativamente, reducido consumo, frente a las lámparas tradicionales de incandescencia e, incluso, frente a otros tipos de lámparas, excepto las lámparas LED. Eso ha llevado a un uso muy extenso, especialmente en edificios de uso público y oficinas. En el consumo también interviene el sistema de encendido. Cualquiera balasto de reactancia y cebador consumen más que su semejante de tipo electrónico, de modo que existen posibilidades de ahorro energético solo con cambiar el balasto por uno más moderno, y además se eliminarían otros inconvenientes como el parpadeo (efecto estroboscópico) y el encendido diferido.

Con el sistema de encendido de reactancia y cebador, no dan una luz continua, sino que muestran un parpadeo que depende de la frecuencia de la corriente alterna aplicada (50 Hz en España). Este parpadeo puede causar el efecto estroboscópico, de forma que un objeto que gire a cierta velocidad podría verse estático bajo una luz fluorescente. Por el contrario, con un balasto electrónico no existe tal problema, pues este dispositivo convierte la frecuencia de la corriente de 50 Hz a 20 KHz, además de mejorar el rendimiento un 10 %, reducir el consumo y aumentar la vida útil de los tubos.

Estas lámparas ven reducida su vida útil si se encienden y se apagan frecuentemente, visto que su acción de encender les cuesta mucho más trabajo que mantenerse encendidas.

#### 3.1.4.1.1.2 Lámpara fluorescente compacta (LFC):

Es un tipo de lámpara que aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes para hacer lámparas de menor tamaño que puedan sustituir a las lámparas incandescentes con pocos cambios en la armadura de instalación y con menor consumo. La luminosidad emitida por un fluorescente depende de la superficie emisora, por lo que este tipo de lámparas aumentan su superficie doblando o enrollando el tubo de diferentes maneras. Otras mejoras en la tecnología fluorescente han permitido asimismo aumentar el rendimiento luminoso desde los 40-50 lm/W hasta los 80. También la sustitución de los antiguos balastos electromagnéticos por balastos electrónicos ha permitido reducir el peso y el característico parpadeo de los fluorescentes tradicionales.

En comparación con las lámparas incandescentes, las LFC tienen una vida útil más larga y consumen menos energía eléctrica para producir la misma cantidad de luz. Como desventajas, muchas de ellas no alcanzan su máximo brillo de forma inmediata y es más problemático deshacerse de las viejas, pues hay que llevarlas a lugares específicos, ya que contienen residuos tóxicos.

El funcionamiento de la LFC es el mismo que el de un tubo fluorescente común, excepto que es mucho más pequeña y manejable. Cuando se enrosca la LFC en un portalámparas (E27 o E14, al igual que utilizan la mayoría de las lámparas incandescentes), al accionar el interruptor de encendido, la corriente eléctrica alterna pasa por el balasto electrónico, donde un rectificador diodo de onda completa la convierte

en corriente continua. A continuación, un circuito oscilador, compuesto fundamentalmente por un circuito transistorizado que funciona como amplificador de corriente, una bobina, transformador y un condensador, se encarga de originar una corriente alterna con una frecuencia de entre 20 y 60 kHz.

El objetivo de esa alta frecuencia es disminuir el parpadeo que provoca el arco eléctrico que se crea dentro de las lámparas fluorescentes cuando se encuentran encendidas, anulando el efecto estroboscópico que normalmente se crea en las lámparas fluorescentes convencionales con balastos electromagnéticos.

Cuando los filamentos de la LFC se calientan por el paso de la corriente, el aumento de la temperatura ioniza el gas inerte (habitualmente argón o neón) que contiene el tubo en su interior, creándose un puente de plasma entre los dos filamentos. A través de ese puente se origina un flujo de electrones que aporta las condiciones necesarias para que el balasto electrónico genere una chispa y se inicie un arco eléctrico entre los dos filamentos. En este punto del proceso los filamentos se apagan, cesando su incandescencia, y su misión es actuar como electrodos para mantener el arco eléctrico durante todo el tiempo que permanezca encendida la lámpara. El arco eléctrico no produce directamente la luz en estas lámparas, pero su existencia es fundamental para que se produzca ese fenómeno.

Al permanecer el arco eléctrico y mantener el proceso de ionización del gas inerte, los iones desprendidos de este al chocar contra los átomos del vapor de mercurio contenido dentro del tubo dan lugar a que los átomos de mercurio se exciten y comiencen a emitir fotones de luz ultravioleta en la desexcitación subsiguiente. La luz ultravioleta no es visible para el ojo humano, pero al ser absorbidos por la capa de sustancia fluorescente que recubre la pared interna del tubo, hace que los átomos de flúor se exciten y que emitan fotones de luz visible al desexcitarse. El resultado final es que la lámpara emite luz visible hacia el exterior.

Los ciclos de encendido y apagado afectan a la duración de su vida útil, de manera que las lámparas sometidas a frecuentes encendidos pueden envejecer antes de lo que marca su duración teórica, reduciendo por tanto el ahorro económico y energético. Esto es aplicable en lugares de uso puntual, como pasillos o aseos. Debe evitarse colocar estas lámparas en luminarias muy cerradas, pues las altas temperaturas también reducen su vida útil.

#### 3.1.4.1.2 Vapor de mercurio a alta presión:

La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema, se suele añadir sustancias fluorescentes para que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara, aunque también están disponibles las bombillas completamente transparentes, las cuales iluminan bien en zonas donde no se requiera estrictamente una exacta reproducción de los colores.

Estas lámparas han sido usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles ya que el periodo de mantenimiento es muy largo. Actualmente, las lámparas de haluros

metálicos, particularmente, las que encienden por pulso, proveen mejores características a lo largo de su vida útil.

#### 3.1.4.1.2.1 Lámpara de haluro metálico:

Estas lámparas también son conocidas como lámparas de aditivos metálicos, lámparas de halogenuros metálicos, lámparas de mercurio halogenado o METALARC. Son lámparas de descarga de alta presión, del grupo de las lámparas denominadas HID (High Intensity Discharge). Son generalmente de alta potencia y con una buena reproducción de colores, además de la luz ultravioleta.

Como las otras lámparas de descarga de gas eléctrica, la luz se genera pasando un arco eléctrico a través de una mezcla de gases. El tubo compacto donde se forma el arco contiene una mezcla de argón, mercurio y una variedad de haluros metálicos. Las mezclas de haluros metálicos afectan a la naturaleza de la luz producida, variando la temperatura de color y su intensidad. El gas argón se ioniza fácilmente, facultando el paso del arco voltaico pulsante a través de dos electrodos, cuando se le aplica un cierto voltaje a la lámpara. El calor generado por el arco eléctrico vaporiza el mercurio y los haluros metálicos, produciendo luz a medida que la temperatura y la presión aumentan. Estas lámparas requieren de un equipo auxiliar para proporcionar un voltaje apropiado para comenzar el encendido y regular el flujo de electricidad para mantener la lámpara encendida.

La lámpara de haluro metálico tiene una base metálica que permita la conexión eléctrica. La lámpara es recubierta con un cristal protector externo, llamado bulbo, que protege los componentes internos de la lámpara. Dentro de la cubierta de cristal se encuentran una serie de soportes y alambres que sostienen el tubo de cuarzo fundido, donde se forma el arco voltaico y la luz, y a su vez este se encaja en los electrodos de tungsteno. Dentro del tubo de cuarzo fundido, además del mercurio, contiene yoduros, bromuros de diferentes metales y un gas noble. La composición de los metales usados define el color y la temperatura de la luz producida por la lámpara. Algunas lámparas son recubiertas internamente con fósforo para difundir la luz.

Para su funcionamiento es necesario un balasto, y en algunas de ellas un electrodo especial de encendido, ya que las tensiones de encendido varían entre 1.500 y 5.000 V.

Su vida media es de unas 20.000 horas, y tienen una eficiencia de entre 60 y 95 lm/W.

#### 3.1.4.2 Lámpara de vapor de sodio

Es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lm/W.

El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga cerámica translúcida, con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan; en los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio ilumine. Para el funcionamiento de este tipo de

lámpara se requiere de un balasto y uno o dos condensadores para el arranque.

Se dividen en 2 tipos:

#### 3.1.4.2.1 Vapor de sodio a baja presión (SBP):

La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano. Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por el contrario, el hecho de tener una luz monocromática hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos, haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15.000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrecen, la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público. El final de su vida útil se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones, como ocurre en otras lámparas de descarga, aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

En estas lámparas, el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes, y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la menor temperatura posible. El tubo está cerrado en una ampolla en la que se practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo (270 °C).

El tiempo de arranque está en torno a 10 minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja a la amarilla característica del sodio.

#### 3.1.4.2.2 Vapor de sodio a alta presión (SAP):

Estas lámparas tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada, mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión. No obstante, esto se consigue disminuyendo su eficacia. Aunque su valor ronda los 130 lm/W, sigue siendo un valor alto en comparación con los de otros tipos de lámparas.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20.000 horas y su vida útil entre 8.000 y 12.000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo, destaca el fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que

impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1.000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación exterior como interior. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

### 3.3. Normativa

#### Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y publicado en el BOE del 28 de marzo de 2006.

Esta norma de referencia para la construcción de edificios establece las exigencias que deben cumplirse en los edificios, en relación con los requisitos básicos a la seguridad y a la habitabilidad. Se trata de una norma de mínimos obligatorios y, también es una norma de objetivos donde se indican los valores que se deben obtener.

El Código se estructura en varios documentos básicos. A continuación vamos a tratar los de mayor repercusión para nuestro estudio.

#### HE 3 - Eficiencia energética en instalaciones de iluminación

Tiene como objetivo conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios. Se aplica a:

- a) Edificios de nueva construcción
- b) Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1.000 m<sup>2</sup>, donde se renueva más de un 25% de la superficie iluminada
- c) Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación

Una de las exigencias básicas de ahorro de energía es la HE 3 – Eficiencia Energética de las instalaciones de iluminación donde se fijan, por primera vez en la normativa española, unos requisitos para las instalaciones de iluminación. Establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, contando con un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como un sistema de iluminación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en aquellas zonas donde reúnan unas condiciones adecuadas. A la hora de realizar el diseño y dimensionamiento de la instalación hay que tener en cuenta los valores indicados en la UNE 12464-1.

Documentación justificativa:

- a) El factor de mantenimiento (Fm) previsto
- b) La iluminancia media horizontal media (Em)
- c) El índice de deslumbramiento unificado (UGR)
- d) Los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas usadas
- e) El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)
- f) Las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar

## SU 4 - Seguridad frente al riesgo derivado de iluminación inadecuada

Dentro de esta sección se recogen los niveles mínimos de alumbrado normal en zonas de circulación, medidos a nivel del suelo. Sin ser estos especialmente elevados, sí suponen un incremento respecto a la práctica habitual. Para el caso de iluminación interior y circulación exclusiva de persona nos encontramos con los valores de 75 lux para escaleras y 50 lux para el resto de zonas, como valores de iluminación mínima.

### Norma UNE 12464-1

En el año 2002 se redactó la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios; y de aplicación obligatoria en los países miembros. 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 que se encuentra la iluminación.

Pero no debe olvidarse que junto con el deseo de ahorrar energía coexiste la obligación de satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo niveles suficientes sino satisfactorios de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo. Esta se recoge en la norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior", creada por la Comisión Europea de Normalización en septiembre de 2002. Dentro de confort visual están englobados parámetros tales como relación de luminancias entre tarea y entorno, control del deslumbramiento, etc.

Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

1. **Confort visual:** en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
2. **Prestaciones visuales:** los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más largos.
3. **Seguridad**

### REAL DECRETO 486/1997

En el anexo IV del RD 48/1997 se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. El artículo 8 indica "La iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud". En el documento se estipulan los niveles mínimos de iluminación (lux) que deben cumplir la zona o parte del lugar de trabajo.

## 4. METODOLOGÍA

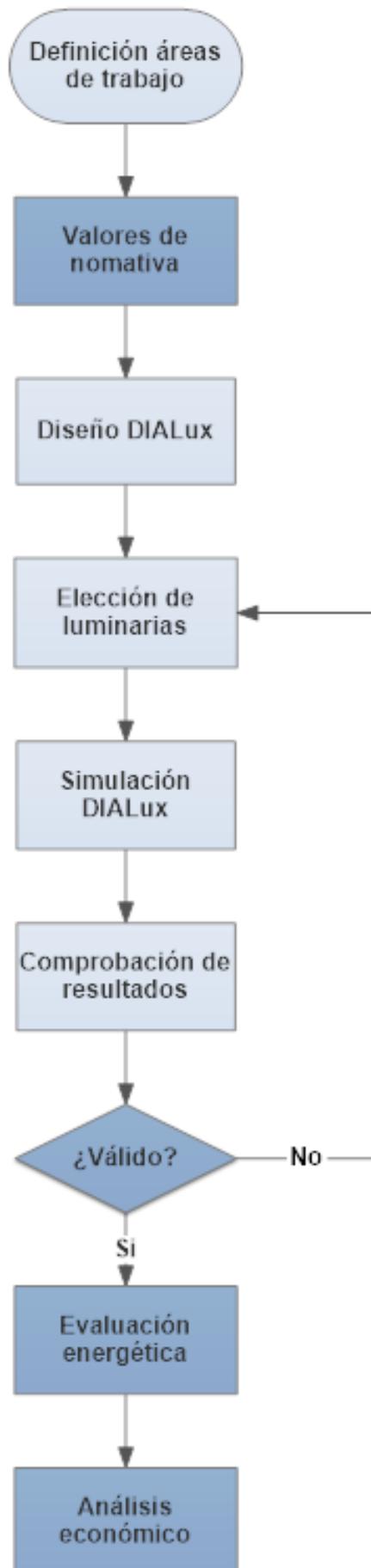
### 4.1. Análisis genérico

Inicialmente debemos conocer dónde vamos a aplicar el estudio. Debemos conocer el edificio, su posición geográfica y su orientación, así como identificar las diferentes actividades que se van a desarrollar. Es importante conocer los horarios, los hábitos de los usuarios, etc. Con esta información podremos elegir las luminarias más adecuadas. A continuación se realiza la simulación por ordenador o cálculos manuales en su defecto, para comprobar que los niveles de iluminación superan la normativa establecida para cada caso. Posteriormente hay que realizar un análisis económico que nos indique la viabilidad económica de la instalación.

A continuación se va a describir el proceso que hemos seguido para afrontar el estudio de un sistema de iluminación:

1. Definidas las áreas de trabajo, debemos identificar las diferentes actividades que se van a desarrollar en su interior. Dentro de cada gran grupo de actividad (edificio de oficinas, centros educativos, hospitales, producción, hoteles y gastronomía, mayoristas y minoristas, exposición, etc.) hay que señalar la actividad y características de cada local.
2. Por ejemplo, hay que diferenciar una oficina en función del número de personas que trabajan en ella, o un centro de estudios para personas mayores tendrá que disponer de mayor nivel de iluminación que uno de niños.
3. Hay que comprobar en la normativa los valores luminotécnicos que debemos superar. Los más importantes son la iluminancia, que nos indica el nivel de iluminación; el valor de eficiencia energética o VEEL, el valor del deslumbramiento UGR, la uniformidad, etc.
4. Diseño en ordenador mediante el software DIALux, atendiendo a:
  - a. Dimensiones físicas: número de paredes, altura de techos, etc.
  - b. Características constructivas del techo, paredes y suelo: grado de reflexión, color, transparencia, rugosidad, brillo, etc.
  - c. Objetos y sus propiedades.
  - d. Texturas.
  - e. Superficies de cálculo. Son las superficies a tener en cuenta cuando se realiza un cálculo. Su posición y dirección dependen del uso del local.
5. Duplicar local (para poder probar con distintas luminarias)
6. Elección de luminarias
7. Simulación (se verá un ejemplo posteriormente)
8. Comprobación de resultados
9. Evaluación energética
10. Análisis económico

A continuación se muestra el flujo de trabajo mediante un esquema:



## 4.2. Análisis por ordenador: DIALux

DIALux es un software de cálculo luminotécnico usado por diseñadores de iluminación, consultores, arquitectos, técnicos de iluminación, etc. Puede ser utilizado para el cálculo de iluminación interior y exterior. Permite la importación de archivos de Autocad para su estudio. Se caracteriza por ser capaz de calcular los niveles de iluminación debidos a luz directa e indirecta. El método de cálculo es denominado cálculo por radiosidad. Se basa en el principio de conservación de la energía, que asume que la luz que es proyectada sobre una superficie y no es absorbida por ésta, será remitida. La superficie también puede ser luminosa por sí misma.

Los programas de cálculo de iluminación llevan usándose desde hace varias décadas, por lo que se ha podido comprobar la exactitud de los resultados. No obstante, hay que destacar que las causas de desviaciones más frecuentes son:

- Desviación de los datos teóricos de luminosidad de la lámpara con los reales.
- Fuente de alimentación en el uso real, en comparación con laboratorios.
- Desviación en la temperatura de funcionamiento
- Desviación en el grado de reflexión de las superficies

## 5. ESTUDIO DE ILUMINACIÓN INTERIOR DE LOS EDIFICIOS DE LA PLANTA BP

### 5.1. Ámbito de aplicación

“La ingeniería es el conjunto de conocimientos científicos y tecnológicos para la innovación, invención, desarrollo y mejora de técnicas y herramientas para satisfacer las necesidades de las empresas y la sociedad.” Por lo tanto se debe apostar en la medida de lo posible por sistemas inteligentes y productos de última generación para mejorar nuestras condiciones de trabajo y habitabilidad.

A la vez que de esta manera se reducirá sustancialmente la cantidad de energía eléctrica consumida por la iluminación, este suceso implica dos aspectos directamente proporcionados.

Por un lado, la reducción del gasto económico en la factura de la luz y por otro lado y no menos significativo la reducción de la cantidad del aporte de CO<sub>2</sub> a nuestra atmósfera.

#### 5.1.1 Ubicación

EL inmueble se encuentra situado en Polígono industrial El Serrallo en la ciudad de Castellón de la Plana. En la ilustración 15 se puede encontrar la ubicación del edificio y el entorno que le rodea.



Ilustración 15 Ubicación geográfica del complejo

Seguidamente en la ilustración 16 se muestra de una manera más detallada los

edificios estudiados, y su situación dentro del polígono industrial. Como dato previo al análisis, se quiere mencionar que se pretendía realizar un estudio global de toda la refinería. Lamentablemente debido al tiempo que se dispuso para la realización del estudio, solamente se ha analizado la iluminación interior de los edificios que se detallan a continuación. Para evitar confusión se aclara que esta imagen esta rotada 180° para apreciar mejor la situación de los edificios.

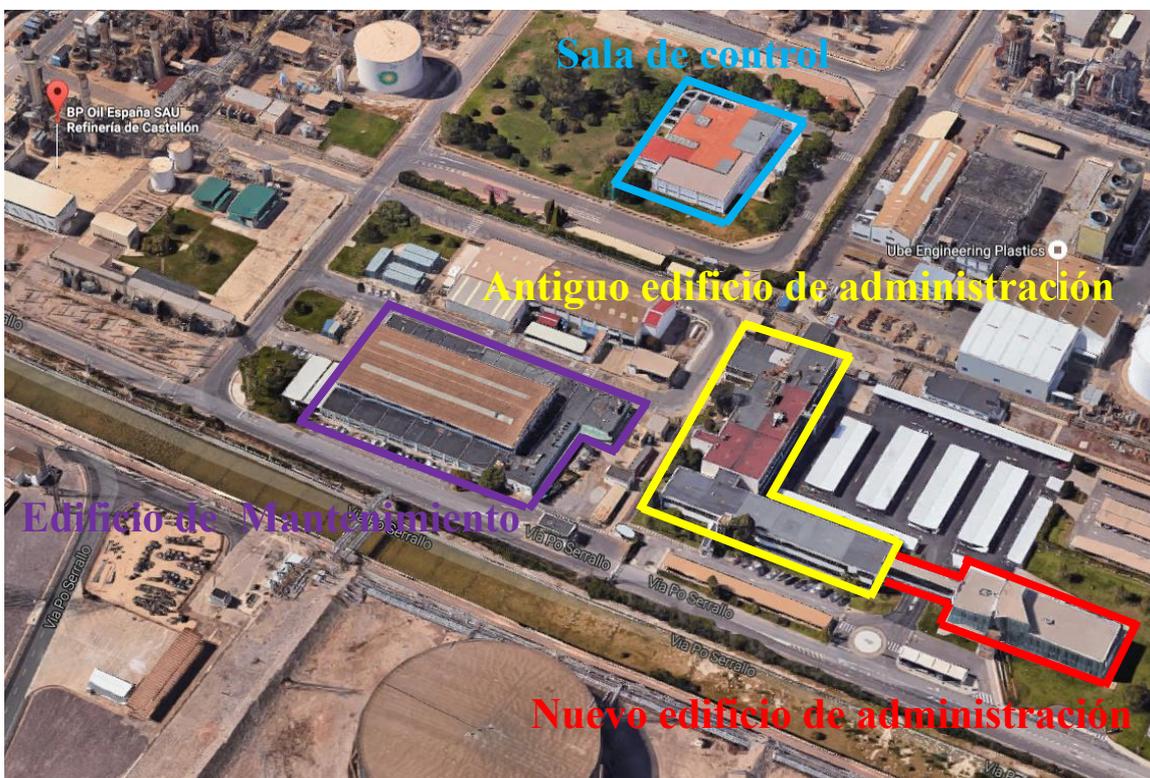


Ilustración 16 Visión 3D de los edificios estudiados (vista Norte-Sur)

### 5.1.2 Descripción del inmueble

Para desarrollar nuestro estudio de iluminación interior, es importante conocer las características constructivas que presenta el edificio, ya que éstas serán consideradas posteriormente en la decisión de medidas a adoptar en alguna instancia del inmueble. A continuación realizaremos una breve explicación de los edificios analizados.

#### 5.1.2.1 Antiguo edificio de administración

El edificio cuenta con 2 plantas, distribuidas como planta baja (PB) y planta 1 (P1). Consta de 4 escaleras principales.

Está constituido por un total de 121 estancias, si las agrupamos en diferentes categorías tenemos:

- 75 despachos
- 5 salas de reunión
- 17 cuartos de aseo
- 4 vestuarios (en 2 de ellos poseen una sala de duchas)
- 18 salas

La categoría de salas se ha creado para agrupar las dependencias que no están dentro de las anteriores, en el **Anexo 1** se encuentra el inventario, y en él está descrito el uso en detalle que se le da a cada sala como por ejemplo sala de archivos, almacén, etc.

La estructura del edificio podemos simplificarla en suelo negro, con paredes blancas de obra y un falso techo (techo registrable) situado a 2,8 metros de altura del suelo.

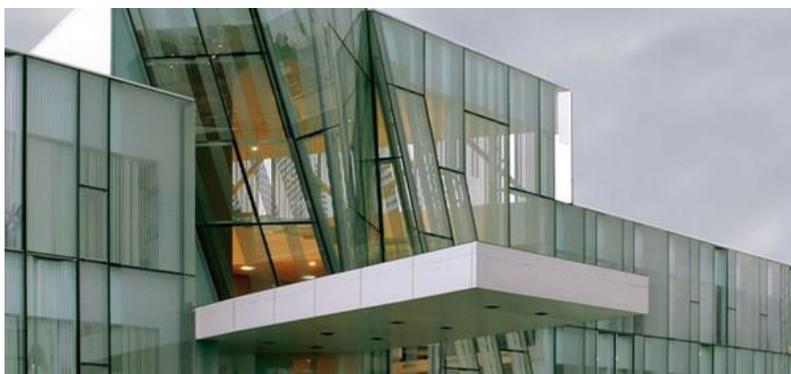
### 5.1.2.2 Nuevo edificio de administración

El edificio cuenta con 4 plantas, distribuidas como planta baja (PB), planta 1 (P1), planta 2 (P2) y sótano (P-1). Consta de 1 escalera principal, y además tiene un pasillo por el cual se accede al edificio antiguo de administración.

Está constituido por un total de 38 estancias, si las agrupamos en diferentes categorías tenemos:

- 27 despachos
- 6 salas de reunión
- 4 cuartos de aseo
- 1 sala

Este edificio por su nombre puede parecer que se trata de un edificio con las mismas características que el anterior. Este fue proyectado en el año 2004, y se trata del edificio de gerencia de la compañía. Siendo este la “cara” de la compañía en la sede de Castellón. Por ello el edificio cuenta con elementos arquitectónicos que lo hacen edificio singular, entre tantos podemos destacar la envolvente del edificio se ha realizado con el muro cortina MX Estructural en su versión de Vidrio Exterior Encolado, el cual se puede apreciar en la figura 3. Además el suelo está formado por parquet, este mismo tono se utiliza en las paredes. La altura del falso techo (techo registrable) se encuentra a 2,7 metros de altura. Además las luminarias de los pasillos cuentan con cristal serigrafiado. Asimismo la distribución de las luminarias denota cierta tendencia a impresionar a los asistentes.



*Ilustración 17 Nuevo edificio de administración; muro cortina MX Estructural - Vidrio Exterior Encolado*

### 5.1.2.3 Edificio de mantenimiento

El edificio cuenta con 1 planta, distribuida como planta baja (PB) y un Taller que es de doble altura.

Está constituido por un total de 55 estancias, si las agrupamos en diferentes categorías tenemos:

- 29 despachos
- 2 salas de reunión
- 6 cuartos de aseo
- 18 salas

La estructura del edificio podemos simplificarla en suelo negro, con paredes blancas de obra y un falso techo (techo registrable) situado a 2,8 metros de altura del suelo. Además cuenta con un taller de doble altura, en el cual las luminarias (campanas) se instalan adosadas en unas vigas horizontales situadas a 7,68 metros de altura.

### 5.1.2.4 Sala de control

El edificio cuenta con 1 planta, distribuidas como planta baja (PB).

Está constituido por un total de 51 estancias, si las agrupamos en diferentes categorías tenemos:

- 26 despachos
- 3 salas de reunión
- 5 cuartos de aseo
- 17 salas

La estructura del edificio podemos simplificarla en suelo negro, con paredes blancas de obra y un falso techo (techo registrable) situado a 2,8 metros de altura del suelo. Además cuenta con un área donde se encuentran los monitores para realizar la monitorización de la refinería, el cual dispone de un tragaluz y en el centro una zona verde, debido a que los controladores realizan turnos con largos periodos de duración y estos elementos están destinados a mejorar el entorno de trabajo.

## 5.2. Iluminación instalada

En este apartado se procede a describir las tecnologías instaladas en los edificios estudiados de la refinería BP OIL ESPAÑA S.A.U.

### 5.2.1 Inventario de iluminación interior

La empresa BP OIL no poseía ningún registro de las luminarias, bombillas, equipos auxiliares, etc. Por lo tanto el primer paso fue el de realizar un inventario (Anexo 1) para conocer todos los competentes que existen en la actual instalación. Además se ha especificado las características de cada local de este modo analizar los requisitos de alumbrado para las distintas zonas según la norma UNE-EN-12464-1:2011.

Al analizar los datos obtenidos tras la realización del inventario, se ha calculado que se tiene una **potencia instalada de 192,414 kW**, este dato es sin considerar los equipos auxiliares.

En el gráfico 1 se observa la cantidad de luminarias instaladas dependiendo de la tecnología (tipo de lámpara) empleada.

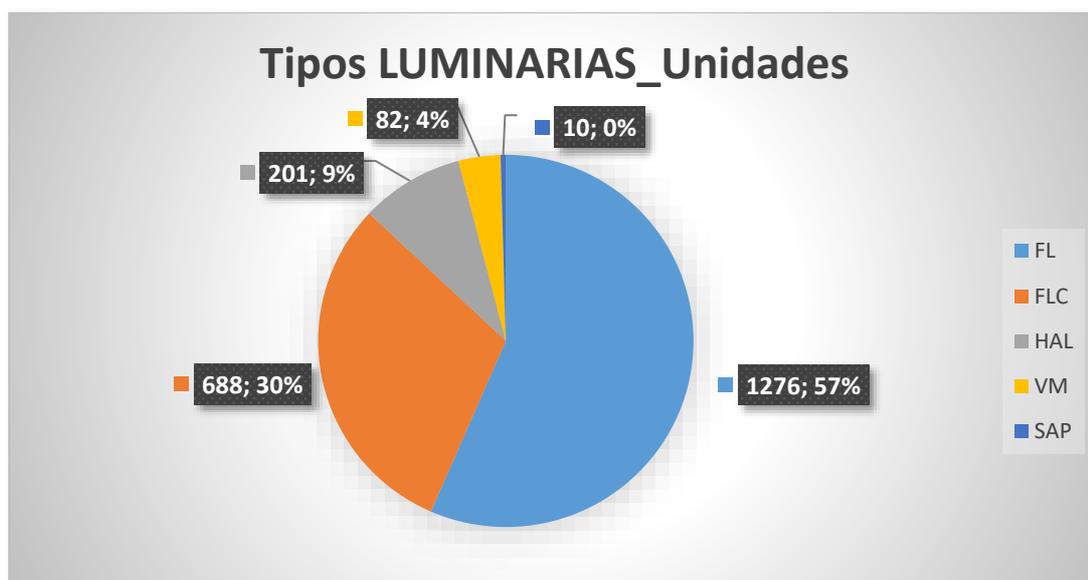


Gráfico 1 Luminarias instaladas según el tipo de lámpara

Seguidamente se muestra en el gráfico 2 la potencia total instalada según el tipo de tecnología de la lámpara utilizada en las luminarias (sin los equipos auxiliares):

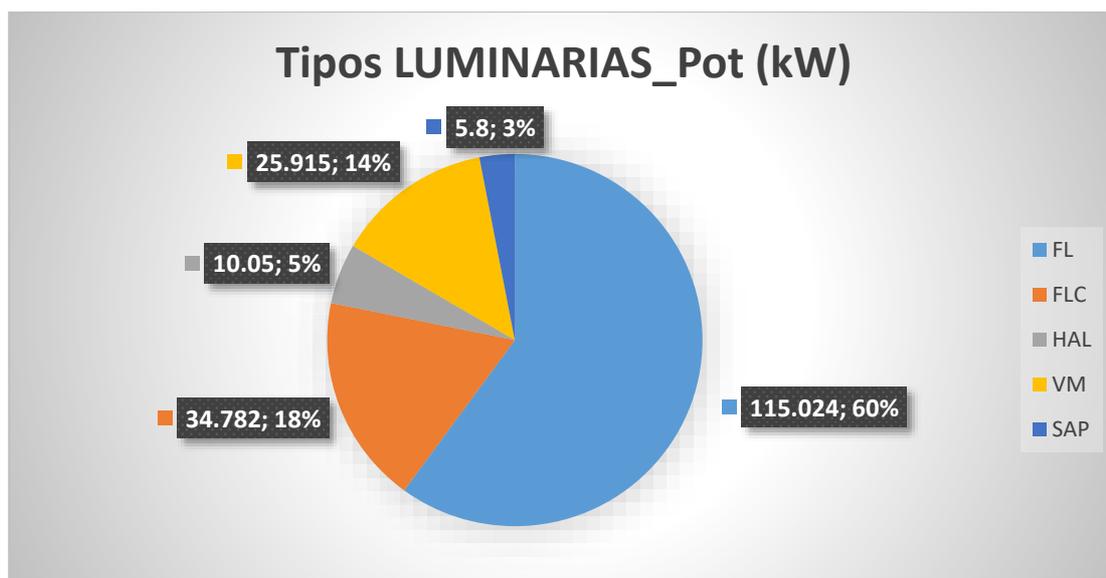


Gráfico 2 Potencia instalada según el tipo de tecnología de la lámpara (sin equipos auxiliares)

Si analizamos en conjunto los gráficos 1 y 2, se observa que la tecnología (tipo de lámpara) que predomina es la fluorescente (FL), con un 57% que se asemeja a la potencia instala siendo esta de un 60%. Lamentablemente la actual instalación cuenta con tecnologías poco eficientes como los halógenos (HAL) y las de vapor de mercurio (VM). Estas últimas están instaladas principalmente en el taller del edificio de mantenimiento y pese a que solamente representa un 4% de las luminarias instaladas, se observa como tienen una influencia en la potencia total instalada de hasta un 14%, siendo estas un punto de influencia de nuestro estudio.

Seguidamente se procede a mostrar unas tablas y gráficos en los cuales se desglosan los tipos de lámparas según su potencia, esto es para facilitar su visión en conjunto debido a que revisar el inventario facilitado en el **Anexo 1** puede ser complejo.

Podemos observar en la tabla 3 que existen 5 tipos de lámparas fluorescentes, cabe añadir que las luminarias de 18W, 36W y 58 W son del tipo T8, y las de 24W y 40W son del tipo T5. Estas últimas son más eficientes y están instalas en el nuevo edificio de administración.

	Nº lámparas FL				
	18 W	24 W	36 W	40 W	58 W
Antiguo Ed. Administración PB	114	0	620	0	4
Antiguo Ed. Administración P1	44	0	1022	0	0
Nuevo Ed. Administración P-1	0	0	23	0	0
Nuevo Ed. Administración PB	0	135	8	0	0
Nuevo Ed. Administración P1	0	76	10	56	0
Nuevo Ed. Administración. P2	0	0	0	12	0
Sala de Control	392	0	254	0	26
Ed. Mantenimiento	355	0	504	0	15
<b>TOTAL (tipos)</b>	<b>905</b>	<b>211</b>	<b>2441</b>	<b>68</b>	<b>45</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3670</b>				

Tabla 3 Número de lámparas fluorescentes según su potencia

Asimismo se muestra en el grafico 3 la suma total por tipos de las lámparas según su potencia, en este gráfico se observa como la mayoría de las luminarias con lámparas fluorescentes están compuestas por tubos T8 de 36W.

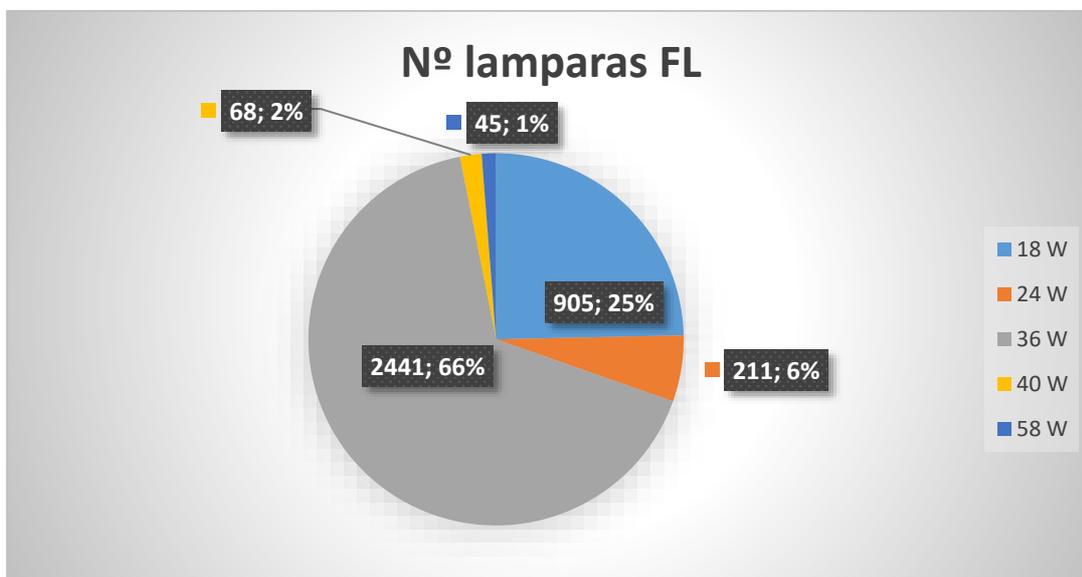


Gráfico 3 Número de lámparas fluorescentes según su potencia

Repitiendo el mismo proceso pero ahora para lámparas fluorescentes compactas, podemos apreciar en la tabla 4 como tenemos 3 tipos según la potencia de la lámpara.

	Nº lámparas FLC		
	18 W	26 W	36 W
Antiguo Ed. Administración PB	2	129	198
Antiguo Ed. Administración P1	0	64	8
Nuevo Ed. Administración P-1	0	0	0
Nuevo Ed. Administración PB	8	108	0
Nuevo Ed. Administración P1	8	102	0
Nuevo Ed. Administración. P2	0	0	0
Sala de Control	146	0	0
Ed. Mantenimiento	0	536	0
<b>TOTAL (tipos)</b>	<b>164</b>	<b>931</b>	<b>206</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1309</b>		

Tabla 4 Número de lámparas fluorescentes compactas según su potencia

Asimismo se muestra en el grafico 4 la suma total por tipos de las lámparas según su potencia, en este gráfico se observa como la mayoría de las luminarias con lámparas fluorescentes compactas están compuestas por bombillas de 26W.

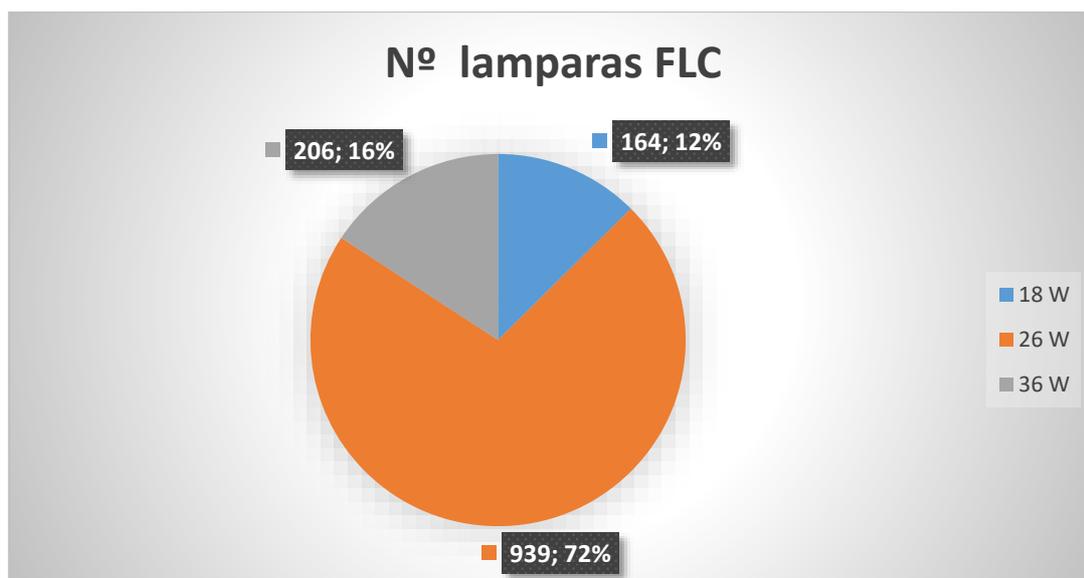


Gráfico 4 Número de lámparas fluorescentes compactas según su potencia

De la misma manera podemos observar en la tabla 5 los tipos de lámpara halógenas según su potencia. En este caso solamente hay instaladas lámparas halógenas dicroicas de 50W. Estas están situadas en su mayoría en baños, y dado su baja eficiencia más adelante se propondrá su sustitución por otras lámparas con rendimientos superiores.

	Nº lámparas HAL	
	50 W	
Antiguo Ed. Administración PB	26	
Antiguo Ed. Administración P1	37	
Nuevo Ed. Administración P-1	0	
Nuevo Ed. Administración PB	65	
Nuevo Ed. Administración P1	49	
Nuevo Ed. Administración. P2	6	
Sala de Control	0	
Ed. Mantenimiento	18	
<b>TOTAL (tipos)</b>		<b>201</b>
<b>TOTAL</b>		<b>201</b>

Tabla 5 Número de lámparas de halogenuros según su potencia

Seguidamente en la tabla 6 analizamos que la iluminación instalada utilizando la tecnología de vapor de mercurio, se encuentra principalmente instalada en el edificio de mantenimiento (en concreto las campanas con lámparas de 400W), si concretamos están ubicadas en el taller, siendo esta iluminación de tipo industrial. Por otro lado se quiere comentar que las lámparas de 70 y 75 vatios, son de halogenuros metálicos (HID), con mayor eficiencia que las “estándar” de vapor de mercurio a alta presión.

	Nº lámparas VM		
	70 W	75 W	400 W
Antiguo Ed. Administración PB	0	0	0
Antiguo Ed. Administración P1	0	0	0
Nuevo Ed. Administración P-1	0	0	0
Nuevo Ed. Administración PB	0	0	0
Nuevo Ed. Administración P1	0	9	0
Nuevo Ed. Administración. P2	12	0	0
Sala de Control	0	0	0
Ed. Mantenimiento	61	0	61
<b>TOTAL (tipos)</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>61</b>
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>		

Tabla 6 Número de lámparas de vapor de mercurio según su potencia

Finalmente en la tabla 7, nos quedan las luminarias que utilizan lámparas de vapor de sodio a alta presión (SAP). Se utilizan en el taller como iluminación de refuerzo (pantalla de 1000W que está formada por 4 lámparas de 250W) y como sustitución de las antiguas campanas de VM de 400W.

	Nº lámparas SAP	
	400 W	1000 W
Antiguo Ed. Administración PB	0	0
Antiguo Ed. Administración P1	0	0
Nuevo Ed. Administración P-1	0	0
Nuevo Ed. Administración PB	0	0
Nuevo Ed. Administración P1	0	0
Nuevo Ed. Administración. P2	0	0
Sala de Control	0	0
Ed. Mantenimiento	7	3
<b>TOTAL (tipos)</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	

Tabla 7 Número de lámparas de vapor de sodio según su potencia

## 5.3. Evaluación de los límites y necesidades de iluminación

### 5.3.1. Análisis de los valores de iluminación de los lugares de trabajo

Para evaluar la iluminación necesaria en los puestos de trabajo nos hemos basado en la norma UNE EN 12464, anteriormente en el punto 3.3 se explicó brevemente dicha normativa. A continuación en la tabla 8 detallaremos los niveles elegidos para cada una de las distintas áreas y en qué tablas dentro de la norma se encuentra. De este modo agruparemos en una sola tabla los valores que nos interesan y son necesarios para este proyecto.

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	Em	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	Ra	Requisitos específicos
5.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,4	40	Iluminación a nivel del suelo
5.1.2	Escaleras	100	25	0,4	40	
5.2.1	Cantinas, despensas	200	22	0,4	80	
5.4.1	Almacén y cuartos de almacén	100	25	0,4	60	200 lx si está ocupado de forma continua
5.18.11	Montaje: -fino	500	22	0,6	80	
5.20.5	Salas de control	500	16	0,7	80	Paneles de control están en vertical
5.26.1	Archivo. Copias, etc.	300	19	0,4	80	
5.26.2	Escritura, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,6	80	Trabajo en EPV
5.26.4	Puesto de trabajo de CAD	500	19	0,6	80	Trabajo en EPV
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,6	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,4	80	
5.28.1	Vestíbulos de entrada	100	22	0,4	80	
5.28.4	Oficina de taquillas	300	22	0,6	80	
5.29.2	Cocinas	500	22	0,6	80	
5.29.3	Comedor	-	-	-	80	
5.31.1	Alumbrado general	300	22	0,4	80	
5.37.1	Salas de espera	200	22	0,4	80	
5.37.2	Pasillos	100	22	0,4	80	
5.38.1	Oficina de personal	500	19	0,6	80	
5.40.1	Alumbrado general	500	19	0,6	90	
5.53.9	Salas de contadores	200	28	0,4	60	

Tabla 8 Requisitos de iluminación (Agrupación -Resumen)

Se quiere aclarar que la tabla anterior es para facilitar la búsqueda de los valores utilizados en el análisis de nuestro proyecto, por ese motivo se añade el nº de referencia dentro de la propia norma UNE. El propósito es reunir todos los coeficientes, para facilitar la búsqueda al lector.

### 5.3.2. Mediciones de iluminación

A continuación en el anexo 2.1 se encuentran las mediciones realizadas por el departamento médico de la empresa BP, si se revisa el documento se puede observar cómo contiene mediciones efectuadas en los edificios de administración antiguo y nuevo. Lamentablemente por un malentendido con el servicio médico no se dispone de mediciones en el edificio de control y mantenimiento.

Por otro lado se realizaron mediciones en la zona de taller, estas fueron incitadas por las quejas de los trabajadores sobre la iluminación actual (recordamos que utilizan lámparas de vapor de mercurio) que mencionaban una iluminación insuficiente para las tareas que realizan. Las mediciones se pueden encontrar en el anexo 2.2.

#### 5.3.2.1. Análisis de los resultados de las mediciones con luxómetro

Primeramente procedemos a evaluar las mediciones de los edificios de administración antiguo y nuevo. En este podemos observar que se ha utilizado para el criterio de iluminación mínima, la establecida en el Anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo, y que se resumen en la siguiente tabla:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
<b>Zonas donde se ejecuten tareas con:</b>	
Bajas exigencias visuales	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1000
<b>Áreas o locales de uso ocasional</b>	<b>50</b>
<b>Áreas o locales de uso habitual</b>	<b>100</b>
<b>Vías de circulación de uso ocasional</b>	<b>25</b>
<b>Vías de circulación de uso habitual</b>	<b>50</b>

Tabla 9 Iluminación de los lugares de trabajo en el Anexo IV del Real Decreto 486/1997

Una vez aclarado este punto, vamos a analizar primero las medidas en el edificio antiguo de administración. En este se observa que en su gran mayoría los niveles obtenidos, son superiores a los requeridos. Lamentablemente dentro de los mismos superan por 2 o por 3, incluso por 5 el nivel requerido, denotando una falta de uniformidad. Esto puede ocasionar problemas de deslumbramiento, además se tiene algunos antecedentes, debido a que algunos empleados actualmente cuentan con algún tubo anulado por petición propia por molestias de este tipo. Para expresarlo con un ejemplo, si la luminaria es de 4X36W pasa a ser de 3x36W, únicamente omiten un tubo. Esto se detectó ya que durante la realización del inventario, se preguntaba a los empleados sobre sus hábitos, y además si tenía molestias con la iluminación actual. Por otro lado existen zonas donde los niveles son inferiores a los requeridos. Esto también se debe a que actualmente se realiza un mantenimiento correctivo y no preventivo, por lo tanto en el momento de realizar la medición puede que la lámpara haya perdido mucha de su eficacia original debido a la pérdida de flujo luminoso, y además muchas de las luminarias se observó que sus difusores y reflectores tienen un tonto amarillo. Esto es

debido principalmente al envejecimiento propio de los materiales. Debemos recordar que las lámparas FL emiten en 360°, y por lo tanto gran parte de su irradiación se transmite por la reflexión en sus reflectores, por lo tanto un mantenimiento incorrecto ha desencadenado que en algunos puestos de trabajo vean reducidos los niveles de iluminancia. Por lo tanto podemos deducir que la instalación actual es insuficiente para cumplir con los criterios de calidad actuales, debido a que algunos puesto de trabajo operan con niveles inferiores a lo estipulado en el Real Decreto 486/1997, y asimismo en la norma UNE EN 12464.

Seguidamente procedemos a analizar el nuevo edificio de administración. Se observa como en la totalidad de las mediciones superan los niveles requeridos a excepción de las tomadas en el auditorio. Lamentablemente existe también una problemática en algunos puestos de trabajo, debido a que operan con niveles de iluminancia muy elevados (más de 1000 lux). Esto puede causar molestias a los trabajadores, pero el personal no presentó ninguna queja por este hecho. Por lo tanto con la documentación actual podemos afirmar que la iluminación actual es correcta en este edificio.

Finalmente analizaremos los niveles de iluminación en los distintos bancos de trabajo en la zona del taller del edificio de mantenimiento. Entre las tareas que realizaban algunos operarios, se mencionó que realizan reparaciones en mecanismos que contenían cableado, y que les era difícil distinguirlos o apreciar detalles pequeños. Por lo tanto dentro de la norma UNE EN 12464 se describe que para realizar montajes finos, se debe operar con un nivel de iluminancia que no sea inferior a 500 lux. Si observamos las mediciones realizadas en el anexo 2.2, se aprecia que en algunos bancos de trabajo sí que operan con niveles adecuados (superiores a 500 lux), pero en otras los niveles son inferiores al mínimo requerido. A continuación vamos a agrupar las mediciones en 2 casos:

Caso A) Bancos de trabajo con panel de refuerzo de halogenuros de 1000W (4x250W):

- Banco de trabajo 1: 882 lux
- Banco de trabajo 2: 1100 lux
- Banco de trabajo 3: 576 lux
- Banco de trabajo 9: 860 lux

Caso B) Bancos de trabajo sin panel de refuerzo de halogenuros de 1000W (4x250W):

- Banco de trabajo 4: 240 lux
- Banco de trabajo 6: 185 lux
- Banco de trabajo 7: 206 lux
- Banco de trabajo 8: 308 lux
- Banco de trabajo 10: 300 lux
- Banco de trabajo 11: 300 lux
- Banco de trabajo 12: 300 lux

Podemos observar que en las zonas donde se instaló un panel de refuerzo, la iluminación en los puestos de trabajo es correcta. Se quiere aclarar que los operarios que

utilizan los bancos de trabajo de caso A, no presentaron ninguna queja por falta de iluminación, por otro lado estos paneles de refuerzo fueron instalados a posteriori de la instalación original que consiste en campanas de vapor de mercurio.

Por ultimo existen 2 puntos más que preocupan sobre el actual estado de la iluminación en el taller. El primero es el hecho que los trabajadores han reubicado sus bancos de trabajo a las zonas donde la iluminación es mayor (se observa que sitúan sus bancos debajo de las campanas de VM), y otro aspecto importante es que por seguridad cualquier persona que entre en el taller debe utilizar gafas de seguridad, y estas utilizan un tratamiento denominado photochromic, este tratamiento hace que las lentes se oscurezcan pasados 10 segundos de la exposición a rayos ultravioleta, en resumen las lentes se tornan con un tono opaco y esto ocasiona que la percepción de objetos disminuya.

Una vez valorados todos estos criterios se concluye que existe un problema con la iluminación actual en la zona del taller, es cierto que para una gran mayoría de los trabajos que se realizan bastaría con una luminancia media mantenida ( $E_m$ ) de 300 lux. Pero valorando la opinión de los trabajadores y dado que deben desempeñar tareas que exigen una iluminación mayor, el enfoque de este proyecto será el de conseguir un nivel mínimo de iluminación media ( $E_m$ ) de 500 lux, de este modo cumplir totalmente con la norma UNE-EN 12464 para la diversidad de trabajos que se realizan en dicho taller.

### 5.3.2.2. Análisis del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) actual

Antes de continuar queremos exponer que este criterio se excluye de su aplicación en edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres y procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales. Por lo tanto en la zona de taller y laboratorio del edificio de mantenimiento no se aplicaría este criterio.

Este índice determina la eficiencia energética de una instalación de iluminación en una zona determinada. Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{(P \cdot 100)}{(S \cdot E_m)}$$

Donde:

- VEEI: valor de eficiencia energética de la instalación en una zona por cada 100 lux ( $W/m^2$ )
- P: potencia total instalada en lámparas y equipos auxiliares (W)
- S: superficie de la zona iluminada ( $m^2$ )
- $E_m$ : iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Al realizar el cálculo se debe comparar con el VEEI límite indicado en la tabla 10. Estos valores límites se obtienen del documento básico HE3.

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

*Tabla 10 Valores límite de eficiencia energética de la instalación*

En el apartado 1 del Anexo 3 se recogen los valores de VEEI de todas las zonas examinadas con la instalación actual, se puede observar como la mayoría de los recintos estudiados no cumple con este criterio de eficiencia energética. Solamente algunos casos aislados si se cumple con el criterio. Por lo tanto la instalación actual no es eficiente de cara a la normativa vigente.

Se quiere añadir que los valores de VEEI del CTE en el momento que el edificio nuevo de administración fue proyectado, eran distintos. Anteriormente existía una clasificación de 2 grupos (zonas de representación y zonas de no representación). Debido a las características arquitectónicas se podía catalogar este edificio en el grupo 2, siendo estos espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Por lo tanto los valores de VEEI eran menos restrictivos, y con ellos cumpliría este criterio en su momento.

### **5.3.2.3. Potencia instalada en el edificio actual**

Existe otro criterio para catalogar que una instalación es eficiente, este nos indica que la potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de la lámpara y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la Tabla 11.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m <sup>2</sup> ]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 11 Potencia máxima de iluminación

A continuación en la tabla 12 se ha calculado la potencia total teniendo en cuenta los equipos auxiliares y se ha calculado la superficie útil del edificio, de este modo comprobar si se cumple lo estipulado en la tabla 11 para edificios de uso administrativo.

	Superficie edificio (m <sup>2</sup> )	Potencia Total (W)	W/m <sup>2</sup>	<12W/m <sup>2</sup>
Antiguo edificio de administración	4.204,10	94.167,96	22,40	NO CUMPLE
Nuevo edificio de administración	1.442,58	24.398,64	16,91	NO CUMPLE
Sala de control	1.287,53	25.868,6	20,09	NO CUMPLE
Edificio de mantenimiento	3.805,72	85.678,2	22,51	NO CUMPLE
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	3.013,11	35.242,2	11,70	CUMPLE

Tabla 12 Relación de Potencia/metro cuadrado en la instalación actual

Si analizamos los resultados vemos como no se cumple la condición, excepto en el edificio de mantenimiento, si excluimos como dice la norma las partes dedicadas a fines industriales. Pero igualmente está muy cerca del límite de los 12 W/m<sup>2</sup>

Como hemos podido observar la iluminación actual, es muy poco eficiente, por lo tanto a continuación realizaremos unas propuestas para corregir y mejorar la instalación actual.

## 6. PROPUESTAS DE MEJORA

Antes de iniciar con las propuestas de mejora se pretende dar a conocer una premisa que se nos impuso antes de empezar con el estudio. Esta fue el hecho que debíamos realizar propuestas que no implicaran la realización de obra para su implementación. Este criterio inicial nos marcó mucho a la hora de buscar soluciones y mejoras en la actual instalación. Además se quiere dar a conocer que tanto la distribución de las mesas de trabajo, orientación, etc. y la situación de las luminarias no es uniforme dentro de las distintas salas en los edificios estudiados. Esto dificulta proponer una solución general debido a que en cada recinto se tienen unas condiciones únicas.

La propuesta para un ahorro energético en el sistema de alumbrado se basa en encontrar un conjunto de luminaria y lámpara que cumpla o supere los requisitos exigidos y, además, que tenga un consumo energético menor y más eficiente.

En cada propuesta se realiza una descripción técnica de la propuesta, se describirán los materiales necesarios para implementarla y se realizará una evaluación de los criterios de eficiencia energética en los que podremos observar la reducción de potencia instalada con las diferentes propuestas.

Debido a que este punto es muy extenso, se ha decidido separarlo en dos apartados, por lo tanto se analizará en el punto 7 el coste que supondrá implantarla y una estimación del ahorro que se podría conseguir a partir del desempeño actual.

### 6.1. Propuesta 1: Sustitución del balasto magnético por electrónico

Si analizamos la instalación actual podemos observar que está constituida principalmente por tubos fluorescentes. En su gran mayoría estos están utilizando balastos magnéticos los cuales son poco eficientes, debido a que conllevan muchas pérdidas. Solamente en el nuevo edificio de administración utilizan balastos electrónicos, y además usan tubos T5 que son más eficientes y utilizan balasto electrónico para su funcionamiento. Actualmente el balasto magnético está en desuso pero debemos recordar que la instalación de los otros 3 edificios data del 1968. En resumen esta propuesta solo incluye los balastos para luminarias de tubos fluorescente T8.

Si analizamos el apartado de la guía técnica de eficiencia energética en iluminación–Oficinas, podemos observar como las pérdidas por balasto magnético estándar oscilan entre un 20-25% y las de un balasto electrónico entre un 8-11%. Estos valores son los que se han considerado para los cálculos del consumo de energía

A continuación citamos razones por las cuales es conveniente el uso de balastos electrónicos:

- Aumenta la vida útil del tubo hasta un 50% (se ha considerado un 30%)
- Incremento de la eficacia de la lámpara (aumento del flujo luminoso)
- Mayor calidad de la iluminación (evita el parpadeo en el encendido y el efecto estroboscópico)

En consecuencia observamos que con esta sustitución tenemos un ahorro de energía, y además al aumentar la eficacia de la lámpara, aquellos puestos de trabajo que tienen valores de iluminancia inferiores a los indicados en la norma, podrían llegar a valores adecuados con esta sustitución. Asimismo sería un cambio directo de elemento por elemento sin necesidad de cambiar la instalación actual, por lo tanto no ocasionaría costes adicionales exceptuando el del propio balasto electrónico.

A continuación presentamos el material elegido para desarrollar esta propuesta.

### 6.1.1. Características de los balastos

- **Equipo electrónico para 2x18 - 40W**

OSRAM QTP-OPTIMAL 2X18-40   QUICKTRONIC PROFESSIONAL OPTIMAL	
	<p>Tensión de suministro: 220...240 V  Tensión de línea: 198...264 V  Frecuencia de línea: 0 Hz   50 Hz   60 Hz  Arranque de las lámparas con óptimo precalentamiento de filamento (arranque programado)  Vida útil: hasta 100.000 h  Índice de eficiencia energética EEI: A2 BAT  Desconexión automática de lámparas defectuosas y al final de su vida útil  Seguridad: según EN 61347-2-3  Funcionamiento de la lámpara: según EN 60929</p>

- **Equipo electrónico para 2x36 W**

PHILIPS HF-P 236 TL-D III 220-240V 50/60HZ phi91166400	
	<p>Tensión de suministro: 220...240 V  Tensión de línea: 198...264 V  Frecuencia de línea: 0 Hz   50 Hz   60 Hz  Arranque de las lámparas con óptimo precalentamiento de filamento (arranque programado)  Vida útil: hasta 100.000 h  Índice de eficiencia energética EEI: A2 BAT  Desconexión automática de lámparas defectuosas y al final de su vida útil  Seguridad: según EN 61347-2-3  Funcionamiento de la lámpara: según EN 60929</p>

- **Equipo electrónico para 1x58 W**

PHILIPS HF-P 158 TL-D III 220-240V 50/60HZ phi91170100	
	<p>Tensión de suministro: 220...240 V  Tensión de línea: 198...264 V  Frecuencia de línea: 0 Hz   50 Hz   60 Hz  Arranque de las lámparas con óptimo precalentamiento de filamento (arranque programado)  Vida útil: hasta 100.000 h  Índice de eficiencia energética EEI: A2 BAT  Desconexión automática de lámparas defectuosas y al final de su vida útil  Seguridad: según EN 61347-2-3  Funcionamiento de la lámpara: según EN 60929</p>

- **Equipo electrónico para 2x58 W**

PHILIPS HF-P 258 TL-D III 220-240V 50/60HZ phi91172500	
	<p>Tensión de suministro: 220...240 V  Tensión de línea: 198...264 V  Frecuencia de línea: 0 Hz   50 Hz   60 Hz  Arranque de las lámparas con óptimo precalentamiento de filamento (arranque programado)  Vida útil: hasta 100.000 h  Índice de eficiencia energética EEI: A2 BAT  Desconexión automática de lámparas defectuosas y al final de su vida útil  Seguridad: según EN 61347-2-3  Funcionamiento de la lámpara: según EN 60929</p>

### 6.1.2. Análisis del VEEI con la propuesta 1

De forma análoga al apartado 5.3.2.2 realizado en este proyecto, procedemos a analizar si con el cambio de los quipos auxiliares conseguimos cumplir el criterio de VEEI. Para ello observamos el documento 2, Anexos (Anexo 3.1). Si revisamos observamos que solamente con la sustitución del equipo auxiliar no se consigue tener niveles inferiores al máximo permitido según la tabla 10. Por lo tanto de cara a una instalación eficiente seguimos incumpliendo.

### 6.1.3. Potencia instalada en el edificio con la propuesta 1

De forma análoga al apartado 5.3.2.3 realizado en este proyecto, procedemos a analizar la potencia total instalada en los edificios estudiados en función de la superficie con el uso de balastos electrónicos, según podemos apreciar en la tabla 13. De esta manera ver si cumple con el criterio de potencia máxima por metro cuadrado en edificios de uso administrativo indicado en la tabla 11.

	Superficie edificio (m <sup>2</sup> )	Potencia Total (W)	W/m <sup>2</sup>	<12W/m <sup>2</sup>
Antiguo edificio de administración	4.204,10	83.597,6	19,88	NO CUMPLE
Nuevo edificio de administración	1.442,58	23.594,64	16,36	NO CUMPLE
Sala de control	1.287,53	22.464	17,45	NO CUMPLE
Edificio de mantenimiento	3.805,72	79.687,2	20,94	NO CUMPLE
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	3.013,11	30.690,72	10,19	CUMPLE

Tabla 13 Relación de Potencia/metro cuadrado con el uso de balasto electrónico

Si analizamos los resultados obtenidos en la tabla 13, vemos como no se cumple con este criterio de eficiencia energética, excepto en el edificio de mantenimiento, si excluimos como dice la norma las partes dedicadas a fines industriales.

Por otro lado podemos observar cómo se reduce la potencia total instalada comparándolo con la instalación actual (ver tabla 12). Para exponerlo de forma más clara, se ha recopilado en la tabla 14:

	Instalación Actual		P1: Balasto electrónico	
	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)
Antiguo edificio de administración	93.872,6	0	83.302,24	11,26
Nuevo edificio de administración	24.102,39	0	23.298,39	3,34
Sala de control	25.868,6	0	22.464	13,16
Edificio de mantenimiento	85.678,2	0	79.687,2	6,99
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	35.242,2	0	30.690,72	12,92
<b>TOTAL</b>	<b>229.521,79</b>	<b>0</b>	<b>20.8751,83</b>	<b>9,05</b>

Tabla 14 Relación de la disminución de potencia instalada entre situación actual y propuesta 1

Se aprecia que la disminución en el nuevo edificio de administración es mínima (un 3,34%), esto es debido a que gran parte de sus luminarias ya utilizan balasto electrónico, por lo tanto esta propuesta en ese edificio apenas es significativa.

Si analizamos de manera global, se observa que obtenemos una reducción del 9,05% de la potencia respecto a la situación actual. Sin embargo seguimos sin cumplir en los mismos casos que con la instalación actual.

## 6.2. Propuesta 2: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (sustitución elemento a elemento)

Manteniendo la premisa de realizar una sustitución elemento a elemento, y evitar cualquier tipo de obra para ejecutar su implementación. Se procede a sustituir las luminarias actuales que utilizan tecnologías de FL, HAL y VM por lámparas y luminarias con tecnología LED. Anteriormente (apartado 3.1.1.1 Ventajas de las lámparas LED) ya se han descritos las ventajas del uso de esta tecnología, y por consiguiente no las volveremos a exponer. Para esta propuesta se procederán a utilizar tanto lámparas LED (retrofit), como paneles LED (integrada), estos últimos se ha decidido utilizar en lugar de utilizar solamente lámparas retrofit, debido a que al realizar estudios de viabilidad salían más viables económicamente para ciertos casos. Posteriormente hablaremos sobre la viabilidad económica de las propuestas, solamente se ha querido explicar este matiz dentro de la propuesta.

A continuación presentamos el material elegido para desarrollar esta propuesta.

### 6.2.1. Características de los equipos LED

- Lámparas fluorescentes T8 de 36W (1x36W, 2x36W y 3x36W)

Philips LEDtube UO 18-36W 840 - 120cm (MASTER)	
	Potencia: 18W Tensión de suministro: 220...240V Eficacia luminosa: 139 lm/W Flujo luminoso: 2500 lumen Vida media: 50000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 160° Base/casquillo: G13

Esta sustitución se realiza de forma inmediata, solamente cambiando el tubo fluorescente por el tubo LED, para optimizar la instalación se debe retirar el equipo auxiliar (balasto), esto se podrá hacer siempre y cuando se hayan cambiado todo los tubos fluorescentes dentro de una misma luminaria.

- Luminarias de tubos fluorescentes T8 de 4x36W

Panel LED Slim 120x60cm 72W Marco Blanco	
	Potencia: 72W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 85 lm/W Flujo luminoso: 6100 lumen Vida media: 30000 horas CRI:80 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 120°

En este caso se ha elegido sustituir la luminaria completa formada por FL, por este panel LED. La sustitución también sería inmediata, debido a que se ha elegido con características constructivas semejantes (mismo tamaño).

- **Lámpara fluorescentes T8 de 58W (1x58W y 2x58W)**

Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm +R	
	Potencia: 25W Tensión de suministro: 220...240V Eficacia luminosa: 148 lm/W Flujo luminoso: 3700 lumen Vida media: 50000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 150° Base/casquillo: G13

Esta sustitución se realiza de la misma manera que en los tubos FL de 36W, por lo tanto es una sustitución inmediata, debido a que solamente se cambia el tubo fluorescente por el tubo LED, y para optimizar la instalación se debe retirar el equipo auxiliar (balasto), esto se podrá hacer siempre y cuando se hayan cambiado todo los tubos fluorescentes dentro de una misma luminaria.

- **Lámpara fluorescentes T8 de 18W (4x18W)**

Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco	
	Potencia: 40W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 83 lm/W Flujo luminoso: 3192 lumen Vida media: 30000 horas CRI:87 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 120°

En este caso se ha elegido sustituir la luminaria completa formada por FL, por este panel LED. Debido a que las luminarias son del mismo tamaño, la sustitución también sería inmediata sin necesidad de realizar acciones adicionales.

- **Lámpara fluorescentes compacta PL-C de 18W**

Philips CorePro LED PL-C 6.5-26W 840 2P G24d-3	
	Potencia: 6,5W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 100 lm/W Flujo luminoso: 650 lumen Vida media: 30000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 120° Base: 2-4 pines

Esta sustitución se realiza de forma inmediata, solamente cambiando la lámpara

FLC por la FLC del tipo LED.

- **Lámpara fluorescentes compacta PL-C de 26W**

Philips CorePro LED PL-C 8.5-26W 840 2P G24d-3	
	Potencia: 8,5W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 100 lm/W Flujo luminoso: 900 lumen Vida media: 30000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 120° Base: 2-4 pines

Del mismo modo que con las FLC-C de 18W, esta sustitución se realiza de forma inmediata solamente cambiando la lámpara FLC por la FLC del tipo LED.

- **Lámpara fluorescentes compacta PL-L (2G11) de 36W**

PL-L 2G11 15W LED Lamp	
	Potencia: 15W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 105 lm/W Flujo luminoso: 1425 lumen Vida media: 50000 horas CRI:80 Color de luz: 4000K Base: 2G11

Esta sustitución también se realiza de forma inmediata solamente cambiando la lámpara FLC por la FLC del tipo LED.

- **Lámpara halógenas dicroicas (ojo de buey) de 50W**

LED GU10 COB Cristal 220V 7W	
	Potencia: 7W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 74,29 lm/W Flujo luminoso: 520 lumen Vida media: 30000 horas CRI:80 Color de luz: 4000K Ángulo de luz: 45°

Esta sustitución se realiza elemento a elemento, solamente cambiando la lámpara HAL por la de tipo LED.

- **Lámpara halógenas dicroicas de 50W**

<b>Foco LED Downlight Circular Direccionable 9x1W</b>	
	Potencia: 9W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 74,29 lm/W Flujo luminoso: 720 lumen Vida media: 30000 horas CRI:80 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 60°

De la misma manera que el caso anterior, esta sustitución se realiza de forma inmediata solamente cambiando la lámpara HAL por la de tipo LED. Se observa que este elemento sustituye el mismo tipo de lámpara que el anterior, pero existen en el nuevo edificio de administración luminarias con un soporte más grueso, y este modelo encaja perfectamente.

- **Lámpara de vapor de mercurio de 400W**

<b>Bombilla Led 120W E406000k 360°</b>	
	Potencia: 120W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 100 lm/W Flujo luminoso: 12000 lumen Vida media: 30000-50000 horas CRI:80 Color de luz: 6000K Ángulo de luz: 360° Base: E40

Esta sustitución se realiza de forma inmediata, solamente cambiando la lámpara VM por la de tipo LED. Esta se puede alimentar directamente sin necesidad de equipos auxiliares, por tanto se pueden omitir los equipos auxiliares de la antigua campana de VM.

- **Lámpara de vapor de mercurio (HID) de 75W**

<b>HQI TUBULAR 13W RX7S 138MM 220V 360° LED DE BENEITO FAURE</b>	
	Potencia: 13W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 124 lm/W Flujo luminoso: 806 lumen Vida media: 15000 horas Código color: 827 Color de luz: 2700K Ángulo de luz: 300° Base: R7s

Esta sustitución se realiza de forma inmediata, solamente cambiando la lámpara VM por la de tipo LED. Se alimenta directamente sin necesidad de equipos auxiliares, por tanto se pueden omitir los equipos auxiliares de la antigua luminaria de VM.

## 6.2.2. Análisis del VEEI con la propuesta 2

De forma análoga al apartado 5.3.2.2 realizado en este proyecto, procedemos a analizar si con el cambio de las lámparas actuales por luminarias/lámparas LED conseguimos cumplir el criterio de VEEI. Para ello observamos el documento 2, Anexos (Anexo 3.1). Si revisamos observamos que al sustituir las tecnologías actualmente instaladas por lámparas LED, se consigue que en la mayoría de las salas de los edificios estudiados, se consiga tener niveles inferiores al máximo permitido según la tabla 10. Por lo tanto vemos como esta sustitución nos acerca a tener una instalación eficiente. Para aquellas zonas que con esta sustitución no se consigue tener un espacio eficiente se deberá proponer una alternativa. Posteriormente se analizará la propuesta 3 la cual subsana estas deficiencias.

## 6.2.3. Potencia instalada en el edificio con la propuesta 2

De forma análoga al apartado 5.3.2.3 realizado en este proyecto, procedemos a analizar la potencia total instalada en los edificios estudiados en función de la superficie con el uso de lámparas LED, esto lo podemos apreciar en la tabla 15. De esta manera ver si cumple con el criterio de potencia máxima por metro cuadrado en edificios de uso administrativo indicado en la tabla 11.

	Superficie edificio (m <sup>2</sup> )	Potencia Total (W)	W/m <sup>2</sup>	<12W/m <sup>2</sup>
Antiguo edificio de administración	4.204,10	36.449,39	8,67	CUMPLE
Nuevo edificio de administración	1.442,58	7.483,09	5,19	CUMPLE
Sala de control	1.287,53	10.393,91	8,07	CUMPLE
Edificio de mantenimiento	3.805,72	25.001,54	6,57	CUMPLE
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	3.013,11	13.625,91	4,52	CUMPLE

Tabla 15 Relación de Potencia/metro cuadrado con el uso de lámparas LED

Se puede observar en la tabla 15, que con esta propuesta sí cumplimos con este criterio de eficiencia energética en todos los edificios estudiados, y con un margen elevado.

Además se reduce la potencia total instalada comparándolo con la instalación actual (ver tabla 12). Para exponerlo de forma más clara, se ha recopilado en la tabla 16:

	Instalación Actual		P2: Lámparas LED	
	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)
Antiguo edificio de administración	93.872,6	0	36.449,39	61,17
Nuevo edificio de administración	24.102,39	0	7.483,09	68,95
Sala de control	25.868,6	0	10.393,91	59,82
Edificio de mantenimiento	85.678,2	0	25.001,54	70,82
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	35.242,2	0	13.625,91	61,34
<b>TOTAL</b>	<b>229.521,79</b>	<b>0</b>	<b>79.327,93</b>	<b>64,44</b>

Tabla 16 Relación de la disminución de potencia instalada entre situación actual y propuesta 2

Se aprecia que la implantación de esta propuesta trae consigo una importante reducción de la potencia instalada. Si analizamos de manera individual se observa que el antiguo edificio de administración se consigue una disminución de un 61.17%. Se observa que es muy parecido con el obtenido en el edificio sala de control, con un 59,82%. Podemos apreciar que la disminución en el nuevo edificio de administración y edificio de mantenimiento son mayores, esto es debido a las siguientes circunstancias. En el edificio de mantenimiento la principal causa se debe al cambio de lámparas VM por LED en la zona del taller, y en cuanto al nuevo edificio de administración este contiene una gran cantidad de lámparas halógenas dicroicas que en los otros edificios (ver tabla 5), y la sustitución de estas lámparas supone mayor reducción que los otros casos de reemplazo.

Si analizamos de manera global, se observa que obtenemos una reducción del 64,44% de la potencia respecto a la situación actual, y se cumple con los criterios de eficiencia.

### **6.3. Propuesta 3: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED con redistribución**

A diferencia de la anterior propuesta, se realizara una sustitución total. Para exponerlo de una manera más clara, se efectuara un estudio por medio del software DIALux para simular la totalidad de las zonas y de este modo verificar que con esta nueva instalación se cumplen con los niveles exigidos en la norma UNE EN 12464.

Es cierto que siempre hemos mantenido las luminarias actuales por la premisa de no realizar ninguna modificación que suscite a efectuar obras, pero dado que las distintas salas que conforman los edificios estudiados, cuentan con techo registrable (falso techo) se considera que una nueva instalación que implique reubicación de las luminarias no se considera una obra como tal. Lo único que se ha tenido en cuenta es utilizar luminarias con dimensiones que se ajusten para poder ser empotradas en el falso techo que está actualmente instalado, de este modo reducir los costes al no necesitar material extra para su implementación.

Como último detalle, existen 3 lugares donde no se ha implementado una redistribución, sino que se ha sustituido la lámpara actual por otra LED (se ha utilizado la solución adoptada en la propuesta 2 en estos casos). A continuación detallamos los lugares y el porqué de las excepciones:

- Lavado de botellas (C138\_9): Este se encuentra en el laboratorio del edificio de mantenimiento, por las sustancias del lugar contiene una atmosfera con riesgo explosivo, y la normativa exige el uso de luminarias antideflagrante, por lo tanto aprovecharemos la actual luminaria y sustituiremos la lámpara fluorescente por una lámpara LED.
- Almacén de reactivos (C138\_10): Este se encuentra en el laboratorio del edificio de mantenimiento, por las sustancias del lugar contiene una atmosfera con riesgo explosivo, y la normativa exige el uso de luminarias antideflagrante, por lo tanto aprovecharemos la actual luminaria y sustituiremos la lámpara fluorescente por una lámpara LED.
- Pasillo entre antiguo y nuevo edificio de administración (PaAB): Este pasillo no cuenta con techo registrable, y además la forma del techo denota cierta pendiente, de modo que las luminaria actualmente instaladas tienen un enfoque en las paredes además del suelo, debido a que existen cuadros que son iluminados por las mismas, por este motivo se decide sustituir las lámparas de vapor de mercurio de los downlight, por lámparas LED.

Una vez aclarado este pequeño matiz. A continuación presentamos el material elegido para desarrollar esta propuesta.

### 6.3.1. Características de los equipos empleados

Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco	
	Potencia: 40W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 83 lm/W Flujo luminoso: 3192 lumen Vida media: 30000 horas CRI:87 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 120°

Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco	
	Potencia: 40W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 96 lm/W Flujo luminoso: 3776 lumen Vida media: 30000 horas CRI:87 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 120°

Se observa que se ha optado por 2 modelos con las mismas dimensiones, pero estos tienen una eficacia distinta. Esto nos ayuda a tener niveles de iluminación en las zonas de trabajo de forma uniforme. De esta manera conseguimos que en todos los despachos trabajen con niveles semejantes. Queremos recordar lo mencionado en el punto 2.3, la idea general es que un trabajador con una buena iluminación obtiene una mayor productividad. Además no todas las personas perciben de la misma manera la irradiación luminosa, por lo tanto una iluminación que es correcta según la normativa puede que sea insuficiente para algunas personas, con esta opción tenemos la oportunidad de realizar un cambio entre paneles que condicione el estado óptimo en su zona de trabajo, pero esto será siempre cumpliendo con los criterios de la norma UNE EN 12464.

Panel LED Slim 120x30cm 40W 3800lm Marco Blanco	
	Potencia: 40W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 83 lm/W Flujo luminoso: 3800 lumen Vida media: 30000 horas CRI:80 Color de luz: 4000-4500K Ángulo de luz: 120°

Estos paneles se utilizan en ciertas zonas específicas, como en el auditorio del nuevo edificio de administración, debido a que utiliza un falso techo de 120x30. También para iluminar ciertas salas del edificio de control.

LED GU10 COB Cristal 220V 7W	
	Potencia: 7W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 74.29 lm/W Flujo luminoso: 520 lumen Vida media: 30000 horas CRI:80 Color de luz: 4000K Ángulo de luz: 45°

Se ha optado por esta lámpara para iluminar principalmente las zonas de los aseos en los edificios estudiados, así como algunos cuartos pequeños que por sus características constructivas y exigencias visuales, nos era suficiente con la utilización de estas lámparas.

Campana LED High Efficiency 200W 135lm/W Extreme Resistance	
	Potencia: 200W Tensión de suministro: 220...240 V Eficacia luminosa: 135 lm/W Flujo luminoso: 27000 lumen Vida media: 40000 horas CRI:80 Color de luz: 4000K Ángulo de luz: 90°

Estas campanas se utilizarán en la zona de taller del edificio de mantenimiento para eliminar las actuales que utilizan vapor de mercurio.

PHILIPS WT120C LED60S/840 PSU L1500   CoreLine Waterproof	Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm +R	
	 <table border="1"> <tr> <td>                             Potencia: 25W                              Tensión de suministro: 220...240V                              Eficacia luminosa: 148 lm/W                              Flujo luminoso: 3700 lumen                              Vida media: 50000 horas                              Código color: 840                              Ángulo de luz: 150°                              Base/casquillo: G13                         </td> </tr> </table>	Potencia: 25W Tensión de suministro: 220...240V Eficacia luminosa: 148 lm/W Flujo luminoso: 3700 lumen Vida media: 50000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 150° Base/casquillo: G13
Potencia: 25W Tensión de suministro: 220...240V Eficacia luminosa: 148 lm/W Flujo luminoso: 3700 lumen Vida media: 50000 horas Código color: 840 Ángulo de luz: 150° Base/casquillo: G13		

Este conjunto de luminaria, con su correspondiente tubo LED se ubicarán en algunas mesas de trabajo para realizar una iluminación focalizada a ciertos bancos de trabajo que por su posición próxima a las paredes del taller, dan lugar a que la iluminación general con las campanas anteriormente descritas no sea suficiente para alcanzar los niveles requeridos.

Driver Regulable 1-10V LIFUD 40W	
	Potencia: 40W Tensión: 100...240 V Compatible con los modelos Panel LED Slim

Las luminarias traen consigo el driver básico para su funcionamiento, pero en las salas donde se necesite un control por regulación (salas de reuniones), es necesario el uso de este driver.

Regulador LED 1/10V con Mando a Distancia IR	
	Potencia: 600W Tensión: 90...240 V Intensidad: 10A

Con el regulador podremos controlar la intensidad de 0 a 100%, recordando que solamente funcionará si las luminarias traen consigo el driver Regulable previamente descrito (o si se utiliza otro tipo que permite regulación). Además cuenta con mando a distancia para un control con mayor confort para el usuario.

### 6.3.2. Análisis del VEEI con la propuesta 3

De forma análoga al apartado 5.3.2.2 realizado en este proyecto, procedemos a analizar si con el cambio de las lámparas actuales por luminarias/lámparas LED conseguimos cumplir el criterio de VEEI. Para ello observamos el documento 2, Anexos (Anexo 3.1). Si revisamos observamos que al sustituir las tecnologías actualmente instaladas por lámparas/luminarias LED, se consigue que en la totalidad de las salas de los edificios estudiados, se consiga tener niveles inferiores al máximo permitido según la tabla 10. Por lo tanto vemos como con esta sustitución se consigue una instalación energéticamente eficiente.

### 6.3.3. Potencia instalada en el edificio con la propuesta 3

De forma análoga al apartado 5.3.2.3 realizado en este proyecto, procedemos a analizar la potencia total instalada en los edificios estudiados en función de la superficie con el uso de lámparas LED, esto lo podemos apreciar en la tabla 17. De esta manera ver si cumple con el criterio de potencia máxima por metro cuadrado en edificios de uso administrativo indicado en la tabla 11.

	Superficie edificio (m <sup>2</sup> )	Potencia Total (W)	W/m <sup>2</sup>	<12W/m <sup>2</sup>
Antiguo edificio de administración	4.204,10	31.716,53	7,54	CUMPLE
Nuevo edificio de administración	1.442,58	9.226,35	6,40	CUMPLE
Sala de control	1.287,53	9.776,8	7,59	CUMPLE
Edificio de mantenimiento	3.805,72	23.896,6	6,28	CUMPLE
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	3.013,11	10.421,18	3,46	CUMPLE

Tabla 17 Relación de Potencia/metro cuadrado con el uso de lámparas LED

Se puede observar en la tabla 17, que con esta propuesta sí cumplimos con este criterio de eficiencia energética en todos los edificios estudiados, y con un margen elevado.

Además se reduce la potencia total instalada comparándolo con la instalación actual (ver tabla 12). Para exponerlo de forma más clara, se ha recopilado en la tabla 18:

	Instalación Actual		P2: Lámparas LED	
	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)	Potencia Total (W)	Reducción de potencia (%)
Antiguo edificio de administración	93.872,6	0	31.716,53	66,21
Nuevo edificio de administración	24.102,39	0	9.226,35	61,72
Sala de control	25.868,6	0	9.776,8	62,21
Edificio de mantenimiento	85.678,2	0	23.896,6	72,11
Edificio de mantenimiento (sin TALLER y LABORATORIOS)	35.242,2	0	10.421,18	70,43
<b>TOTAL</b>	<b>264.763,99</b>	<b>0</b>	<b>74.616,28</b>	<b>67,49</b>

Tabla 18 Relación de la disminución de potencia instalada entre situación actual y propuesta 2

Se aprecia que la implantación de esta propuesta trae consigo una importante reducción de la potencia instalada. En concreto podemos observar una reducción de un 67,49%, que si la comparamos con las propuestas anteriores, esta se le atribuye la mayor reducción de potencia instalada. Si analizamos por edificios, se observa que si solo comparamos el nuevo edificio de administración se obtendría una mayor reducción con la propuesta 2, esto se puede explicar viendo que la planta 1 contiene grandes despachos individuales, y al realizar esta propuesta se ha tenido en cuenta una iluminación más general en cada sala analizada. Posteriormente se realizará un estudio con la viabilidad económica de las propuestas, y podremos debatir mejor cual es la mejor propuesta.

### 6.3.4. Análisis con DIALux de la propuesta 3

Como ya se ha expuesto, esta propuesta plantea una sustitución completa del sistema de iluminación de los edificios analizados, por lo tanto se ha elaborado un análisis por medio del software DIALux, para comprobar que los niveles en cada sala cumplen con los criterios de la norma UNE EN 12464, mencionados anteriormente y que están resumidos en la tabla 8.

La simulación se ha realizado por plantas de cada edificio, y si este contenía alguna zona con características constructivas que diferían al resto (la principal razón la

altura del suelo hasta el techo), se ha realizado una simulación específica para esa sala. Si analizamos estos casos en particular se tendría, la zona de taller en el edificio de mantenimiento, y la sala de control dentro del edificio de sala de control. Por este hecho, podemos ver que los planos (documento 3) difieren en algunos aspectos, de los planos originales debido a la superficie tomada para realizar la simulación. Se quería comentar sobre este detalle debido a que puede causar confusión.

Debido a que el informe es muy extenso debido a la cantidad de salas analizadas se ha adjuntado los resultados en el documento 2, Anexos (Anexo 4). En se puede encontrar una tabla con los valores de iluminancia, uniformidad y índice de deslumbramiento, y si se analizan se puede comprobar que **cumplen con lo establecido en la norma UNE EN 12464.**

Se puede observar que la simulación del taller, y la sala de control se ha realizado con objetos para realizar una simulación lo más ajustada a la realidad y que son espacios con características más inusuales, además de ese modo se obtienen resultados más fiables. Sin embargo en la simulación en planta de los edificios, debido a la cantidad de objetos para recrearlas, si se incluían más degeneraba en problemas con el software de simulación DIALux. Por lo tanto a excepción de algunas habitaciones que si se ha incluido algún elemento que se ha considerado necesario (estanterías, taquilla, etc.), no se han añadido la totalidad de objetos presentes en las salas. Por lo tanto se ha decidido analizar unos casos particulares, de este modo analizar la diferencia entre ambos casos y corroborar que los resultados son válidos.

#### **6.3.4.1. Casos específicos**

Estos casos han incluido el mobiliario que dispone las salas examinadas, para demostrar que las simulaciones realizadas de forma general, son válidas si las aplicamos con todos los detalles. Se ha elegido un despacho de 1 persona y de varias, una sala de reunión pequeña y un caso especial.

Si analizamos los resultados obtenidos en el anexo 4 del documento 2, podemos verificar que la instalación cumple con los requisitos según la norma. Por lo tanto concluimos que las simulaciones realizadas de forma global se pueden extrapolar a los casos específicos, obteniendo resultados técnicamente correctos según los criterios de calidad establecidos por la norma UNE EN 12464-1.

## 6.4. Propuesta 4: Implantación de sistemas de control

Antes de comenzar con la propuesta se quiere mencionar algunos datos obtenidos durante la fase de creación del inventario, ya se mencionó en apartados anteriores que se comprobó los hábitos de los empleados. Concretamente lo que nos importa son las “malas” costumbres, entre ellas podemos destacar que los empleados raramente apagan la iluminación en sus despachos cuando abandonan el mismo, incluso cuando van a comer al comedor de la empresa. Por lo tanto se ha detectado un aliciente para implementar un control por medio de detectores de presencia. Además los miembros de seguridad que efectúan sus rondas nocturnas nos comunican que se encargan de apagar las luces de algunos despachos que ya no están siendo utilizados. Estos mismos nos comunicaron que por política de seguridad (existen cámaras instaladas en los pasillos), las luces de los pasillos no pueden o mejor dicho no deben ser apagadas. Esto es un punto importante a tener en cuenta debido a que las luminarias de los pasillos están 24 horas del día activadas, y se ha tenido en cuenta para los cálculos que más adelante se mostrara. Por otro lado se observó que casi la totalidad de los empleados tienen las cortinas cerradas, se les consulto si estarían dispuestos a trabajar con las persianas abiertas, contribuyendo así a un aporte de luz natural lo que permitirá un control de regulación de la iluminación. Desafortunadamente la gran mayoría expreso su negatividad.

No obstante pese a las costumbres de los trabajadores se seguirá lo que dicta la normativa, en este caso el DB-HE3, en ella se indican los criterios para las necesidades de implantar los sistemas de control. Nos centraremos en los criterios para implantar un sistema de aprovechamiento de luz natural. La norma nos dice:

Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural en todas las zonas que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

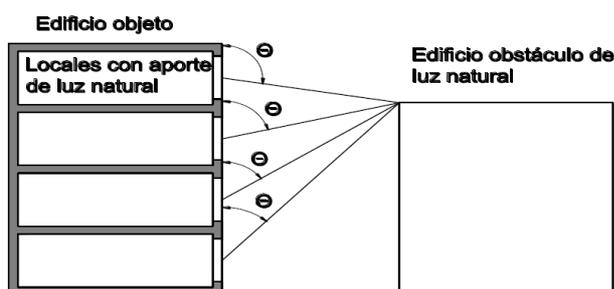


Ilustración 18 Figura 2.1 de la norma DH HE3

- que el ángulo  $\theta$  sea superior a  $65^\circ$  ( $\theta > 65^\circ$ ), siendo  $\theta$  el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;

- que se cumpla la expresión:

$$T \cdot \frac{(A_w)}{A} > 0,11$$

Siendo

**T** coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

**A<sub>w</sub>** área de acristalamiento de la ventana de la zona [m<sup>2</sup>].

**A** área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m<sup>2</sup>].

La primera condición la cumple las distintas salas de los edificios estudiados. Pero la segunda condición como se puede observar en el anexo 3.2, los valores de la expresión son inferiores a 0,11 por lo tanto no estaríamos obligados a implementar un sistema de aprovechamiento de luz natural.

Por lo tanto solamente implantaremos sistemas de control por medio de detectores de presencia (DP), y esta propuesta será desarrollada junto a las anteriores. Lo que se quiere decir es que se analizara la propuesta 1, 2 y 3 con sistemas de control, dando lugar a las propuestas 1.1, 2.1 y 3.1. Se explica esto porque posteriormente se aplicará estos términos para referirse a las propuestas con detectores de presencia.

A continuación presentamos el material elegido para desarrollar esta propuesta.

#### 6.4.1. Características de los equipos de control empleados

- El detector de presencia

DICROMAT+ CR	
	Tensión de suministro: 230 V Consumo propio: 1.1 W Diámetro de detección: 7 m Angulo de cobertura: 360° Potencia admisible: - HAL: 2000 VA - FL: 1200 VA - FLC 900 VA - LED: 500 VA

Célula de proximidad con opción de programación con mando a distancia. Permite una conexión maestro esclavo.

Para concluir este apartado se quiere añadir que todas las fichas técnicas se encuentran en el documento 2 (anexo 6).

#### 6.4.2. Cálculo del factor de dependencia de ocupación (F<sub>o</sub>)

Al implementar el detector de presencia el ahorro proviene debido a que la instalación ya no se encuentra operativa de forma continuada, sino que este mecanismo la activa cuando es necesario. Debido a esto se debe estimar cuanto tiempo va a estar

ocupada la instalación. Para realizar esta estimación hemos usado unas expresiones y tablas de la norma UNE EN 15193. Esta norma nos indica cómo calcular el factor de dependencia de ocupación ( $F_o$ ) para cada sala examinada.

Esta norma nos indica que el  $F_o = 1$ , cuando el encendido es centralizado o para áreas con superficie superior a 30m<sup>2</sup>. En caso contrario se deberá calcular, y como podemos ver las salas estudiadas al implementar un DP se deberá calcular el factor de ocupación ( $F_o$ ), de este modo realizar una estimación más real de la disminución de energía que se consigue implantando este sistema.

Para el cálculo de  $F_o$  se deben utilizar las siguientes expresiones:

Cuando  $0,0 \leq F_A < 0,2$

$$F_o = 1 - [(1 - F_{oc}) \times \frac{F_A}{0.2}]$$

Cuando  $0,2 \leq F_A < 0,9$

$$F_o = F_{oc} + 0,2 - F_A$$

Cuando  $0,9 \leq F_A < 1,0$

$$F_o = [7 - (10 \times F_{oc})] \times (F_A - 1)$$

Donde

$F_A$  es la proporción del tiempo que el espacio está sin ocupar.

En estas expresiones:

$F_{oc}$  se fija en función del sistema de control de iluminación, como se ha dado en la tabla 19.

$F_A$  se determina bien a nivel del edificio o bien al nivel de un local como se ha dado en la tabla 20.

<b>Sistemas sin detección automática de presencia o de ausencia</b>	$F_{oc}$
Encendido/apagado manual	1,00
Encendido/apagado manual + señal de extinción de barrido automática adicional	0,95
<b>Sistemas con detección automática de presencia y/o de ausencia</b>	$F_{oc}$
Encendido automático/regulación de flujo	0,95
Encendido automático/apagado automático	0,90
Encendido manual/regulación de flujo	0,90
Encendido manual/apagado automático	0,80

Tabla 19 Valores de  $F_{oc}$

Cálculo total del edificio		Cálculo sala por sala		
Tipo de edificio	$F_A$	Tipo de edificio	Tipo de sala	$F_A$
Oficinas	0,20	Oficinas	Oficina cerrada 1 persona	0,4
			Oficina cerrada 2-6 personas	0,3
			Oficina en planta abierta > 6 personas detectadas/30 m <sup>2</sup>	0
			Oficina en planta abierta > 6 personas detectadas/10 m <sup>2</sup>	0,2
			Corredor (flujo luminoso regulado)	0,4
			Hall de entrada	0
			Sala de demostración/exposición	0,6
			Cuarto de baño	0,9
			Aseos	0,5
			Sala de almacenamiento/armario	0,9
			Sala técnica	0,98
			Cuarto de copias/servidor	0,5
			Sala de conferencias	0,5
Archivos	0,98			

Tabla 20 Valores de  $F_A$ 

En el anexo 5 cuando se estima el número de horas anuales que permanece encendido la instalación, se han utilizado en todas las suposición un valor de FOC = 0.9, dado que se supone que tendremos encendido y apagado automático. En cuanto a los valores de  $F_A$  se ha elegido el de 0.3 para despachos, debido que la inmensa mayoría son ocupados por 2 o más personas. Este valor se ha tomado para todas las salas excepto para aseos que se ha tomado de 0.5 como indica la tabla, y recordamos que las zonas que no se implementa el DP el  $F_{OC}$  es 1, y por lo tanto no afecta para esta hipótesis.

Se quiere aclarar que se ha tomado el valor de  $F_A=0.3$  en todas las salas, debido a que casi la totalidad de las estancias estudiadas son despachos, y para no complicar los cálculos (ya que implementar todas las posibles combinaciones ocasionaría unas tablas extensas y complicarían su interpretación). Además se ha tomado el valor más restrictivo, debido que a menor  $F_A$ , indica que la sala pasa menos tiempo sin uso y en consecuencia más tiempo encendida.

#### 6.4.3. Modo de conexión de los detectores

En los planos adjuntados podemos encontrar aquellos con la iluminación referente a la propuesta 4, pero se ha incluido la disposición de los detectores valido para las demás propuestas. Si los revisamos podemos observar que casi la totalidad de las salas que se ha incorporado un sistema de detección de presencia, solamente es necesario un detector, pero existen salas que por sus dimensiones geométricas se han tenido que utilizar 2 o más detectores.

Por consiguiente en las salas que solamente se encuentre instalado únicamente un detector, el encendido y apagado lo ocasionara dicho elemento y en consecuencia los elementos se deberán conectar al DP. Pero si existen más de 1 DP para una sala se recomienda una conexión por zonas, ya que se han dispuesto los detectores de manera que active las luminarias de la zona en la cual está dispuesto, de este modo en zonas con varias mesas de trabajo puede suponer un ahorro no tener que tener activadas todas las luminarias de la sala. Como puede resultar confuso se explicara con un caso de este proyecto. En la ilustración 19 podemos observar un despacho (en concreto se trata del

B121), en el hay 2 detectores y se puede realizar un encendido o apagado por zonas (verde y morada) de este modo si no se está usando una zona dentro del mismo despacho no tiene por qué estar activada la iluminación de toda la sala.

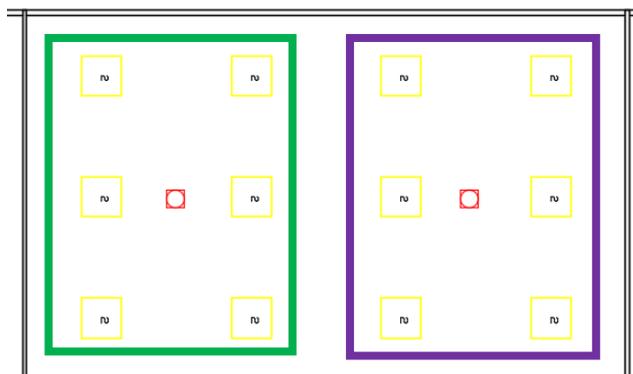


Ilustración 19 B121 iluminación por zona con DP

Por el contrario si se aprecia que un encendido parcial puede ocasionar molestias se deberán instalar los detectores con el sistema maestro-esclavo (el detector Dicromat+ permite este modo de conexión), de este modo cuando uno de los detectores detecte presencia la iluminación de toda la sala se activará. En la hoja de características adjunta en el anexo 6 se puede encontrar el esquema, modos de conexión, etc.

Asimismo se quiere analizar el vestuario masculino del edificio antiguo de administración. Se observó que contiene detectores instalados, pero por fallos en la distribución los operarios mantienen unos interruptores encendidos, ocasionando que la instalación no pueda ser apagada por los mismos. Si observamos el plano podemos ver que se ha realizado una distribución por zonas con varios detectores, y además se han colocado en los pasillos de los mismos un detector al inicio y al final de cada uno (ver ilustración 20), de este modo solo se encenderá las zonas por donde el personal transcurra y no un encendido global. Es importante que se realice de este modo, debido a que el vestuario es muy grande y cuenta con mucha potencia en iluminación instalada. De este modo conseguimos un ahorro y una eficiencia energética en el sistema, mucho mayor que con un encendido general del sistema aún con detectores de presencia.

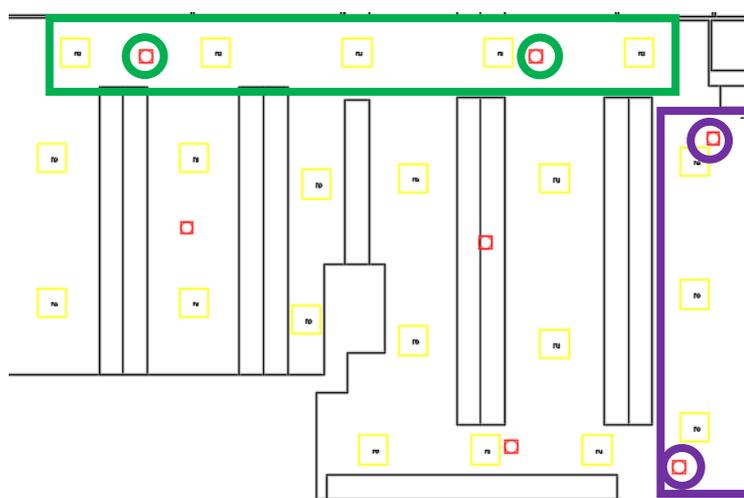


Ilustración 20 B138\_Vestuario masculino - disposición detectores en pasillos

## 7. ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez que se han expuesto todos los aspectos del Trabajo, el último paso es justificar económicamente su implantación. Por lo tanto mostraremos la viabilidad del proyecto, basándonos en los cálculos que se pueden comprobar en el documento 2, Anexo (Anexo 5). Para ello analizaremos los gastos e ingresos (el ahorro) que se obtienen al poner en marcha las propuestas realizadas, y de este modo obtener el tiempo estimado de la inversión y se analizará los indicadores económicos para evaluar si la inversión es aconsejable económicamente.

En el capítulo se analizará todas las propuestas expuestas en el proyecto, y en cada una de las propuestas analizadas, se especificará los siguientes apartados:

- **Presupuesto de inversión**

El proyecto necesita de una inversión inicial para poder realizarlo, este viene detallado en el documento 5. Presupuesto.

- **Presupuesto de explotación**

Al conseguir una reducción en su consumo energético que, si bien no producirá ingresos propiamente dichos, sí hará que bajen los costes. Y lógicamente, una bajada en los costes de la empresa implica un aumento en los beneficios. Los “ahorros” calculados vienen detallado en el documento 2, Anexos (Anexo 5).

- **Viabilidad**

Conocidos los beneficios económicos que atribuirá la implantación de las propuestas tratadas en este proyecto, demostraremos la viabilidad del Proyecto mediante los indicadores típicos: flujo de caja (FC), el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el Periodo de Retorno (PAYBACK).

Se debe aclarar que la viabilidad no se calcula para un solo año, sino para un periodo de varios años. De este modo observar la evolución de los distintos parámetros. En este caso, el estudio de viabilidad comprende los 8 primeros años.

En la descripción de los indicadores se han nombrado el interés nominal y la tasa de inflación. El primero es el porcentaje por el cual la empresa obtendría beneficios al meter el dinero en un plazo fijo. El segundo es el porcentaje, conocido en España como IPC, que indica cuánto han subido los precios en un periodo de tiempo determinado. Para este estudio de viabilidad se han utilizado con los siguientes valores:

- Un interés nominal del 4%.
- Una tasa de inflación del 1%

## 7.1. Análisis económico

### 7.1.1. P1: Implantación de balastos electrónicos

#### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 20.717,54 € (no incluye el I.V.A).

#### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida..... 3.579,07 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2..... 131,19 €
- Ahorro en reposición de consumibles..... 103,13 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento..... 1.300,62 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **5.114,20 €**.

#### Viabilidad

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$Payback = \frac{I_0}{FC} = 4,05 \text{ años}$$

Siendo:

Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión

$I_0$ : inversión inicial del proyecto [€] = 20.717,54 €

FC: valor de los flujos de caja [€] = 5.114,20 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-20.717,54	5.114,20	5.267,63	5.425,66	5.588,43	5.756,08	5.928,76	6.106,63	6.289,83
<b>VAN</b>	-15.192,34 €	-10.509,44 €	-5.871,56 €	-1.278,28 €	3.270,84 €	7.776,21 €	12.238,26 €	16.657,41 €	
<b>TIR</b>	-75,31%	-35,74%	-12,29%	1,28%	9,54%	14,83%	18,35%	20,78%	

Tabla 21 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 1

De la tabla 21 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno no es bajo, superior a los 4 años. En segundo lugar, el VAN no es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto no es muy rentable: pasados los ocho años de la implantación del Sistema, los 20.717,54 euros invertidos se han convertido en 16.657,41 euros. Por último, el TIR del 20,78% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de balastos electrónicos es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0=14.502,28 \text{ €}$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 2,84 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-14,502.28	5,114.20	5,267.63	5,425.66	5,588.43	5,756.08	5,928.76	6,106.63	6,289.83
<b>VAN</b>	-9,216.13 €	-4,533.22 €	104.65 €	4,697.93 €	9,247.05 €	13,752.42 €	18,214.47 €	22,633.62 €	
<b>TIR</b>	-64.74%	-19.57%	4.39%	17.30%	24.71%	29.22%	32.08%	33.96%	

*Tabla 22 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 1 (con subvención)*

De la tabla 22 observamos que sí se obtiene la subvención, tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto, mejorando los indicadores económicos. En concreto se obtiene que el periodo de retorno se reduce, siendo inferior a 3 años. Además el VAN es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es rentable. Por último, el TIR del 33,96% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

### 7.1.2. P1.1: Implantación Balasto electrónico con sistema de regulación por detectores de presencia

#### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 28.713,45 € (no incluye el I.V.A).

#### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida..... 6.277,74 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2..... 230,47 €
- Ahorro en reposición de consumibles..... 156,56 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento..... 1.967,83 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **8.632,60 €**.

#### Viabilidad

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F} = 3,33 \text{ años}$$

Siendo:

- Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión
- $I_0$ : inversión inicial del proyecto [€] = 28.529,35 €
- F: valor de los flujos de caja [€] = 8.632,60 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-28,713.45	8,632.60	8,891.58	9,158.33	9,433.08	9,716.07	10,007.55	10,307.78	10,617.01
<b>VAN</b>	-19,627.76 €	-11,723.18 €	-3,894.60 €	3,858.70 €	11,537.46 €	19,142.38 €	26,674.17 €	34,133.54 €	
<b>TIR</b>	-69.94%	-27.33%	-3.55%	9.69%	17.51%	22.38%	25.54%	27.67%	

Tabla 23 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 1.1

De la tabla 23 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno es bajo, inferior a los 4 años. En segundo lugar, el VAN es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es rentable. Por último, el TIR del 27,67% es un interés imposible de ofrecer para cualquier entidad bancaria por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de balastos electrónicos con un sistema de regulación basado en detectores de presencia, es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0=20.099,42 \text{ €}$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 2,33 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-20,099.42	8,632.60	8,891.58	9,158.33	9,433.08	9,716.07	10,007.55	10,307.78	10,617.01
<b>VAN</b>	-11,345.04 €	-3,440.45 €	4,388.13 €	12,141.43 €	19,820.18 €	27,425.10 €	34,956.90 €	42,416.27 €	
<b>TIR</b>	-57.05%	-8.63%	15.45%	27.87%	34.74%	38.77%	41.24%	42.80%	

*Tabla 24 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 1.1 (con subvención)*

De la tabla 24 concluimos que si se consigue obtener la subvención tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto. En primer lugar, el periodo de retorno es muy bajo, inferior a 3 años. En segundo lugar, el VAN es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 42,80% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

### 7.1.3. P2: Sustitución por tecnología LED (elemento a elemento)

#### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 76.318,34 € (no incluye el I.V.A).

#### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida.....20.936,93 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2.....768,63 €
- Ahorro en reposición de consumibles.....-4.181,59 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento.....6.716,93 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **24.240,90 €**.

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 3,15 \text{ años}$$

Siendo:

Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión

$I_0$ : inversión inicial del proyecto [€] = 76.318,34 €

FC: valor de los flujos de caja [€] = 24.240,90 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-76,318.34	24,240.90	24,968.12	25,717.17	26,488.68	27,283.34	28,101.84	28,944.90	29,813.25
<b>VAN</b>	-50,970.95 €	-28,774.37 €	-6,791.23 €	14,980.54 €	36,542.96 €	57,898.05 €	79,047.81 €	99,994.20 €	
<b>TIR</b>	-68.24%	-24.76%	-0.91%	12.23%	19.91%	24.65%	27.71%	29.76%	

Tabla 25 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 2

De la tabla 25 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno es bajo, inferior a los 4 años. En segundo lugar, el VAN es mucho mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es rentable. Por último, el TIR del 29,76% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de tecnología LED para sustituir la actual instalación, es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0=53.422,84 \text{ €}$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 2,20 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-53,422.84	24,240.90	24,968.12	25,717.17	26,488.68	27,283.34	28,101.84	28,944.90	29,813.25
<b>VAN</b>	-28,956.04 €	-6,759.47 €	15,223.67 €	36,995.44 €	58,557.87 €	79,912.96 €	101,062.71 €	122,009.10 €	
<b>TIR</b>	-54.62%	-5.28%	18.81%	31.07%	37.78%	41.68%	44.04%	45.52%	

*Tabla 26 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 2.1 (con subvención)*

Si se analiza la tabla 26, se observa que si se consigue obtener la subvención tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto. Se consigue reducir el periodo de retorno, inferior a 3 años. En segundo lugar, el VAN es mayor que el doble de la inversión, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 45,52% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

#### 7.1.4. P2.1: Sustitución por tecnología LED (elemento a elemento) con sistema de regulación por detectores de presencia

##### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 85.691,70 € (no incluye el I.V.A).

##### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida.....22.646,21 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2.....831,38 €
- Ahorro en reposición de consumibles.....-2.188,74 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento.....7.024,59 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **28.313,44 €**.

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$Payback = \frac{I_0}{F} = 3,03 \text{ años}$$

Siendo:

Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión

I<sub>0</sub>: inversión inicial del proyecto [€] = 85.691,70 €

F: valor de los flujos de caja [€] = 28.313,44 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-85,691.70	28,313.44	29,162.85	30,037.73	30,938.86	31,867.03	32,823.04	33,807.73	34,821.96
<b>VAN</b>	-56,218.50 €	-30,292.84 €	-4,616.46 €	20,813.03 €	45,998.01 €	70,940.82 €	95,643.80 €	120,109.25 €	
<b>TIR</b>	-66.96%	-22.85%	1.05%	14.10%	21.68%	26.34%	29.32%	31.30%	

Tabla 27 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 2.1

De la tabla 27 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno es bajo, inferior a los 4 años (prácticamente en 3 años). En segundo lugar, el VAN es mucho mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es rentable. Por último, el TIR del 31,30% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de tecnología LED con un sistema de regulación por detectores de presencia para sustituir la actual instalación, es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0=59.984,19 \text{ €}$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 2,12 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-59,984.19	28,313.44	29,162.85	30,037.73	30,938.86	31,867.03	32,823.04	33,807.73	34,821.96
<b>VAN</b>	-31,499.74 €	-5,574.07 €	20,102.30 €	45,531.79 €	70,716.77 €	95,659.58 €	120,362.56 €	144,828.01 €	
<b>TIR</b>	-52.80%	-2.79%	21.31%	33.45%	40.04%	43.84%	46.12%	47.54%	

*Tabla 28 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 2.1 (con subvención)*

De la tabla 28, observamos que si se consigue obtener la subvención tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto, del mismo modo que en las propuestas anteriores. En primer lugar, se reduce el periodo de retorno, inferior a 3 años. En segundo lugar, el VAN es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 47,54% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

### 7.1.5. P3: Sustitución por tecnología LED (con redistribución)

#### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 57.770,76 € (no incluye el I.V.A).

#### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida.....22.687,31 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2.....832,89 €
- Ahorro en reposición de consumibles.....-3.008,85 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento.....7.908,90 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **28.420,25 €**.

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F} = 2,03 \text{ años}$$

Siendo:

Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión

$I_0$ : inversión inicial del proyecto [€] = 57.770,76 €

F: valor de los flujos de caja [€] = 28.420,25 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-57,770.76	28,420.25	29,272.85	30,151.04	31,055.57	31,987.24	32,946.85	33,935.26	34,953.32
<b>VAN</b>	-29,272.69 €	-3,249.23 €	22,524.00 €	48,049.42 €	73,329.40 €	98,366.30 €	123,162.46 €	147,720.20 €	
<b>TIR</b>	-50.81%	-0.09%	24.00%	36.02%	42.48%	46.17%	48.37%	49.73%	

Tabla 29 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 3

De la tabla 29 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno es muy bajo, inferior a los 3 años (prácticamente en 2 años). En segundo lugar, el VAN es mucho mayor que la inversión: pasados 8 años casi triplicamos la inversión inicial, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 49,73% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de tecnología LED realizando una redistribución total, es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0 = 40.439,53€$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 1,42 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
CASHFLOW	-40,439.53	28,420.25	29,272.85	30,151.04	31,055.57	31,987.24	32,946.85	33,935.26	34,953.32
VAN	-12,608.05 €	13,415.41 €	39,188.65 €	64,714.06 €	89,994.04 €	115,030.94 €	139,827.10 €	164,384.84 €	
TIR	-29.72%	27.19%	50.95%	61.71%	67.01%	69.77%	71.28%	72.12%	

*Tabla 30 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 3 (con subvención)*

De la tabla 30 observamos que si se consigue obtener la subvención tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto. En primer lugar, el periodo de retorno es muy bajo, inferior a 2 años. En segundo lugar, el VAN es cuatro veces mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 72,12% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

### 7.1.6. P3.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución) con sistema de regulación por detectores de presencia

#### Presupuesto de inversión

- El presupuesto total es de 67.144,12 € (no incluye el I.V.A).

#### Presupuesto de explotación

- Ahorro en el coste por energía consumida.....24.406,40 €
- Ahorro en el coste por emisiones de CO2.....896,00 €
- Ahorro en reposición de consumibles.....-2.518,85 €
- Ahorro en disminución en horas de mantenimiento.....8.033,14 €

Como ya se ha calculado la diferencia entre el beneficio y el ahorro, la suma de estos valores nos dará el flujo de caja (FC) del primer año, que tendrá un valor de **30.816,69 €**.

El periodo de retorno de la inversión (Payback) lo obtenemos según la siguiente expresión:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{F} = 2,18 \text{ años}$$

Siendo:

Payback: tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión

I<sub>0</sub>: inversión inicial del proyecto [€] = 67.144,12 €

F: valor de los flujos de caja [€] = 30.816,69 €

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
CASHFLOW	-67,144.12	30,816.69	31,741.19	32,693.43	33,674.23	34,684.46	35,724.99	36,796.74	37,900.64
VAN	-36,069.89 €	-7,852.09 €	20,094.39 €	47,772.15 €	75,183.78 €	102,331.83 €	129,218.85 €	155,847.34 €	
TIR	-54.10%	-4.57%	19.53%	31.75%	38.43%	42.29%	44.63%	46.09%	

Tabla 31 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 3.1

De la tabla 29 se pueden sacar varias conclusiones. En primer lugar, el periodo de retorno es muy bajo, inferior a los 3 años. En segundo lugar, el VAN es mucho mayor que la inversión: pasados 8 años duplicamos la inversión inicial, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 46,09% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

Por tanto, la implantación de tecnología LED realizando una redistribución total con un sistema de regulación formado por detectores de presencia, es viable desde el punto de vista económico.

**Si obtenemos la subvención del IVACE (30% sobre la inversión inicial)**

Con esta subvención la inversión inicial nos queda:

- $I_0=47.000,89 \text{ €}$

De este modo los indicadores económicos serán:

$$\text{Payback} = \frac{I_0}{FC} = 1,42 \text{ años}$$

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>CASHFLOW</b>	-47,000.89	30,816.69	31,741.19	32,693.43	33,674.23	34,684.46	35,724.99	36,796.74	37,900.64
<b>VAN</b>	-16,701.40 €	11,516.41 €	39,462.88 €	67,140.65 €	94,552.28 €	121,700.33 €	148,587.35 €	175,215.84 €	
<b>TIR</b>	-34.43%	21.26%	45.13%	56.16%	61.69%	64.63%	66.27%	67.21%	

*Tabla 32 Evolución de los indicadores económicos en la propuesta 3.1 (con subvención)*

De la tabla 32, observamos que si se consigue obtener la subvención tenemos un impacto muy positivo en la viabilidad del proyecto. En primer lugar, el periodo de retorno es muy bajo, inferior a 2 años. En segundo lugar, el VAN es mayor que la inversión, lo cual indica que el proyecto es muy rentable. Por último, el TIR del 67,21% es un interés imposible de ofrecer para cualquier banco por lo que, sin duda, es más rentable invertir el dinero en este proyecto que en un plazo fijo.

## 7.2. Análisis comparativo de las propuestas

Una vez presentados todos los datos de las distintas propuestas queremos realizar una puesta en común de los resultados obtenidos, y realizar unas valoraciones de acuerdo a ellos. Se quiere mencionar que la propuesta 1 y propuesta 1.1 que se basa en la sustitución de balastos magnéticos por balastos electrónicos y solamente afecta a una parte de la instalación, por lo tanto no es correcto compararlas con las demás ya que su marco de aplicación es total. Además vemos que los beneficios de esta propuesta son muy inferiores a los demás, por estas razones analizaremos una comparación entre las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1 sin tener en cuenta las subvenciones.

A continuación en el gráfico 5 podemos observar el consumo anual dependiendo de la propuesta analizada, y de la misma manera en el gráfico 6 las emisiones de CO2 causadas por el consumo de dicha energía:

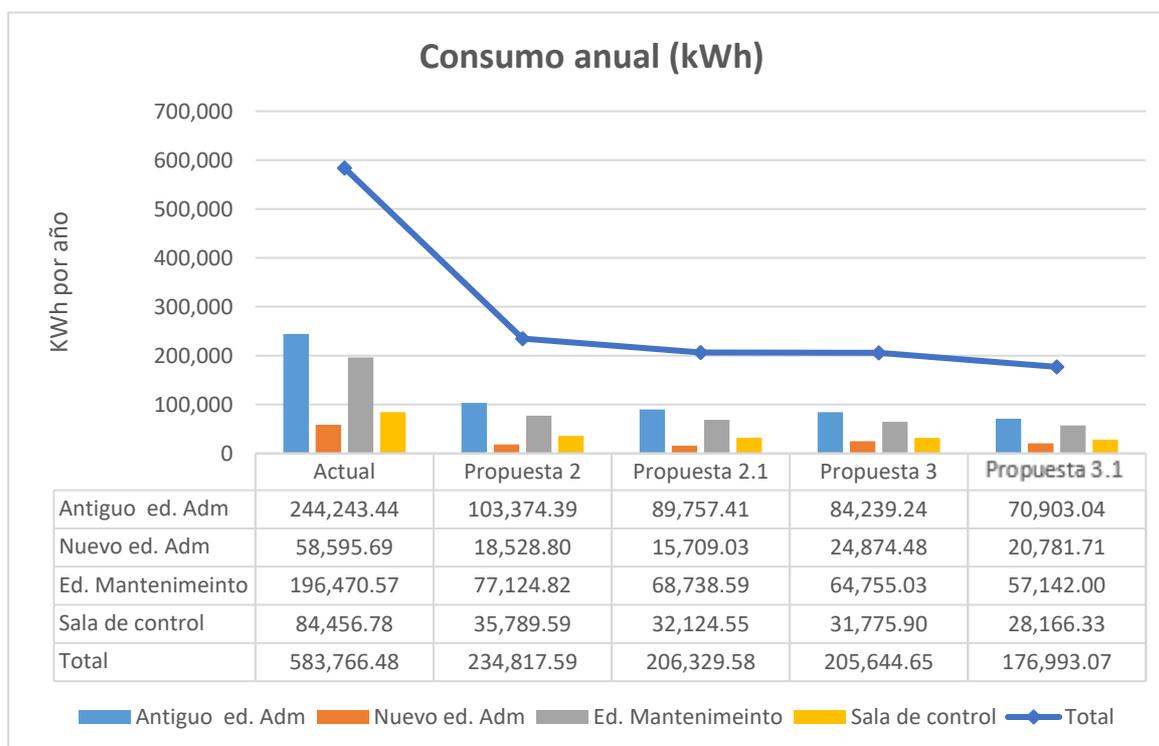


Gráfico 5 Consumo anual actual frente a las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1

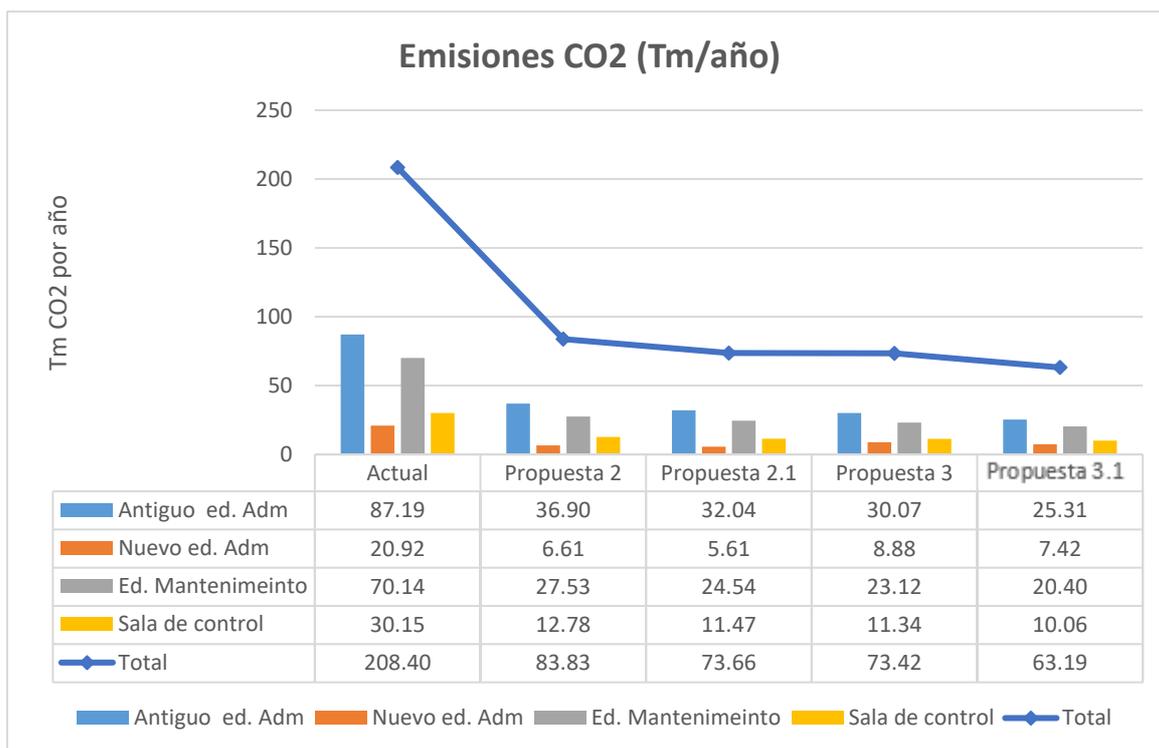


Gráfico 6 Emisiones CO2 actual frente a las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1

Podemos observar que la implantación de la tecnología LED, reduce significativamente el consumo anual de energía y en consecuencia la reducción de emisiones de CO2. Para ver con mayor detalle una comparación solamente entre las propuestas, en los gráficos 7 y 8 se presentan los mismos datos que en las gráficas 6 y 7, pero omitimos el consumo y emisión de la situación actual.

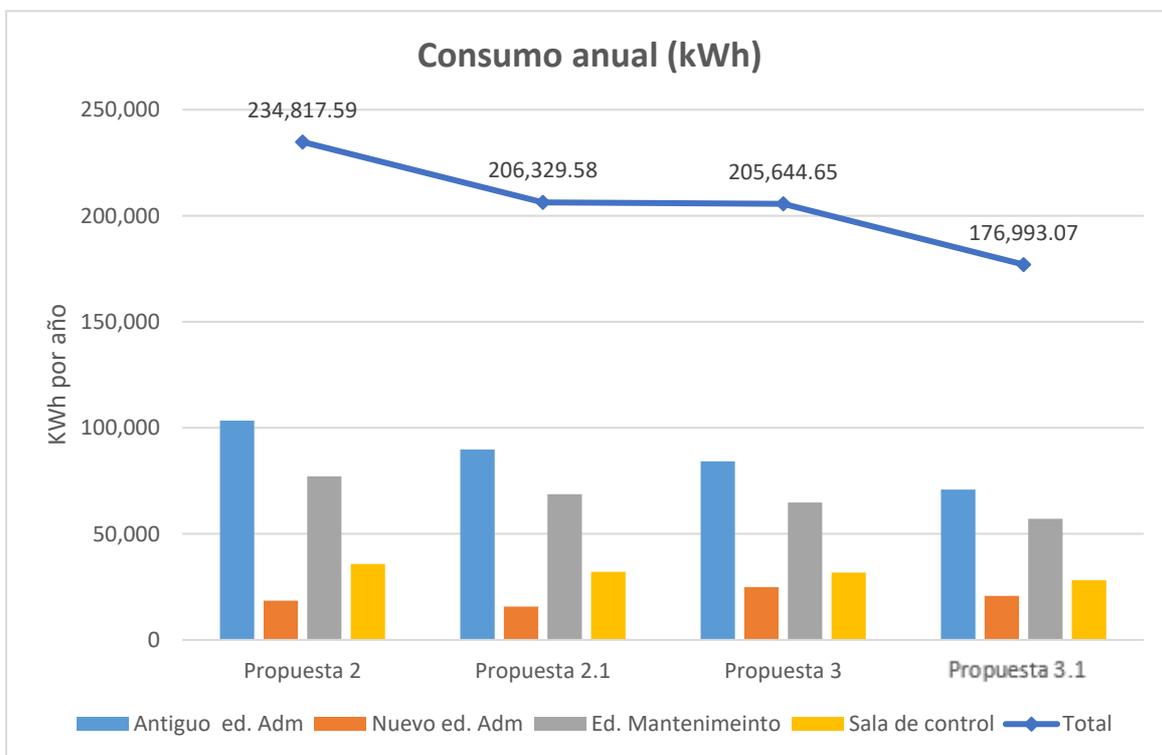


Gráfico 7 Comparativa del consumo anual de las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1

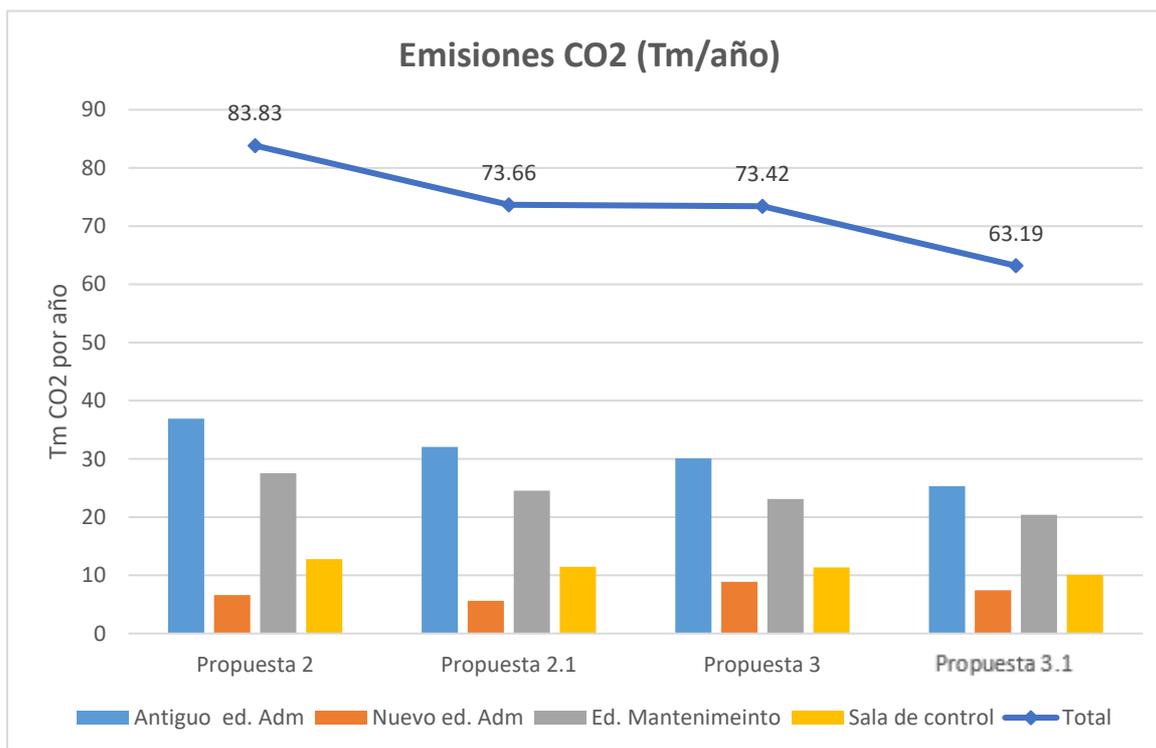


Gráfico 8 Comparativa de las emisiones de CO2 anuales entre las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1

Si comparamos las propuestas desde el punto de vista energético y de emisiones entre las propuestas de sustitución que se basan en el uso de tecnología LED, observamos como la mejor opción es la propuesta 3.1. Seguidamente mostraremos en la gráfica 9, la evolución del ahorro obtenido con las distintas propuestas teniendo en cuenta los flujos de caja de cada propuesta y su inversión inicial.

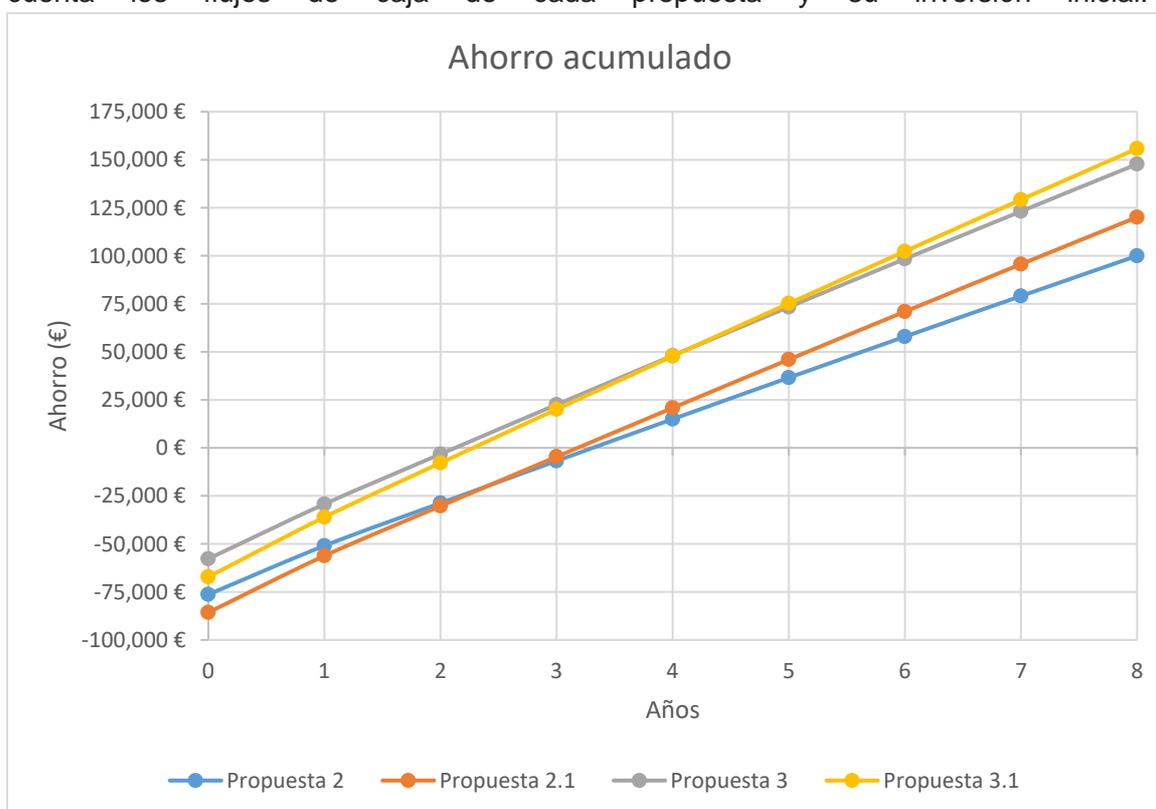


Gráfico 9 Ganancias acumuladas por años con las propuestas 2, 2.1, 3 y 3.1

Se puede apreciar que la pendiente de la propuesta 2 es bastante inferior a las otras, por lo tanto es la peor económicamente. Asimismo las propuestas 2.1 y 3 son muy semejantes, aunque la propuesta 2.1 es la que tiene una inversión inicial más elevada de todas las propuestas realizadas. Finalmente apreciamos que la propuesta 3.1 es la que se obtiene una rentabilidad mayor con el paso de los años.

Si analizamos los indicadores económicos observamos que económicamente es más segura y rentable la inversión 3 frente a la 3.1, pero a largo plazo como hemos mencionado anteriormente se consigue un mayor beneficio en todos los campos con la propuesta 3.1, ya que en consecuencia conseguimos una mayor disminución de la energía consumida por nuestro sistema, por lo tanto una disminución de las emisiones de CO2 y finalmente el beneficio económico es mayor

## 8. CONCLUSIONES

Del análisis energético podemos observar como la implantación de sistemas y/o tecnologías más eficientes tienen un gran impacto en el consumo eléctrico. Como se mencionó anteriormente, la propuesta 1 se basa en la sustitución de los balastos magnéticos por electrónicos, es insuficiente en comparación con las tecnologías actuales como lo es LED, en definitiva esta propuesta no se aconseja teniendo en cuenta las otras opciones analizadas.

Seguidamente si se desea una sustitución rápida y que no se necesite una redistribución, la implantación de la propuesta 2.1 que se basa en el uso de lámparas LED e implementar detectores de presencia, se logran grandes beneficios tanto económicos como medioambientales. Se aprecia que la propuesta 2.1 es la que contiene la inversión inicial más elevada, pero esta propuesta se puede ir ejecutando de manera escalonada, pero de este modo el ahorro conseguido sería a muy largo plazo. Después de esta breve reflexión, pasamos a analizar aquella con mejores resultados.

Finalmente tenemos la propuesta 3.1 que se basa en la utilización de tecnología LED y el uso de un control de iluminación por medio de detectores de presencia. Esta propuesta tiene los mejores indicadores:

- Consumo energético: Se reduce en un 69,68% frente a la instalación actual
- Emisiones de CO<sub>2</sub>: Se reducen en un 69,68% frente a la instalación actual

Conjuntamente es aquella que se consigue un mayor ahorro económico con el paso de los años, en consecuencia es la mejor viable económicamente. Además se ha realizado un estudio lumínico con el software DIALux, de este modo se ha garantizado que en todas las zonas se trabaje con los criterios de calidad establecido en la normativa vigente, en consecuencia podemos garantizar que es viable técnicamente.

Por lo tanto para concluir con el proyecto, se puede decir que el ahorro general en la iluminación interior de los edificios analizados es de un 64,91%, cumpliendo con el objetivo de conseguir una instalación más eficiente.

## 9. Bibliografía

### 9.1. Páginas Web

- <http://www.wikipedia.com>
- <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn281.html#seccion4>
- <http://www.certificadosenergeticos.com>
- <https://www.coloresral.com.es>
- <http://blog.ledbox.es/>
- <https://www.lamparadirecta.es>
- <http://www.efectoled.com>
- <https://www.lamparadirecta.es>
- <http://www.ivace.es>
- <https://www.boe.es/boe/dias/2016/03/15/pdfs/BOE-A-2016-2624.pdf>
- <http://www.idae.es>

### 9.2. Artículos

- Beld, W. J. (2003). Lighting For Work: Visual and Biological Effects. The Netherlands: Philips Lightings
- Comité Español Iluminación, (2014). El libro blanco de la iluminación. Madrid, España: Editorial MIC



***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**DOCUMENTO 2: ANEXOS**

AUTOR

Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

## Índice

<b>ANEXO 1: Inventario</b> .....	<b>97</b>
<b>ANEXO 2: Mediciones con luxómetro</b> .....	<b>117</b>
<b>ANEXO 3: Criterios de eficiencia energética DB-HE3</b> .....	<b>133</b>
<b>ANEXO 4: Resultados por software DIALux</b> .....	<b>155</b>
<b>ANEXO 5: Estudio energético, medioambiental y económico de las propuestas realizadas</b> .....	<b>209</b>
<b>ANEXO 6: Fichas técnicas</b> .....	<b>223</b>

## ANEXO I: INVENTARIO

En este anexo se recoge en una tabla todo el inventario de la iluminación interior de los edificios nuevos y antiguo de administración, edificio sala de control y edificio de mantenimiento. Se ha detallado cada sala con su código de identificación (ID) usado por la propia empresa. En el documento 3 se adjuntan los planos con la disposición de cada sala indicando el número identificador.

Si observan la tabla se realiza una descripción de la dependencia, y se indica el tipo de luminaria y de lámpara usada, así como la potencia total por salas instalada sin tener en cuenta equipos auxiliares. También se indica si cuenta con algún sistema de regulación.

Para facilitar la interpretación de la tabla, se procede a explicar la nomenclatura utilizada:

- Nomenclatura utilizada
  - **Tipos luminaria:** Luminaria con Lamas (LL), Regleta Fluorescentes (RGFL), Downlight empotrado (DWL), Luminaria empotrable con lamas (LEL), Lámpara Industrial (LI), Luminaria estanca (LES), Luminaria Reflector Parabólico (LRP), Luminaria adosada (LA)
  - **Tipo Lámparas:** fluorescente (FL), fluorescente compacta (FLC), halógenas (HAL), vapor de mercurio (VM)
  - **Tipo Control y Regulación:** Detector Presencia (DP)



DESCRIPCIÓN DEPENDENCIAS				LUMINARIAS				LAMPARAS						Control y regulación			
ID	Zona	Uso	Uso-Detalle	Tipo	Nº luminarias	Marca y modelo	Nº Total luminarias	Tipo	Marcas y modelo	Potencia Lámpara (W)	Nº lámparas por luminaria	Potencia consumida luminaria (W)	Potencia consumida sistema (W)	Potencia Total consumida sistema (W)	Si/No	Tipo	Potencia Controlada (kW)
B114	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/865	36	4	144	576	576	No		
B115	Adm.PB_Old	Sala reuniones	Sala de reuniones pequeña	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/865	36	4	144	288	288	No		
B116	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor liso"	2	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	2	72	144	144	No		
B117	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	576	576	No		
B118	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	TL-D 36W/565	36	4	144	144	360	No		
	Adm.PB_Old	Despachos		LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	TL-D 36W/565	36	3	108	216		No		
B119	Adm.PB_Old	Sala reuniones	Sala de reuniones "proyector"	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	576	576	No		
B120	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/865	36	4	144	576	576	No		
B121	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	12	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	864	864	No		
B122	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288	288	No		
B123	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS TL-D 18W/54-765	18	4	72	432	432	No		
B124	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288	288	No		
B125	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	9	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	9	FL	PHILIPS TL-D 18W/54-765	18	4	72	648	648	No		
B126	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288	288	No		
B127	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	576	576	No		
B128	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR "Sin difusor"	8	FL	TL-D 18W/54-765	18	4	72	576	576	No		

<b>B129</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/866	36	4	144	576	576	No		
<b>B130</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	12	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	864	864	No		
<b>B131</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288	288	No		
<b>B132</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	576	576	No		
<b>B133</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288	288	No		
<b>B134</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	6	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	432	432	No		
<b>B135</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	576	576	No		
<b>B136</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	3	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	216	216	No		
<b>B137</b>			<b>ZONA MEDICA</b>														
<b>B138</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	3	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	216	216	No		
<b>B139</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	2	FL	OSRAM L36W/840	36	4	144	288	288	No		
<b>B140</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Sin difusor"	4	FL	TL-D 18W/54-765	18	4	72	288	288	No		
<b>B141</b>	Adm.PB_Old	Sala	Servidores	DWL	10	DOWNLIGHT STAFF PANOS	10	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	520	520	No		
<b>B142</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	20	FL	PHILIPS TL-D36W/840    OSRAM L36W/865	36	4	144	576	2880	No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	9	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS TL-D36W/840    OSRAM L36W/866	36	4	144	1296		No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS TL-D36W/840    OSRAM L36W/867	36	4	144	288		No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Despachos	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS TL-D36W/840    OSRAM L36W/868	36	4	144	432		No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Pasillo - Entrador	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS TL-D36W/840    OSRAM L36W/869	36	4	144	288		No		
<b>B143</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	DWL	4	DOWNLIGHT STAFF PANOS	11	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	104	286	No		
	Adm.PB_Old	Sala	Almacén	DWL	7	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	1	26	182		No		

<b>B144</b>	Adm.PB_Old	Sala reuniones	Sala de reuniones grande	RGFL	24	"Solo tubo (Techo rejilla)"	24	FLC	OSRAM TL-D L36W/865	36	2	72	1728	1728	No		
<b>B145</b>	Adm.PB_Old	Sala	Servidores	DWL	10	DOWNLIGHT STAFF PANOS	10	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	520	520	No		
<b>B146</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	4	144	576	576	No		
<b>B147</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	4	144	576	576	No		
<b>B148</b>	Adm.PB_Old	Sala	Sala de Archivos	LEL	4	PANTALLA CON DIFUSOR REGILLA	4	FL	OSRAM L36W/840	36	4	144	576	576	No		
<b>B149</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	4	144	576	576	No		
<b>B150</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	144	144	No		
<b>B151</b>	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	4	144	576	576	No		
<b>B152</b>	Adm.PB_Old	Vestuario	Vestuario Masculino	LEL	44	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	97	FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	3168	6448	Si		
	Adm.PB_Old	Duchas	Duchas Masculinas	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	432		No		
	Adm.PB_Old	Baño	Baño Masculino	DWL	10	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	520		Si		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	4	"Dicroica"		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	200		Si		
	Adm.PB_Old	Pasillo	Vestibulo/Entrador Masculino	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Casilleros Masculinos	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	288		No		
	Adm.PB_Old	Vestuario	Vestuario femenino 1 (pequeño)	DWL	4	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 26W/840	26	2	52	208		Si		
	Adm.PB_Old	Vestuario	Vestuario femenino 2	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	576		Si		
	Adm.PB_Old	Duchas	Duchas femeninas	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	216		No		
	Adm.PB_Old	Baño	Baño femenino	DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	104		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	4	"Dicroica"		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	200		No		
	Adm.PB_Old	Pasillo	Vestibulo/Entrador Femenino	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Pasillo	Pasillo acceso vestuario masculino femenino	DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	104		No		
Adm.PB_Old	Sala	Casilleros Femeninos	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	FLC	OSRAM DULUX L 2G11	36	2	72	144	No					

B_AH1	Adm.PB_Old	Baño	Aseos hombre	DWL	3	DOWNLIGHT STAFF PANOS	8	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	156	472	Si	DP	
	Adm.PB_Old	Baño		RGFL	1	REGLETA SIN PANTALLA		FL	PHILIPS TLD 58W/840	58	2	116	116		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	4	"Dicroica"		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	200		Si	DP	
B_AM1	Adm.PB_Old	Baño	Aseos mujeres	DWL	3	DOWNLIGHT STAFF PANOS	8	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	156	472	Si	DP	
	Adm.PB_Old	Baño		RGFL	1	"sin pantalla"		FL	PHILIPS TLD 58W/840	58	2	116	116		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	4	"Dicroica"		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	200		Si	DP	
PaB1	Adm.PB_Old	Pasillo	Pasillo	LEL	10	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	12	FL	OSRAM L 36W/865	36	2	72	720	864	No		
	Adm.PB_Old	Pasillo		LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FLC	OSRAM DULUX L	36	2	72	144		No		
V_Mak1	Adm.PB_Old	Pasillo	Cantina - Sala de descanso (Vestíbulo + máquinas expendedoras)	LA	6	"Solo bombilla - bajo consumo"	6	FLC	OSRAM DULUX D 1x26W/865	26	1	26	156	156	No		
B_AH2	Adm.PB_Old	Baño	Aseos hombre	DWL	3	DOWNLIGHT STAFF PANOS	7	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	156	400	Si	DP	
	Adm.PB_Old	Baño		RGFL	2	"con pantalla"		FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	2	"Dicroica"		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	100		Si	DP	
B_AM2	Adm.PB_Old	Baño	Aseos mujeres	DWL	3	DOWNLIGHT STAFF PANOS	7	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	156	400	Si	DP	
	Adm.PB_Old	Baño		RGFL	2	"con pantalla"		FL	OSRAM TL-D L36W/840	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	2	"Dicroica"		HAL	HALOGENO	50	1	50	100		Si	DP	
B_AH3	Adm.PB_Old	Baño	Aseos hombre	LA	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor"(Pared)	2	FL	OSRAM TL-D L18W/840	18	2	36	72	280	No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	4	DOWNLIGHT STAFF PANOS	4	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	208		No		
PaB2	Adm.PB_Old	Pasillo	Pasillo (Entre AM2 y B140)	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	27	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	72	1836	No		
	Adm.PB_Old	Pasillo		----	2	"Solo bombilla- bajo consumo"		FLC		18	1	18	36		No		
	Adm.PB_Old	Pasillo	Pasillo	LEL	24	"+difusor plástico rombos-laterales oscuros"		FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	1728		No		
ENT1	Adm.PB_Old	Pasillo	Entrador - Sala de espera	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	10	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	432	632	No		
	Adm.PB_Old	Pasillo		"Foco "	4	FOCO HALOGENO TECHO		HAL	HALOGENO	50	1	50	200		No		
B137	Adm.PB_Old	Pasillo		LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	5	FL	OSRAM L36/865	36	4	144	576	2988	No		

	Adm.PB_Old	Pasillo	Pasillo enfermería - Sala de espera	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	OSRAM L18/840	18	2	36	36		No		
	Adm.PB_Old	Pasillo	Recepción-enfermería	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS TLD 36W/840	36	4	144	288		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Sala medica 1	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPSTLD 36W/840	36	4	144	288		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Sala medica 2	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Sala medica 3	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Sala medica 4	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288		No		
	Adm.PB_Old	Vestuario	Vestuario/enfermería	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	288		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Comedor/enfermería	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	2	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Baño	Baño/enfermería	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/866	36	2	72	144		No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho/enfermería	LEL	5	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico rombos"	5	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/868	36	2	72	360		No		
B211	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	216	216	No		
B212	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B213	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho/Recepción	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	45	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	288	2426	No		
	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	DWL	24	DOWNLIGHT HALOGENO		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	1200		No		
	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	DWL	13	DOWNLIGHT HALOGENO		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	650		No		
	Adm.P1_Old	Despachos		DWL	4	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	PHILIPS 2xTLD 36W/870	36	2	72	288		No		
B214	Adm.P1_Old	Sala reuniones	Sala reuniones	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	12	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	864	864	No		
B215	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/869	36	4	144	576	576	No		
B216	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B217	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B218	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/869	36	4	144	576	576	No		
B219	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B220	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B221	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	16	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	16	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	1152	1152	No		

B222	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B223	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor hexagonal"	8	FL	PHILIPS 4xTLD 36W/869	36	4	144	1152	1152	No		
B224	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B225	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor rendija cuadrícula"	4	FL	OSRAM 4x L 36W/765	36	4	144	576	576	No		
B226	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	OSRAM 4x L 36W/765	36	4	144	864	864	No		
B227	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor rendija cuadrícula"	4	FL	OSRAM 4x L 36W/765	36	4	144	576	576	No		
B228	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B229	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor rendija cuadrícula"	8	FL	OSRAM 4x L 36W/765	36	2	72	576	576	No		
B230	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	576	576	No		
B231	Adm.P1_Old	Despachos	Despachos/Oficina	LEL	44	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor rendija cuadrícula"	44	FL	OSRAM 4x L 36W/765	36	2	72	3168	3168	No		
B232	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	288	288	No		
B233	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	OSRAM 2x36W/840	36	2	72	432	432	No		
B234	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/869	36	2	72	288	288	No		
B235	Adm.P1_Old	Sala	Zona archivos	LEL	11	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	11	FL	PHILIPS 4x36W/839	36	4	144	1584	1584	No		
B236	Adm.P1_Old	Sala	Cafetería (cantina)	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	4xL18W/866	18	4	72	288	288	No		
B237	Adm.P1_Old	Despachos	Despachos	LEL	26	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	26	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	3744	3744	No		
B238	Adm.P1_Old	Baño	Baño masculino	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	63	FL	4xFT-B 18W/880	18	4	72	144	5832	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	52		No		
	Adm.P1_Old	Baño	Baño femenino	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	4xFT-B 18W/880	18	4	72	144		No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	52		No		
	Adm.P1_Old	Sala	Comedor	LEL	26	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	3744		No		
	Adm.P1_Old	Sala	Cocina	LA	10	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor hexagonal"		FL	PHILIPS 2x36W/840	36	2	72	720		No		
	Adm.P1_Old	Sala	Cuarto (trastero)	LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x36W/840	36	2	72	72		No		
	Adm.PB_Old	Despachos	Despacho	LA	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x36W/840	36	2	72	144		No		
Adm.P1_Old	Pasillo	Escalera acceso almacén	DWL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	52	No					

	Adm.PB_Old	Sala	Almacén alimentos	LA	6	"sin difusor"		FL	OSRAM 2x36W/840	36	2	72	432		No		
	Adm.PB_Old	Sala	Cámara Refrigerador/Congelador	LES	2			HAL		50	1	50	100		No		
	Adm.PB_Old	Baño	Baño Masculino	LL	1	"sin difusor"		FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	36		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	52		No		
	Adm.PB_Old	Baño	Baño Femenino	LL	1	"No empotrada sin difusor"		FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	36		No		
	Adm.PB_Old	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	52		No		
B239	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	288	288	No		
B240	Adm.P1_Old	Sala reuniones	Sala de reuniones grande	LEL	13	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	13	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	1872	1872	No		
B241	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	576	576	No		
B242	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	"Cuadrada, pantalla no transparente"	4	LED		40	1	40	160	160	No		
B243	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	288	288	No		
B244	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	4xTL-D 36W/840	36	4	144	432	432	No		
B245	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	288	288	No		
B246	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	4xTL-D 36W/840	36	4	144	432	432	No		
B247	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4x36W/840	36	4	144	576	576	No		
B248	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	4	FL	OSRAM 3x36W/865	36	3	108	432	432	No		
B249	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plástico"	2	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	4	144	288	288	No		
B250																	
B251	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor platico"	2	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	4	144	288	288	No		
B252																	
B253	Adm.P1_Old	Despachos	Despacho	LL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor platico"	4	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	4	144	576	576	No		
B254																	
PaA1	Adm.P1_Old	Pasillo	Pasillo	LEL	16	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	16	FL	OSRAM 2x36W/840	36	2	72	1152	1152	No		
PaA2	Adm.P1_Old	Pasillo	Pasillo	LEL	23	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	30	FL	OSRAM 2x36W/840	36	2	72	1656	2160	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo		LEL	7			FL	OSRAM 2x36W/840	36	2	72	504		No		

AH3	Adm.P1_Old	Baño	Aseos hombres	LL	3	"2 techo y uno pared sobre cristal"	7	FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	108	212	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	4			FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	1	26	104		No		
AM3	Adm.P1_Old	Baño	Aseos Mujeres	LL	3	"2 techo y uno pared sobre cristal"	6	FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	108	186	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	3	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 1x26W/865	26	1	26	78		No		
AH4	Adm.P1_Old	Baño	Aseos hombres	LL	0		11	FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	0	572	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	11	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	572		No		
AM4	Adm.P1_Old	Baño	Aseos Mujeres	LL	3		10	FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	108	472	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	7			FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	364		No		
AH5	Adm.P1_Old	Baño	Aseos hombres	LL	1		7	FL	OSRAM 1x36W/840	36	1	36	36	348	No		
	Adm.P1_Old	Baño		DWL	6	DOWNLIGHT STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	312		No		
B_Escalera	Adm.P1_Old	Pasillo	Escalera 1	LEL	2	"solo bombilla"	2	FLC	"Bombilla"	26	1	26	52	52	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo	Escalera 2	LEL	1	"solo bombilla"	1	FLC	"Bombilla"	26	1	26	26	26	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo	Escalera 3	LA	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 2xTL-D 18W/865	18	2	36	108	108	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo		LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plastico" (en pared)	1	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	2	72	72	72	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo	Escalera 4	LA	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 2xTL-D 18W/865	18	2	36	108	108	No		
	Adm.P1_Old	Pasillo		LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "difusor plastico" (en pared)	1	FL	PHILIPS 2xTLD 36W/865	36	2	72	72	72	No		
A101	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	13	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	876	No		
	Adm.PB_New	Despachos		DWL	1	DOWNLIGHT ODEL-LUX OD-3611 2x26W H.F.CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604		FLC	OD-3611 2x26W H.F.CRISTAL	26	2	52	52		No		
	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR		FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	432		No		
	Adm.PB_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHT ODEL-LUX OD-3611 2x26W H.F.CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604		FLC	OD-3611 2x26W H.F.CRISTAL	26	2	52	104		No		
	Adm.PB_New	Despachos		Almacén	LEL	1		PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72		72	No	
A102	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	9	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	14	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	648	1008	No		

	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	5	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR		FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	360		No		
A103	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	216	No		
A104	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	432	432	No		
A105	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	216	No		
A106	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	216	No		
A107	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	216	No		
A108	Adm.PB_New	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	3xT5 24W/ H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	216	216	No		
A109	Adm.PB_New	Despachos	Reprografia	LEL	1	PANTALLA ODEL LUX OD-3162 2xTC-L 36W/ H.F. ALUMINIO ANODIZADO	3	FL	2xTC-L 36W/ H.F. ALUMINIO ANODIZADO	36	2	72	72	216	No		
	Adm.PB_New	Sala	Centro de datos	LEL	2	PANTALLA ODEL LUX OD-3162 2xTC-L 36W/ H.F. ALUMINIO ANODIZADO		FL	2xTC-L 36W/ H.F. ALUMINIO ANODIZADO	36	2	72	144		No		
A110	Adm.PB_New	Sala reuniones	Sala de reuniones mediana	DWL	8	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	16	HAL	DL3000 E100	50	1	50	400	816	No		
	Adm.PB_New	Sala reuniones		DWL	8	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	416		No		
A111	Adm.PB_New	Sala reuniones	Sala visita	DWL	6	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	12	HAL	DL3000 E100	50	1	50	300	612	No		
	Adm.PB_New	Sala reuniones		DWL	6	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	312		No		
A112	Adm.PB_New	Sala	Cafetería	DWL	6	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	12	HAL	DL3000 E100	50	1	50	300	612	No		
	Adm.PB_New	Sala		DWL	6	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HG 200 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	312		No		
A113	Adm.PB_New	Sala reuniones	Sala auditorio	DWL	29	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	44	HAL	DL3000 E100	50	1	50	1450	2230	No		
	Adm.PB_New	Sala reuniones		DWL	15	DOWNLIGHT STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG CON REGULACIÓN 60810286		FLC	HF 250 2/26 EVG CON REGULACIÓN 60810286	26	2	52	780		No		
PaB1	Adm.PB_New	Pasillo	Pasillo	DWL	12	DOWLIGHT ODEL-LUX OD-3611 2x26W H.F. CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604	12	FLC	OD-3611 2x26W H.F. CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604	26	2	52	624	624	No		

Ent_PB	Adm.PB_New	Pasillo	Entrador/Recepción	LRP	4	PLAFON SUPERFICIE FLAVIA S7707340 STAFF 2xTC-DEL 26W ELECTRONICO	8	FLC	S7707340 STAFF 2xTC-DEL 26W ELECTRONICO	26	2	52	208	408	No		
	Adm.PB_New	Pasillo		DWL	4	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100	50	1	50	200		No		
	Adm.PB_New	Pasillo	Entrador	DWL	2	DOWNLIGHT STAFF HALOGENO DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	2	HAL	DL3000 E100	50	1	50	100	100	No		
AH1	Adm.PB_New	Baño	Aseos Hombre	DWL	5	DOWNLIGHT HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	8	HAL	HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	50	1	50	250	358	Si	DP	0.25
	Adm.PB_New	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54	18	2	36	72				0.072
	Adm.PB_New	Baño		LEL	1	PANTALLA ODEL-LUX LINEO OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA		FL	OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA	36	1	36	36				0.036
AM1	Adm.PB_New	Baño	Aseos Mujer	DWL	5	DOWNLIGHT HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	8	HAL	HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	50	1	50	250	358	Si	DP	0.25
	Adm.PB_New	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54	18	2	36	72				0.072
	Adm.PB_New	Baño		LEL	1	PANTALLA ODEL-LUX LINEO OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA		FL	OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA	36	1	36	36				0.036
A_P-1	Adm.P-1_New	Sótano	Sótano	LES	10	PANTALLA BERNA OD-8551	13	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	720	828			
	Adm.P-1_New	Sótano	Sala/Cuarto	LES	3	PANTALLA BERNA OD-8551		FL	PHILIPS 1xTL-D 36W/865	36	1	36	108				
A200	Adm.P1_New	Sala reuniones	Sala de reuniones grande	DWL	10	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	24	FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	520	1220	No		
	Adm.P1_New	Sala reuniones		DWL	14	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	700		No		
A201	Adm.P1_New	Despachos	Despacho/Secretaría	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	4	96	288	288	No		
	Adm.P1_New	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	14	FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320	828	No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	208		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	300		No		
A202 a	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.		8	FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80		320	524	No

	Adm.P1_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	104		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	100		No		
A202 b	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	4	96	384	588	No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	104		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	100		No		
A202 c	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	9	FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320	574	No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	104		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	150		No		
A203	Adm.P1_New	Despachos	Despacho/Secretaria	LEL	3	PANTALLA ODEL LUX OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	25	FL	OD-3241 4xT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	4	96	288	1644	No		
	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.		FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	208		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	150		No		
	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.		FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	208		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	150		No		
Adm.P1_New	Despachos			LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320	No				
A204	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	11	FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	208	678	No		
	Adm.P1_New	Despachos		LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.		FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320		No		

	Adm.P1_New	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	150		No		
A205	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	2	PANTALLA ODEL LUX OD-3162 2xTC-L 36W/H.F.ALUMINIO ANODIZADO	2	FL	OD-3162 2xTC-L 36W/H.F.ALUMINIO ANODIZADO	36	2	72	144	144	No		
A206	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	2	PANTALLA ODEL OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	144	144	No		
A207	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	2	PANTALLA ODEL LUX OD-3162 2xTC-L 36W/H.F.ALUMINIO ANODIZADO	2	FL	OD-3162 2xTC-L 36W/H.F.ALUMINIO ANODIZADO	36	2	72	144	144	No		
A208	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	6	PANTALLA ODEL OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	432	432	No		
A209	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	11	FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	320	678	No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252		FLC	HF 250 2/26 EVG ELECTRONICO 60810252	26	2	52	208		No		
	Adm.P1_New	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V		HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	150		No		
A210	Adm.P1_New	Despachos	Despachos	LEL	4	PANTALLA ODEL OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OD-3241 3XT5 24W/H.F. ALUMINIO ESPECULAR	24	3	72	288	288	No		
PaA1	Adm.P1_New	Pasillo	Pasillo	DWL	15	DOWLIGHT ODEL-LUX OD-3611 2x26W H.F. CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604	15	FLC	OD-3611 2x26W H.F. CRISTAL SERGRAFIADO OD-3604	26	2	52	780	780	No		
AH2	Adm.P1_New	Baño	Aseos Hombre	DWL	5	DOWNLIGHT HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	8	HAL	HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	50	1	50	250	358	Si		
	Adm.P1_New	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54	18	2	36	72				
	Adm.P1_New	Baño		LEL	1	PANTALLA ODEL-LUX LINEO OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA		FL	OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA	36	1	36	36				
AM2	Adm.P1_New	Baño	Aseos Mujer	DWL	5	DOWNLIGHT HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	8	HAL	HALOGENO L&D 000677 CROMADO 50W/12V	50	1	50	250	358	Si		
	Adm.P1_New	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT STAFF PANOS HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL IP54	18	2	36	72				
	Adm.P1_New	Baño		LEL	1	PANTALLA ODEL-LUX LINEO OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA		FL	OD-3851 1xT-5 35W H.F. LENTE ESCALONADA	36	1	36	36				
PaAB	Adm.P1_New	Pasillo	Pasillo	DWL	9	DOWLIGHT HALOGENURO METALICO	9	VM	HALOGENO	75	1	75	675	675			
ESC_1	Adm.P2_New	Pasillo	Escaleras 2ª planta	DWL	12	DOWNLIGHT od-3718, 1HIT-TC 70W	12	VM	1HIT-TC 70W	70	1	70	840	840	No		

A300	Adm.P2_New	Sala reuniones	Sala de reuniones	DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF HALOGENOS DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	12	HAL	DL3000 E100 QT S7705860 50W/12V	50	1	50	300	780	No		
	Adm.P2_New	Sala reuniones		LEL	6	PANTALLA LUZ DIRECT. INDIRECTA ODEL LUX OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.		FL	OD-3341 2xTC-L 40W/H.F.	40	2	80	480		No		
D101	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	432	432	No		
D102	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	324	396	No		
	CTRL	Despachos		LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	OSRAM 4xTL-D 18W/865	18	4	72	72		No		
D103	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/865	18	4	72	288	288	No		
D104	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/866	18	4	72	288	288	No		
D105	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/867	18	4	72	288	288	No		
D106	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/868	18	4	72	288	288	No		
D107	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/869	18	4	72	288	288	No		
D108	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/870	18	4	72	288	288	No		
D109	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/871	18	4	72	288	288	No		
D110	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/872	18	4	72	288	288	No		
D111	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/873	18	4	72	288	288	No		
D112	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/874	18	4	72	288	288	No		
D113	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/875	18	4	72	288	288	No		
D114	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/876	18	4	72	576	576	No		
D115	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/877	18	4	72	432	432	No		
D116	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/878	18	4	72	288	288	No		
D117	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/879	18	4	72	288	288	No		
D118	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/880	18	4	72	288	288	No		
D119	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/881	18	4	72	432	432	No		
D120	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	216	288	No		
	CTRL	Despachos		DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	72		No		
D121	CTRL	Sala reuniones	Sala reuniones mediana	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	324	432	No		

	CTRL	Sala reuniones		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	108		No		
D122	CTRL	Sala reuniones	Sala reuniones mediana	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	648	648	No		
D123	CTRL	Sala reuniones	Sala reuniones grande	LEL	14	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	14	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/872	18	4	72	1008	1008	No		
D124	CTRL	Sala	Almacén	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	216	216	No		
D125	CTRL	Despachos	Despacho	LA	8	DIFUSOR DOBLE PARABOLICO	8	FL	PHILIPS 2xTL5 36W/840	36	2	72	576	576	No		
D126	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	5	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	216	324	No		
	CTRL	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	108		No		
D127	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	324	324	No		
D128	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	5	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	216	324	No		
	CTRL	Despachos		DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	108		No		
D129	CTRL	Sala	Taquillas	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	216	288	No		
	CTRL	Sala		LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	OSRAM 4xTL-D 18W/872	18	4	72	72		No		
D130	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	7	FL	OSRAM 4xTL-D 18W/872	18	4	72	288	396	No		
	CTRL	Pasillo	Pasillo_8	DWL	3	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	108		No		
D131	CTRL	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	432	432	No		
D132	CTRL	Sala	Sala servidores "Refrigerada"	DWL	16	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	16	FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	576	576	No		
D133	CTRL	Sala	Almacén	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	1	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	108	108	No		
D134	CTRL	Sala	Almacén	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	1	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	108	108	No		
D135	CTRL	Sala	Cafetería	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	432	432	No		
D136	CTRL	Sala	Cuadros Eléctricos "Refrigerada"	LS	15	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	15	FL	OSRAM 2xTL-D 36W/840	36	2	72	1080	1080	No		
D137	CTRL	Vestuario	Vestuario Jefe de Turno	DWL	7	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	7	FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	252	252	No		
D138	CTRL	Sala	Almacén	LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	1	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	108	108	No		
Zona_Control	CTRL	Sala	Consola 1	LS	2	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR	32	FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	232	2584	No		
	CTRL	Sala	Consola 2	LS	3	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	348		No		
	CTRL	Sala	Consola 3	LS	4	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	464		No		

	CTRL	Sala	Consola 4	LS	2	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	232		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 1	DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	72		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 2	DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	232		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 3	LS	1	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	116		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 4	LS	1	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	116		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 5	DWL	2	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	72		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 6	LS	1	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	116		No		
	CTRL	Sala	Mesas de trabajo 7	LS	1	DIFUSORES DOBLES PARABOLICOS EN ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2x 58W/840	58	2	116	116		No		
	CTRL	Sala	Panel luminoso	LEL	2	DIFUSOR DOBLE PARABOLICO		FL	PHILIPS 2xTL5 36W/840	36	2	72	144		No		
	CTRL	Sala	Zona general	DWL	9	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	324		No		
PaCtrl1	CTRL	Pasillo	Entrador Este - Sala de espera	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	39	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	432	3492	No		
	CTRL	Pasillo	Pasillo_1..5	LEL	16	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	1728		No		
	CTRL	Pasillo		LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	OSRAM 4xTL-D 18W/872	18	4	72	144		No		
	CTRL	Pasillo	Pasillo_6	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	864		No		
	CTRL	Pasillo	Pasillo_9	DWL	9	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	HG 200 2/18 DIFUSOR OPAL	18	2	36	324		No		
AH1	CTRL	Baño	Aseos Hombre	DWL	3	DOWNLIGHTS TC-TEL	3	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	54	54	No		
AM1	CTRL	Baño	Aseos Mujer	DWL	3	DOWNLIGHTS TC-TEL	3	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	54	54	No		
Ent_AH M1	CTRL	Pasillo	Entrador aseos 1	DWL	1	DOWNLIGHTS TC-TEL	1	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	18	18	No		
AH2	CTRL	Baño	Aseos Hombre	DWL	4	DOWNLIGHTS TC-TEL	4	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	72	72	No		
AM2	CTRL	Baño	Aseos Mujer	DWL	5	DOWNLIGHTS TC-TEL	5	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	90	90	No		
AH3	CTRL	Baño	Aseos Hombre	DWL	10	DOWNLIGHTS TC-TEL	10	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	180	180	No		
Ent_AH 3	CTRL	Pasillo	Entrador aseos	DWL	1	DOWNLIGHTS TC-TEL	1	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	18	18	No		
D-C.Limp	CTRL	Sala	Cuarto de la limpieza	DWL	1	DOWNLIGHTS TC-TEL	1	FLC	1/18 DIFUSOR OPAL	18	1	18	18	18	No		

C100	Mant.	Sala reuniones	Sala reuniones grande	LA	8	PANTALLA ALUMINIO +"Difusor de plastico"	8	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	576	576	No		
C101	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	4	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	288	288	No		
C102	Mant.	Despachos	Despacho	LA	3	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	3	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	432	432	No		
C103	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	432	432	No		
C104	Mant.	Sala	Sala de archivos	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	12	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	864	864	No		
C105	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	288	288	No		
C106	Mant.	Despachos	Despacho	LA	5	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	5	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	360	360	No		
C107	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	864	864	No		
C108	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 3xTL-D 36W/865	36	3	108	432	432	No		
C109	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	288	288	No		
C110	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	18	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	18	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	1296	1296	No		
C110_A	Mant.	Sala	Sala archivos	LEL	10	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	10	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	720	720	Si	DP	720
C111	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	432	432	No		
C112	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	14	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	1728	1872	No		
	Mant.	Despachos		LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	144		No		
C113	Mant.																
C114	Mant.	Sala	Comedor	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	432	432	No		
C115	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	864	864	No		
C116	Mant.	Sala	Sala archivos + despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	288	288	No		
C117	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	4	144	576	576	No		
C118	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	5	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	5	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	360	360	No		
C119	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	4	144	576	576	No		
C120	Mant.	Sala	Almacén Rotativo	LS	15	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	15	FL	PHILIPS 1xTL-D 58W/865	58	1	58	870	870	No		
C121	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	288	288	No		
C122	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	3	108	648	648	No		
C123	Mant.	Despachos	Despacho	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	288	288	No		
C124	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	3	108	648	648	No		

C125	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	864	864	No		
C126	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	864	864	No		
C127	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	576	576	No		
C128	Mant.	Sala reuniones	Sala reuniones mediana	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	6	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	864	1152	No		
	Mant.	Sala	Servidor	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	2	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	288		No		
C129	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	576	576	No		
C130	Mant.	Sala	Comedor	LEL	8	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	8	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	1152	1152	No		
C131	Mant.	Despachos	Despacho	LEL	12	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	12	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	1728	1728	No		
C132	Mant.																
C133	Mant.																
C134	Mant.																
C_TALLER	Mant.	Sala	TALLER	LA	61	CAMPANA LAMPARA VAPOR MERCURIO	71	VM	CARANDINI HLV-400 CLARA	400	1	400	24400	30200	No		
	Mant.	Sala		LA	7	CAMPANA LAMPARA DE HALOGENUROS METALICOS		SAP	SYLVANIA THX 400W (TUBULAR)	400	1	400	2800		No		
	Mant.	Sala		LA	3	PROYECTOR LAMPARA DE HALOGENUROS METALICOS		SAP	SYLVANIA THX 1000W (TUBULAR)	1000	1	1000	3000		No		
	Mant.	Sala	Almacén	LES	0	PANTALLA BERNA		FL	PHILIPS 1xTL-D 58W/865	58	1	58	0		No		
C_Entrador_1	Mant.	Pasillo	Vestíbulo	LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	1	FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	72	160	No		
	Mant.	Pasillo		LA	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	1	FL	PHILIPS 1xTL-D 36W/865	36	1	36	36		No		
	Mant.	Pasillo		DWL	1	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	1	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	52		No		
C_Pasillo_2-3-4-5	Mant.	Pasillo	Pasillo oficinas	LEL	13	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	13	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	3	54	702	702	No		
C_AH1	Mant.	Baño	Aseos hombre	LES	3	PANTALLA BERNA	3	FL	PHILIPS 1xTL-D 36W/865	36	1	36	108	108	No		
C_AM1	Mant.	Baño	Aseos mujer	LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR + "Difusor rejilla"	1	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	72	172	No		
	Mant.	Baño		DWL	2	DOWNLIGHT HALOGENO	2	HAL	DICROICA 50W	50	1	50	100		No		
C136_Cafeteria_1	Mant.	Sala	Cafetería	LEL	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR	4	FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	288	288	No		
C_AH2	Mant.	Baño	Baños individuales	DWL	12	DOWNLIGHT HALOGENO	18	HAL	DICROICA 50W	50	1	50	600	1032	No		
	Mant.	Baño	Aseos hombre	LEL	6	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	432		No		

C_Pasillo_6-7	Mant.	Pasillo	Pasillo	DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	7	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	312	384	No		
	Mant.	Pasillo		LEL	1	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 4xTL-D 18W/865	18	4	72	72		No		
C135_Oficinas (C135)	Mant.	Despachos	Despacho - Jefe Almacén	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR+ "Difusor rejilla"	11	FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	288	1202	No		
	Mant.	sala	Archivo	LA	4	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR		FL	PHILIPS 2xTL-D 36W/865	36	2	72	288		No		
	Mant.	Despachos	Despacho - ITURRI	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR+ "Difusor rejilla"		FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	288		No		
	Mant.	Despachos		HAL	1	DOWNLIGHT HALOGENO		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	50		No		
	Mant.	Despachos	Despacho - Pasillo	LEL	2	PANTALLA ALUMINIO ESPECULAR+ "Difusor rejilla"		FL	PHILIPS 4xTL-D 36W/865	36	4	144	288		No		
C138_Laboratorio	Mant.	Sala	OCTANOS	DWL	18	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	280	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	936	14298	No		
	Mant.	Sala	ACEITES	DWL	140	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	7280		No		
	Mant.	Sala	ASFALTOS	DWL	50	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	2600		No		
	Mant.	Sala	ALQUILACION	DWL	7	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/865	26	2	52	364		No		
	Mant.	Sala	LAVADO BOTELLAS	LS	10	Luminaria antideflagrante fluorescente		FL	PHILIPS 1xTL-D 36W/865	36	1	36	360		No		
	Mant.	Sala	ALMACEN REACTIVOS	LS	6	Luminaria antideflagrante fluorescente		FL	PHILIPS 1xTL-D 36W/865	36	1	36	216		No		
	Mant.	Despachos	Despacho	DWL	19	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	988		No		
	Mant.	Sala	Cafetería	DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	312		No		
	Mant.	Despachos	Despacho - Jefe Laboratorio	DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	312		No		
	Mant.	Baño	Vestuario + Aseo H	DWL	6	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	312		No		
	Mant.	Baño		HAL	1	DOWNLIGHT HALOGENO		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	50		No		
	Mant.	Baño	Vestuario + Aseo M	DWL	5	DOWNLIGHTS STAFF PANOS		FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	260		No		
	Mant.	Baño		HAL	2	DOWNLIGHT HALOGENO		HAL	DICROICA 50W	50	1	50	100		No		
Mant.	Pasillo	Pasillo Vestuarios	DWL	4	DOWNLIGHTS STAFF PANOS	FLC	OSRAM DULUX D 2x26W/866	26	2	52	208	No					

## ANEXO 2: Mediciones con luxómetro

El presente documento tiene por objeto describir la situación de la iluminación de los edificios de oficinas de BP Oil España S.A.U - Refinería de Castellón para comprobar que existen unos niveles adecuados de acuerdo con la legislación vigente, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

### 2.1. Mediciones luxómetro Oficinas

Para realizar el presente estudio se utilizó el Medidor de Iluminación Digital 51001, del fabricante YOKOGAWA, debidamente calibrado cuyas especificaciones son las siguientes:



- Clase: conforme a la Clase A en JIS C 1609 1993.
- Elemento fotoeléctrico: fotodiodo de silicio.
- Pantalla: pantalla de cristal líquido (hasta 7 dígitos) con función y presentación de unidades incluidas. Presentación efectiva máxima: 999 + (0 o 0s indica el número de dígitos).
- Ciclo de medida: dos veces por segundo.
- Rango de medida: 0.0 a 99.9/999/9.990/99.990/999.000 lx. Selección de rango manual o automática.
- Precisión: **A 23 C ± 2 C:**
  - Si la lectura es 3000 lx o menos: ± 4% de la lectura ± 1 (mínimo dígito efectivo).
  - Si la lectura es mayor de 3000 lx: ± 6% de la lectura ± (mínimo dígito efectivo).
- Características de temperatura: ± 5% a 23° C de referencia y un rango de **-10 a 40 °C**.

Las mediciones se realizaron en las peores condiciones de iluminación natural posible, tras 30 minutos de tiempo de encendido mínimo de las luminarias. Para mediciones de puesto de trabajo con teclados, se realizaron paralelos a éste. Y zonas de paso y acceso, en las zonas más oscuras y a la altura correspondiente.

Las mediciones se realizaron en los siguientes puntos:

- Escaleras y zonas de paso.
- Estancias de personas.
- Aseos.
- Zonas donde se realizan tareas de:
  - Ofimático en general.
  - Administración.
  - Dibujo Técnico.
  - Otras tareas.

Nº	Lugar de medición	Resultado medición (lux)	Requeridos/R.D. (lux)	Observaciones
	<b>Antiguo Edificio Administración (Planta Baja)</b>			
	<b>SERVICIO MÉDICO</b>			
1	Pasillo zona este	1007	50	
2	Pasillo zona central	836	50	
3	Pasillo zona oeste	766	50	
	PC enfermeros	1000	500	
4	Sala curas I	791	500	
5	Sala curas II	778	500	
6	Despacho médico	591	200	
	PC	436	500	
	Mesa	405	200	
7	Rehabilitación	537	200	
	PC	433	500	
8	Sala de Reconocimientos	943	500	
	Audiometrías	848	500	
9	Farmacia	238	200	
10	Armario seguridad	1390	100	
11	Estar de enfermería	350	100	
12	Aseo servicio médico	196	100	
	<b>PASILLO ESTE-OESTE</b>			
13	Este	117	50	
14	Hall	287	50	
15	Centro a	116	50	luz fundida
16	Centro b	117	50	
17	Escaleras Oeste	152	50	
18	Puerta salida exterior	143	50	
19	Aseos pasillo Oeste			
	Lavabo masculino	307	100	
	W.C. masculino	257	100	
	Lavabo femenino	385	100	
	W.C. femenino	126	100	
20	Escaleras Este	218	50	
21	B-135	503	200	
	PC1	373	500	luz fundida
	PC2	408	500	luz fundida
	PC3	516	500	
	PC4	568	500	
22	B-133	435	200	
	PC	406	500	
	Mesa	640	200	

23	B-131	275	200	
	PC	315	500	
24	B-129	208	200	
	PC	221	500	
25	B-127	272	200	
	PC	180	500	apagado
26	B-125	317	200	
	PC1	328	500	apagado
	PC2	594	500	apagado
	PC3	298	500	apagado
27	B-123	582	200	
	PC	712	500	
28	B-121	393	200	
	PC1	413	500	
	PC2	225	500	
	PC3	311	500	
	PC4	174	500	
29	B-119	551	50	
	Mesa	806	200	
	Mesa	660	200	
30	B-117	215	200	
	PC1	171	500	apagado
	PC2	415	500	
31	B-115	229	200	
	Mesa	339	200	
32	Aseo Oeste	117	100	
	W.C.	89	100	
33	B-114	284	200	
	PC1	496	500	
	PC2	556	500	
	PC3	643	500	
	PC4	627	500	
	PC5	635	500	
	PC6	68	500	
	PC7	507	500	
	PC8	484	500	
34	B-116	210	200	
	PC	175	500	
35	B-118	638	200	
	PC1	950	500	
	PC2	875	500	
	PC3	635	500	
36	B-120	341	200	
	PC1	674	500	
	PC2	456	500	

	PC3	629	500	
	PC4	556	500	
37	B-122	415	200	
	PC	472	500	
38	B-124	361	200	
	PC	350	500	apagado
39	B-126	258	200	
	PC	459	500	
40	B-128	263	200	
	PC1	320	500	
	PC2	405	500	
	PC3	PC3	500	
	PC4	PC4	500	
41	B-130	276	200	
	PC	301	500	
	Mesa	408	200	
42	B-132	361	200	
	PC1	321	500	
	PC2	391	500	
43	B-134	517	200	
	PC1	644	500	
	PC2	269	500	
44	B-136	252	200	
	PC	406	500	
45	B-138	241	200	
	PC	407	500	
46	B-140	448	200	
	Mesa	524	200	
47	Pasillo intermedio	127	50	
48	Hall acceso parking	157	100	
49	Escalera salida a tornos	112	100	
	<b>PASILLO NORTE-SUR</b>			
50	Acceso	176	50	
51	Pasillo	279	50	
52	Pasillo	133	50	
53	Pasillo	134	50	
54	Pasillo	687	50	
55	Entrada vestuarios	525	50	
56	B-142	864	50	
56.1	B-142	1090	200	
56.2	B-142	1200	200	
	PC1	1210	500	
	PC2	1110	500	
	PC3	611	500	
	PC4	655	500	

56.3	B-152	512	200	
	Mesa	816	200	
	Mesa	1010	200	
56.4	B-152	1000	200	
	PC1	1120	500	
	PC2	906	500	
57	B-144	405	200	
	Mesa	494	200	
	Mesa	481	200	
58	B-146	461	200	
	Mesa	1070	200	
	PC	878	500	
59	B-148	137	100	
	PC	688	500	
60	B-150	154	200	
	PC	253	500	
61	B-151	386	200	
	PC	1070	500	
62	B-149	698	100	
	PC1	1370	500	
	PC2	1380	500	
	PC3	1280	500	
63	B-147	945	200	
	PC	1820	500	
64	B-145	235	200	
		260	200	
65	B-143	526	500	
	PC1	1070	500	
	PC2	522	500	
66	B-141	568	200	
		201	500	
67	B-139	431	200	
	PC	791	500	
	<b>VESTUARIOS</b>			
68	Taquillas	472	100	
69	Taquillas	484	100	
70	Taquillas	515	100	
71	Taquillas	606	100	
72	Taquillas	755	100	
73	Taquillas	484	100	
74	Taquillas	433	100	
75	Taquillas	566	100	
76	Taquillas	559	100	
77	Aseos	270	100	
77.1	Aseos	617	100	

78	Taquillas	565	100	
79	Taquillas	617	100	
80	Aseos	196	100	
81	Aseos	220	100	
82	Salida a parking	380	100	
	<b>PLANTA BAJA COCINA</b>			
83	Estanterías	93	100	
84	congeladores	209	100	
85	Almacén	166	100	
		255	100	
86	Aseos	112	100	
87	Aseos	108	100	
	<b>Antiguo Edificio Administración (Planta Alta)</b>			
	<b>PASILLO ESTE-OESTE</b>			
1	Escaleras este	537	50	
2	Pasillo este	110	50	
3	Pasillo	432	50	
4	Pasillo centro	204	50	
5	Escaleras oeste	139	50	
6	Puerta giratoria	532	50	
7	B-223	1440	200	
	Mesa	1360	200	
	PC	1260	500	
8	B-221	522	200	
	PC1	529	500	
	PC2	680	500	
	PC3	701	500	
	PC4	499	500	
	PC5	504	500	
	PC6	472	500	
	PC7	602	500	
	PC8	494	500	
9	B-219	680	200	
	PC1	774	500	
	PC2	772	500	
10	B-217	577	200	
	PC1	526	500	
	PC2	377	500	
11	B-215	732	200	
		778	200	
12	B-213	330	200	
	PC	457	500	
12.1	B-213	386	200	
	PC	787	500	

12.2	B-213	386	200	
	PC	469	500	
13	B-211	310	200	
	PC1	422	500	
	PC2	530	500	
14	B-212	575	200	
	PC1	564	500	
	PC2	664	500	
	PC3	705	500	
	PC4	500	500	
15	B-214	543	50	
		806	200	
16	B-216	491	200	
	PC1	592	500	
	PC2	385	500	
17	B-218	507	200	
	PC	454	500	
18	B-220	483	200	
		524	500	
19	B-222	674	200	
	PC1	660	500	
	PC2	662	500	
20	B-224	485	200	
	PC	750	500	
21	B-226	828	200	
	PC1	970	500	
	PC2	1000	500	
	PC3	1100	500	
22	B228	458	200	
	PC1	708	500	
	PC2	821	500	
	PC3	767	500	
23	B-230	485	200	
	PC	483	500	
	Mesa	691	200	
24	B-232	458	200	
	PC	411	500	
25	B-234	336	200	
	PC1	260	500	
	PC2	372	500	
26	Cafetería	460	100	
		913	100	
26.1	Aseos masculinos	180	100	
26.2	Aseos femeninos	416	100	
26.3	Aseos oeste	117	100	

27	B-231	614	200	
	PC1	518	500	
	PC2	615	500	
	PC3	470	500	
	PC4	426	500	
	PC5	361	500	
	PC6	591	500	
	PC7	490	500	
	PC8	515	500	
	PC9	611	500	
	PC10	597	500	
	PC11	480	500	
	PC12	497	500	
	PC13	495	500	
27.1	B-225	288	200	
	PC	493	500	
27.2	B-227	459	200	
	PC	488	500	
27.3	B-229	361	200	
	PC	324	500	
	<b>PASILLO NORTE-SUR</b>			
28	Pasillo	226	50	
29	Pasillo	231	50	
30	Pasillo	263	50	
31	Pasillo	161	50	
32	Pasillo	120	50	
33	B-233	319	200	
	PC1	450	500	
	PC2	336	500	
	Mesa	485	200	
34	B-235	611	200	
	PC1	712	500	
	PC2	682	500	
	PC3	632	500	
	PC4	1060	500	
	PC5	815	500	
	PC6	749	500	
	PC7	968	500	
	PC8	952	500	
	PC9	980	500	
	PC10	1080	500	
	PC11	860	500	
	PC12	1650	500	
	PC13	927	500	
35	B-237	1160	500	

	PC	1090	500	
36	B-239	275	200	
		509	500	
37	B-241	519	200	
	PC1	1000	500	
	PC2	724	500	
	PC3	914	500	
38	B-243	462	200	
		483	500	
39	Escaleras	314	50	
40	B-245	360	200	
	PC1	965	500	
	PC2	567	500	
41	B-247	642	200	
	PC1	1010	500	
	PC2	1060	500	
	PC3	958	500	
42	ASEOS			
	Lavabos masculinos	622	100	
	W.C. masculinos	340	100	
	Lavabos femeninos	222	100	
	W.C. femeninos	197	100	
43	B-249	539	200	
	PC	478	500	
44	B-251	304	200	
	PC1	335	500	
	PC2	508	500	
	PC3	352	500	
45	B-253	765	200	
	PC1	840	500	
	PC2	826	500	
	PC3	677	500	
	PC4	780	500	
46	B-248	277	200	
	Mesa	602	200	
	PC	900	500	
47	B-246	615	200	
	PC1	852	500	
	PC2	576	500	
48	B-244	532	200	
	PC1	930	500	
	PC2	519	500	
49	B-242	538	200	
	PC1	620	500	
	PC2	815	500	

50	B-240	1040	200	
		1010	200	
51	<b>COMEDOR</b>	344	50	
	Aseos femenino	970	100	
	Aseos masculinos	466	100	
51.1	Mesas	760	100	
	Mesas	710	100	
51.2	Mesas	860	100	
	Mesas	726	100	
52	Salida exterior parking	650	100	
	<b>COCINA</b>			
53	Servicio	288	100	
	Plancha	459	200	
54	Sala frío	452	200	
55	Escaleras a planta baja	637	50	
	<b>Nuevo Edificio Administración (Planta Baja)</b>			
	<b>PASILLO ESTE-OESTE</b>			
1	Acceso auditorio	161	50	
2	Pasillo zona central	288	50	
3	Extremo Oeste	259	50	
4	Hall	1260	50	
5	A-101	185	100	
	PC1	692	500	
	PC2	563	500	
	PC3	532	500	
	PC4	525	500	
	PC5	572	500	
	PC6	744	500	
	PC7	902	500	
	PC8	524	500	
6	A-103	535	50	
	Mesa	749	200	
	PC	855	500	
7	A-105	593	50	
	Mesa	746	200	
	PC	844	500	
8	A-107	471	50	
	Mesa	631	200	
	PC	673	500	
9	A-109	430	200	
10	Recepción			
	PC1	816	500	
	PC2	703	500	
11	A-111	521	50	

		644	200	
12	Auditorio	320	200	
		130	200	
13	A-112	335	100	
		1150	100	
14	A-110	382	50	
		394	200	
		487	200	
15	Aseos Femeninos	314	100	
	W.C. femeninos	207	100	
16	Aseos masculinos	389	100	
	W.C. masculinos	257	100	
17	A-108	474	200	
	PC	1160	500	
18	A-106	485	200	
	PC	550	500	
19	A-104	760	200	
	PC1	1420	500	
	PC2	990	500	
	PC3	531	500	
20	A-102	306	200	
	PC1	640	500	
	PC2	762	500	
21	A-100	362	50	
	PC1	970	500	
	PC2	675	500	
	PC3	795	500	
	PC4	1020	500	
	PC5	782	500	
	PC6	791	500	
	<b>Nuevo Edificio Administración (Planta Alta)</b>			
	<b>PASILLO ESTE - OESTE</b>			
1	Zona este	304	50	
2	Ascensor	356	50	
3	Zona central	146	50	
4	Zona oeste	205	50	
5	Salida exterior	776	50	
6	A-201	980	200	
	PC	1360	500	
7	A-203	866	200	
	PC	1060	500	
	Mesa	1000	200	
7.1	Entrada	602	50	
	Mesa	1000	200	

	PC	2080	500	Luz solar mesa
7.2	Entrada	336	50	
	Mesa	859	200	
	PC	1990	500	Luz solar mesa
8	A-205	637	50	
	Mesa	666	200	
	PC	663	500	
9	A-207	454	50	
	Mesa	842	200	
	PC	1420	500	
10	A-209	325	50	
	PC1	936	500	
	PC2	1600	500	
	PC3	1520	500	
	PC4	810	500	
11	A-210	441	200	
	PC1	563	500	
	PC2	1170	500	
12	A-208			
	PC1	756	500	
	PC2	620	500	
	PC3	964	500	
	PC4	1300	500	
13	A-206			
	PC1	1510	500	
	PC2	907	500	
14	Aseos femeninos	139	100	
	W.C. femeninos	155	100	
15	Aseos masculinos	302	100	
	W.C. masculinos	166	100	
16	A-204	913	200	
	PC	1370	500	
17	A-202C	240	50	
	Mesa	677	200	
	PC	1130	500	
18	A-202B	504	50	
	Mesa	910	200	
	PC	1110	500	
19	A-202A	357	50	
	Mesa	835	200	
	PC	606	500	
20	Despacho Director	273	50	
	Mesa	934	200	
	PC	1200	500	
21	Sala Dirección	273	50	

		768	200	
		1980	200	Luz solar directa

**Conclusiones:**

- Obs. N°1:  
El estado de las luminarias y su correspondiente nivel de iluminación, en general es correcto.
- Obs. N°2:  
En el antiguo edificio de oficinas en puntuales despachos se observan luminarias antiguas que no suministran la cantidad de iluminación suficiente para las tareas realizadas.
- Obs. N°3:  
En el antiguo y nuevo edificio de administración en puntuales despachos se observa niveles muy por encima de los recomendados, esto puede causar molestias por deslumbramiento.

## 2.2. Mediciones luxómetro Taller

Para realizar el presente estudio se utilizó el Medidor de Iluminación Digital LX-101 LUX METER, del fabricante LUTRON ELECTRONIC, debidamente calibrado cuyas especificaciones son las siguientes:



- Clase: conforme a la Clase A en JIS C 1609 1993.
- Elemento fotoeléctrico: fotodiodo de silicio.
- Pantalla: pantalla de cristal líquido con función y presentación de unidades incluidas.
- Ciclo de medida: 0.4 veces por segundo.
- Rango de medida: 0.0 a 50000lx.
- Precisión: **A 23 C ± 5 C:**
  - Rango 2000 lx: ± 2% de la lectura ± 2 (mínimo dígito efectivo).
  - Rango 2000 lx: ± 5% de la lectura ± 2 (mínimo dígito efectivo).
  - Rango 2000 lx: ± 5% de la lectura ± 2 (mínimo dígito efectivo).

Nº	Lugar de medición	Resultado medición (lux)	Requeridos/U NE (lux)	Observaciones
<b>TALLER situado en el edificio de mantenimiento</b>				
1	Banco de trabajo	882	500	Tiene instalado una luminaria de 4x240W, para iluminación de refuerzo
2	Banco de trabajo	1100	500	Tiene instalado una luminaria de 4x240W, para iluminación de refuerzo
3	Banco de trabajo	576	500	Tiene instalado una luminaria de 4x240W, para iluminación de refuerzo
4	Banco de trabajo	400	500	
5	Banco de trabajo	400	500	
6	Banco de trabajo	185	500	
7	Banco de trabajo	206	500	
8	Banco de trabajo	308	500	
9	Banco de trabajo	860	500	Tiene instalado una luminaria de 4x240W, para iluminación de refuerzo
10	Banco de trabajo	300	500	
11	Banco de trabajo	300	500	
12	Banco de trabajo	300	500	

**Conclusiones:**

- Obs. N°1:

La iluminación es insuficiente en los bancos de trabajo sin un panel de refuerzo

## ANEXO 3: Criterios de eficiencia energética DB-HE3

En este anexo se han calculado los valores de VEEI en el apartado 3.1, y en el apartado 3.2 se ha realizado los cálculos pertinentes para comprobar si es necesario realizar un control para el aprovechamiento de luz natural.

### 3.1 Tabla con los valores de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

El cálculo del VEEI se realiza conforme la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{(P \cdot 100)}{(S \cdot Em)}$$

Donde:

- VEEI: valor de eficiencia energética de la instalación en una zona por cada 100 lux (W/m<sup>2</sup>)
- P: potencia total instalada en lámparas y equipos auxiliares (W)
- S: superficie de la zona iluminada (m<sup>2</sup>)
- Em: iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Una vez calculado cada valor de VEEI, debemos compararlo según su zona de actividad diferenciada, estos valores límite los hemos adjuntado de nuevo en este anexo en la tabla 1, para que el usuario pueda realizar consultas de manera rápida.

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	<b>VEEI límite</b>
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico <sup>(1)</sup>	3,5
aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	3,5
habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes <sup>(4)</sup>	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos <sup>(5)</sup>	4,0
estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(7)</sup>	6,0
hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(9)</sup>	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

*Tabla 1 Valores límite de VEEI*

En la tabla 2, están indicados todos los parámetros para el cálculo del VEEI. Se ha realizado el cálculo para todas las propuestas, y se ha añadido una casilla donde indica con “OK” si se cumple con el criterio y “NO” en caso de que no se cumpla. Podemos apreciar que los criterios de iluminancia y VEEI son los mismos sin importar las hipótesis, excepto en la propuesta 3, donde además de comparar que la iluminancia obtenida por el software DIALux es superior a la que indica en la norma UNE EN 12464-1, al obtener una iluminancia superior a 600 se ha establecido la corrección según la tabla 1, y se ha aplicado un VEEI límite de 2,5.

Por otra parte se puede apreciar que al final de la tabla se han puesto los mismos títulos de las filas, esto se ha realizado para facilitar al lector a la hora de analizar el documento.

DESCRIPCIÓN DEPENDENCIAS			Dimensiones			Criterios según el uso del local		SITUACIÓN ACTUAL			PROPUESTA 1: SUSTITUCIÓN BALASTO MAGNETICO POR ELECTRONICO			PROPUESTA 2: SUSTITUCIÓN POR LAMPARAS LED			PROPUESTA 3: SUSTITUCIÓN POR LAMAPARS LED + REDISTRIBUCIÓN					
ID	Uso	Uso-Detalle	Altura (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Em	VEEI max	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Em (DIALux)	Em<EM DIALux	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI MAX	VEEI<VEEI MAX
B114	Despachos	Despachos	2.8	5.52	5.45	500	3	720	4.8	NO	622.08	4.1	NO	290.88	1.9	OK	531	OK	323.2	2.0	3	OK
B115	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	2.98	5.4	500	8	360	4.5	OK	311.04	3.9	OK	145.44	1.8	OK	566	OK	161.6	1.8	8	OK
B116	Despachos	Despachos	2.8	2.5	5.45	500	3	180	2.6	OK	155.52	2.3	OK	72.72	1.1	OK	613	OK	161.6	1.9	2.5	OK
B117	Despachos	Despachos	2.8	4.45	5.55	500	3	720	5.8	NO	622.08	5.0	NO	290.88	2.4	OK	637	OK	242.4	1.5	2.5	OK
B118	Despachos	Despachos	2.8	3.32	5.45	500	3	450	5.0	NO	388.8	4.3	NO	181.8	2.0	OK	615	OK	161.6	1.5	2.5	OK
B119	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	4.44	5.55	500	8	720	5.8	OK	622.08	5.0	OK	290.88	2.4	OK	642	OK	242.4	1.5	2.5	OK
B120	Despachos	Despachos	2.8	5.94	5.45	500	3	720	4.4	NO	622.08	3.8	NO	290.88	1.8	OK	552	OK	323.2	1.8	3	OK
B121	Despachos	Despachos	2.8	8.94	5.55	500	3	1080	4.4	NO	933.12	3.8	NO	436.32	1.8	OK	570	OK	484.8	1.7	3	OK
B122	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.45	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	606	OK	161.6	1.7	2.5	OK
B123	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.55	500	3	540	6.6	NO	466.56	5.7	NO	242.4	3.0	OK	593	OK	161.6	1.7	3	OK
B124	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.45	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	605	OK	161.6	1.7	2.5	OK
B125	Despachos	Despachos	2.8	5.61	5.55	500	3	810	5.2	NO	699.84	4.5	NO	363.6	2.3	OK	697	OK	323.2	1.5	2.5	OK
B126	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.45	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	597	OK	161.6	1.7	3	OK
B127	Despachos	Despachos	2.8	3.26	5.55	500	3	720	8.0	NO	622.08	6.9	NO	290.88	3.2	NO	569	OK	161.6	1.6	3	OK
B128	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.45	500	3	720	9.0	NO	622.08	7.8	NO	323.2	4.0	NO	605	OK	161.6	1.7	2.5	OK
B129	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.55	500	3	720	8.8	NO	622.08	7.6	NO	290.88	3.6	NO	547	OK	161.6	1.8	3	OK
B130	Despachos	Despachos	2.8	7.44	5.45	500	3	1080	5.3	NO	933.12	4.6	NO	436.32	2.2	OK	604	OK	323.2	1.3	2.5	OK
B131	Despachos	Despachos	2.8	2.94	5.55	500	3	360	4.4	NO	311.04	3.8	NO	145.44	1.8	OK	597	OK	161.6	1.7	3	OK

<b>B132</b>	Despachos	Despachos	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	643	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B133</b>	Despachos	Despachos	2.8	3.18	5.55	500	3	360	4.1	NO	311.04	3.5	NO	145.44	1.6	OK	583	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>B134</b>	Despachos	Despachos	2.8	3.8	5.45	500	3	540	5.2	NO	466.56	4.5	NO	218.16	2.1	OK	582	OK	242.4	2.0	3	OK
<b>B135</b>	Despachos	Despachos	2.8	4.44	5.55	500	3	720	5.8	NO	622.08	5.0	NO	290.88	2.4	OK	577	OK	242.4	1.7	3	OK
<b>B136</b>	Despachos	Despachos	2.8	2.6	5.45	500	3	270	3.8	NO	233.28	3.3	NO	109.08	1.5	OK	535	OK	121.2	1.6	3	OK
<b>B138</b>	Despachos	Despachos	2.8	2.44	5.45	500	3	270	4.1	NO	233.28	3.5	NO	109.08	1.6	OK	518	OK	121.2	1.8	3	OK
<b>B139</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.97	6.18	500	3	360	3.9	NO	311.04	3.4	NO	145.44	1.6	OK	515	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>B140</b>	Despachos	Despachos	2.8	3.08	5.45	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	604	OK	161.6	1.6	2.5	OK
<b>B141</b>	Sala	Servidores	2.8	4.43	6.18	500	4	561.6	4.1	NO	561.6	4.1	NO	171.7	1.3	OK	579	OK	242.4	1.5	4	OK
<b>B142</b>	Despachos	Despacho	2.8	1.67	5.96	500	3	720	14.5	NO	622.08	12.5	NO	290.88	5.8	NO	663	OK	121.2	1.8	2.5	OK
<b>B142_2</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.96	8.33	500	3	1620	6.5	NO	1399.68	5.6	NO	654.48	2.6	OK	572	OK	484.8	1.7	3	OK
<b>B142_3</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.02	6.22	500	3	360	3.8	NO	311.04	3.3	NO	145.44	1.5	OK	528	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>B142_4</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.88	6.22	500	3	540	6.0	NO	466.56	5.2	NO	218.16	2.4	OK	571	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>B142_5</b>	Pasillo	Pasillo	2.8	4.48	3.78	200	4	360	10.6	NO	311.04	9.2	NO	145.44	4.3	NO	293	OK	80.8	1.6	4	OK
<b>B143</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.45	3.09	500	3	112.32	1.6	OK	112.32	1.6	OK	34.34	0.5	OK	518	OK	121.2	1.7	3	OK
	Sala	Almacén	2.8	4.45	3.09	200	4	196.56	7.1	NO	196.56	7.1	NO	60.095	2.2	OK	557	OK	121.2	1.6	4	OK
<b>B144</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	5.97	10	500	8	1866.24	6.3	OK	1866.24	6.3	OK	727.2	2.4	OK	577	OK	484.8	1.4	8	OK
<b>B145</b>	Sala	Servidores	2.8	5.97	6.18	500	4	561.6	3.0	OK	561.6	3.0	OK	171.7	0.9	OK	586	OK	323.2	1.5	4	OK
<b>B146</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.2	6.24	500	3	720	5.5	NO	622.08	4.7	NO	290.88	2.2	OK	579	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>B147</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.7	6.24	500	3	720	8.5	NO	622.08	7.4	NO	290.88	3.5	NO	525	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B148</b>	Sala	Sala de Archivos	2.8	4.44	7.46	200	4	720	10.9	NO	622.08	9.4	NO	290.88	4.4	NO	482	OK	242.4	1.5	4	OK
<b>B149</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.94	6.24	500	3	720	3.9	NO	622.08	3.4	NO	290.88	1.6	OK	579	OK	323.2	1.5	3	OK
<b>B150</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	3.07	500	3	155.52	2.3	OK	155.52	2.3	OK	60.6	0.9	OK	600	OK	161.6	2.0	2.5	OK
<b>B151</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.94	6.24	500	3	720	7.8	NO	622.08	6.8	NO	290.88	3.2	NO	533	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>B152</b>	Vestuario	Vestuario Masculino	2.8	21.5	11.1	200	4	3421.44	7.2	NO	3421.44	7.2	NO	1333.2	2.8	OK	341	OK	1454.4	1.8	4	OK
	Duchas	Duchas Masculinas	2.8	12	4.4	200	4	466.56	4.4	NO	466.56	4.4	NO	181.8	1.7	OK	377	OK	424.2	2.1	4	OK
	Baño	Baño Masculino	2.8	5.1	6.93	200	4	761.6	10.8	NO	761.6	10.8	NO	199.98	2.8	OK	334	OK	227.25	1.9	4	OK

	Pasillo	Vestíbulo/Entador Masculino	2.8	2.5	1.74	100	4	155.52	35.8	NO	155.52	35.8	NO	60.6	13.9	NO	114	OK	14.14	2.9	4	OK
	Sala	Casilleros Masculinos	2.8	3.8	8.24	300	4	311.04	3.3	OK	311.04	3.3	OK	121.2	1.3	OK	382	OK	242.4	2.0	4	OK
	Vestuario	Vestuario femenino 1	2.8	3	4.4	200	4	224.64	8.5	NO	224.64	8.5	NO	68.68	2.6	OK	347	OK	80.8	1.8	4	OK
	Vestuario	Vestuario femenino 2	2.8	4.6	8.9	200	4	622.08	7.6	NO	622.08	7.6	NO	242.4	3.0	OK	427	OK	242.4	1.4	4	OK
	Duchas	Duchas femeninas	2.8	2.93	4.42	200	4	233.28	9.0	NO	233.28	9.0	NO	90.9	3.5	OK	296	OK	96.96	2.5	4	OK
	Baño	Baño femenino	2.8	4.48	2.91	200	4	312.32	12.0	NO	312.32	12.0	NO	62.62	2.4	OK	296	OK	84.84	2.2	4	OK
	Pasillo	Vestíbulo/Entador Femenino	2.8	1.8	2.8	100	4	155.52	30.9	NO	155.52	30.9	NO	60.6	12.0	NO	138	OK	14.14	2.0	4	OK
	Pasillo	Pasillo acceso vestuario masculino femenino	2.8	1.6	4.65	100	4	112.32	15.1	NO	112.32	15.1	NO	34.34	4.6	NO	165	OK	21.21	1.7	4	OK
	Sala	Casilleros Femeninos	2.8	2.85	1.92	300	4	155.52	9.5	NO	155.52	9.5	NO	60.6	3.7	OK	316	OK	40.4	2.3	4	OK
<b>B_AH1</b>	Baño	Aseos hombre	2.8	6.2	3	200	4	513.48	13.8	NO	493.76	13.3	NO	130.29	3.5	OK	369	OK	134.33	2.0	4	OK
<b>B_AM1</b>	Baño	Aseos mujeres	2.8	6.2	2.8	200	4	513.48	14.8	NO	493.76	14.2	NO	62.62	1.8	OK	369	OK	134.33	2.1	4	OK
<b>PaB1</b>	Pasillo	Pasillo	2.8	2.4	44.5	100	4	1055.52	9.9	NO	933.12	8.7	NO	363.6	3.4	OK	182	OK	370.67	1.9	4	OK
<b>V_Mak1</b>	Pasillo	Cantina - Sala de descanso	2.8	5	5.8	200	4	168.48	2.9	OK	168.48	2.9	OK	51.51	0.9	OK	236	OK	121.2	1.8	4	OK
<b>B_AH2</b>	Baño	Aseos hombre	2.8	2.5	5.4	200	4	448.48	16.6	NO	424	15.7	NO	138.37	5.1	NO	369	OK	91.91	1.8	4	OK
<b>B_AM2</b>	Baño	Aseos mujeres	2.8	2.7	4	200	4	448.48	20.8	NO	424	19.6	NO	138.37	6.4	NO	369	OK	77.77	2.0	4	OK
<b>B_AH3</b>	Baño	Aseos hombre	2.8	5.45	3	200	4	314.64	9.6	NO	302.4	9.2	NO	105.04	3.2	OK	369	OK	77.77	1.3	4	OK
<b>PaB2</b>	Pasillo	Pasillo (Entre AM2 y B140)	2.8	1.8	5.2	100	4	128.88	13.8	NO	116.64	12.5	NO	49.49	5.3	NO	197	OK	40.4	2.2	4	OK
	Pasillo	Pasillo	2.8	1.4	61.5	100	4	2160	25.1	NO	1866.24	21.7	NO	872.64	10.1	NO	179	OK	363.6	2.4	4	OK

<b>ENT1</b>	Pasillo	Entrador - Sala de espera	2.8	5.45	5.5	200	4	740	12.3	NO	666.56	11.1	NO	246.44	4.1	NO	304	OK	161.6	1.8	4	OK
<b>B137</b>	Pasillo	Pasillo enfermería - Sala de espera	2.8	1.47	12.25	200	4	765	21.2	NO	660.96	18.4	NO	309.06	8.6	NO	370	OK	135.34	2.0	4	OK
	Pasillo	Recepción-enfermería	2.8	4	3.5	500	4	360	5.1	NO	311.04	5.2	NO	145.44	2.4	OK	568	OK	161.6	2.4	4	OK
	Sala	Sala medica 1	2.8	4.47	2	500	3.5	360	8.1	NO	311.04	7.0	NO	145.44	3.3	OK	529	OK	121.2	2.6	3.5	OK
	Sala	Sala medica 2	2.8	3	5.38	500	3.5	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	602	OK	161.6	1.7	2.5	OK
	Sala	Sala medica 3	2.8	2.94	5.38	500	3.5	360	4.6	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	604	OK	161.6	1.7	2.5	OK
	Sala	Sala medica 4	2.8	2.94	5.38	500	3.5	360	4.6	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	600	OK	161.6	1.7	2.5	OK
	Vestuario	Vestuario/enfermería	2.8	2.94	5.45	200	4	360	11.2	NO	311.04	9.7	NO	145.44	4.5	NO	327	OK	80.8	1.5	4	OK
	Sala	Comedor/enfermería	2.8	3	3	500	4	180	4.0	NO	155.52	3.5	OK	72.72	1.6	OK	527	OK	80.8	1.7	4	OK
	Baño	Baño/enfermería	2.8	1.44	2.4	200	4	180	26.0	NO	155.52	22.5	NO	72.72	10.5	NO	419	OK	28.28	2.0	4	OK
	Despachos	Despacho/enfermería	2.8	4.1	5.38	500	3	450	4.1	NO	388.8	3.5	NO	181.8	1.6	OK	605	OK	202	1.5	2.5	OK
<b>B211</b>	Despachos	Despacho	2.8	3	5.45	500	3	270	3.3	NO	233.28	2.9	OK	109.08	1.3	OK	584	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>B212</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.5	5.45	500	3	720	5.9	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	627	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B213</b>	Despachos	Despacho/Recepción	2.8	2.94	5.45	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	566	OK	161.6	1.8	3	OK
	Despachos	Despacho	2.8	6	5.45	500	3	1200	7.3	NO	1200	7.3	NO	169.68	1.0	OK	593	OK	363.6	1.9	3	OK
	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	673.04	5.6	NO	673.04	5.6	NO	213.11	1.8	OK	602	OK	242.4	1.7	2.5	OK
<b>B214</b>	Sala reuniones	Sala reuniones	2.8	5.94	5.45	500	8	1080	6.7	OK	933.12	5.8	OK	436.32	2.7	OK	589	OK	363.6	1.9	8	OK
<b>B215</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.94	5.45	500	3	720	9.0	NO	622.08	7.8	NO	290.88	3.6	NO	564	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B216</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	614	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B217</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.45	5.45	500	3	720	5.9	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	609	OK	323.2	2.2	2.5	OK
<b>B218</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.94	5.45	500	3	720	9.0	NO	622.08	7.8	NO	290.88	3.6	NO	565	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B219</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.43	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.2	NO	290.88	2.4	OK	612	OK	242.4	1.6	2.5	OK

<b>B220</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	596	OK	242.4	1.7	3	OK
<b>B221</b>	Despachos	Despacho	2.8	8.94	5.45	500	3	1440	5.9	NO	1244.16	5.1	NO	581.76	2.4	OK	646	OK	484.8	1.5	2.5	OK
<b>B222</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	611	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B223</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.68	5.45	500	3	1440	11.3	NO	1244.16	9.8	NO	581.76	4.6	NO	583	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>B224</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.94	5.45	500	3	720	9.0	NO	622.08	7.8	NO	290.88	3.6	NO	564	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B225</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.06	5.45	500	3	720	8.6	NO	622.08	7.5	NO	290.88	3.5	NO	545	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B226</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.94	5.45	500	3	1080	6.7	NO	933.12	5.8	NO	436.32	2.7	OK	592	OK	363.6	1.9	3	OK
<b>B227</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.06	5.45	500	3	720	8.6	NO	622.08	7.5	NO	290.88	3.5	NO	559	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>B228</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	598	OK	242.4	1.7	3	OK
<b>B229</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.8	5.45	500	3	720	9.4	NO	622.08	8.2	NO	290.88	3.8	NO	557	OK	161.6	1.9	3	OK
<b>B230</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.45	500	3	720	6.0	NO	622.08	5.1	NO	290.88	2.4	OK	612	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B231</b>	Despachos	Despachos	2.8	11.2	12.5	500	3	3960	5.7	NO	3421.44	4.9	NO	1599.8 4	2.3	OK	591	OK	1292.8	1.6	3	OK
<b>B232</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.92	5.45	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	568	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>B233</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.15	4.92	500	3	540	5.3	NO	466.56	4.6	NO	218.16	2.1	OK	522	OK	161.6	1.5	3	OK
<b>B234</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.71	5.45	500	3	360	4.9	NO	311.04	4.2	NO	145.44	2.0	OK	582	OK	161.6	1.9	3	OK
<b>B235</b>	Sala	Zona archivos	2.8	14.5 2	4.41	200	4	1980	15.5	NO	1710.72	13.4	NO	799.92	6.2	NO	292	OK	444.4	2.4	4	OK
<b>B236</b>	Sala	Cafetería (cantina)	2.8	2.7	5.45	200	4	360	12.2	NO	311.04	10.6	NO	161.6	5.5	NO	275	OK	80.8	2.0	4	OK
<b>B237</b>	Despachos	Despachos	2.8	18	6.24	500	3	4680	8.3	NO	4043.52	7.2	NO	1890.7 2	3.4	NO	532	OK	848.4	1.4	3	OK
<b>B238</b>	Baño	Baño masculino	2.8	3.06	2.35	200	4	184.16	12.8	NO	159.68	11.1	NO	97.97	6.8	NO	402	OK	63.63	2.2	4	OK
	Baño	Baño femenino	2.8	3.06	2.35	200	4	184.16	12.8	NO	159.68	11.1	NO	97.97	6.8	NO	402	OK	63.63	2.2	4	OK
	Sala	Comedor	2.8	39.5 7	8.3	300	4	4680	4.7	NO	4043.52	4.1	NO	1890.7 2	1.9	OK	364	OK	1454.4	1.2	4	OK
	Sala	Cocina	2.8	12	9.2	500	4	900	1.6	OK	777.6	1.4	OK	363.6	0.7	OK	547	OK	808	1.3	4	OK
	Sala	Cuarto (trastero)	2.8	2	1.43	200	4	90	15.7	NO	77.76	13.6	NO	36.36	6.4	NO	279	OK	14.14	1.8	4	OK
	Despachos	Despacho	2.8	6	2.28	500	3	180	2.6	OK	155.52	2.3	OK	72.72	1.1	OK	520	OK	161.6	2.3	3	OK
Pasillo	Escalera acceso almacén	2.8	1.44	5.85	100	4	56.16	6.7	NO	56.16	6.7	NO	17.17	2.0	OK	190	OK	14.14	0.9	4	OK	

	Sala	Almacén alimentos	2.8	9.5	8.9	200	4	540	3.2	OK	466.56	2.8	OK	218.16	1.3	OK	316	OK	363.6	1.4	4	OK
	Baño	Baño Masculino	2.8	4.6	2.3	200	4	49.16	2.3	OK	43.04	2.0	OK	35.35	1.7	OK	402	OK	70.7	1.7	4	OK
	Baño	Baño Femenino	2.8	6.3	1.92	200	4	49.16	2.0	OK	43.04	1.8	OK	35.35	1.5	OK	402	OK	70.7	1.5	4	OK
<b>B239</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.2	6.24	500	3	360	2.7	OK	311.04	2.4	OK	145.44	1.1	OK	594	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>B240</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones grande	2.8	12.95	6.07	500	8	2340	6.0	OK	2021.76	5.1	OK	945.36	2.4	OK	543	OK	646.4	1.5	8	OK
<b>B241</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	6.24	500	3	720	5.2	NO	622.08	4.5	NO	290.88	2.1	OK	561	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>B242</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.85	5.28	500	3	160	1.2	OK	161.6	1.3	OK	0	0.0	OK	613	OK	242.4	1.5	2.5	OK
<b>B243</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.1	6.24	500	3	360	3.7	NO	311.04	3.2	NO	145.44	1.5	OK	510	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>B244</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.28	500	3	540	4.6	NO	466.56	4.0	NO	218.16	1.9	OK	633	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B245</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.61	6.24	500	3	360	4.4	NO	311.04	3.8	NO	145.44	1.8	OK	577	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>B246</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.28	500	3	540	4.6	NO	466.56	4.0	NO	218.16	1.9	OK	627	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B247</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.43	6.24	500	3	720	5.2	NO	622.08	4.5	NO	290.88	2.1	OK	544	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>B248</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.57	5.28	500	3	540	4.5	NO	466.56	3.9	NO	218.16	1.8	OK	621	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B249</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.8	5.6	500	3	360	4.6	NO	311.04	4.0	NO	145.44	1.9	OK	609	OK	161.6	1.7	2.5	OK
<b>B251</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.44	5.6	500	3	360	2.9	OK	311.04	2.5	OK	145.44	1.2	OK	615	OK	242.4	1.6	2.5	OK
<b>B253</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.57	5.6	500	3	720	5.6	NO	622.08	4.9	NO	290.88	2.3	OK	587	OK	242.4	1.6	3	OK
<b>PaA1</b>	Pasillo	Pasillo	2.8	1.9	79.44	100	4	1440	9.5	NO	1244.16	8.2	NO	581.76	3.9	OK	215	OK	646.4	2.0	4	OK
<b>PaA2</b>	Pasillo	Pasillo	2.8	1.4	71.8	100	4	2700	26.9	NO	2332.8	23.2	NO	1090.8	10.9	NO	207	OK	444.4	2.1	4	OK
<b>AH3</b>	Baño	Aseos hombres	2.8	3.2	6	200	4	247.32	6.4	NO	228.96	6.0	NO	88.88	2.3	OK	276	OK	106.05	2.0	4	OK
<b>AM3</b>	Baño	Aseos Mujeres	2.8	3.3	6	200	4	219.24	5.5	NO	200.88	5.1	NO	80.295	2.0	OK	276	OK	91.91	1.7	4	OK
<b>AH4</b>	Baño	Aseos hombres	2.8	6.6	2.8	200	4	617.76	16.7	NO	617.76	16.7	NO	0	0.0	OK	283	OK	127.26	2.4	4	OK
<b>AM4</b>	Baño	Aseos Mujeres	2.8	3.3	5.45	200	4	528.12	14.7	NO	509.76	14.2	NO	174.73	4.9	NO	283	OK	113.12	2.2	4	OK
<b>AH5</b>	Baño	Aseos hombres	2.8	3	5.5	200	4	381.96	11.6	NO	375.84	11.4	NO	121.2	3.7	OK	281	OK	118.17	2.5	4	OK
<b>B_Escalera</b>	Pasillo	Escalera 1	2.8	2.46	5.45	100	4	56.16	4.2	NO	56.16	4.2	NO	17.17	1.3	OK	587	OK	17.17	0.2	4	OK

	Pasillo	Escalera 2	2.8	2.46	5.45	100	4	28.08	2.1	OK	28.08	2.1	OK	8.585	0.6	OK	587	OK	8.585	0.1	4	OK
	Pasillo	Escalera 3	2.8	3.51	9.73	100	4	153	4.5	NO	122.4	0.4	OK	90.9	0.3	OK	281	OK	84.84	0.1	4	OK
	Pasillo	Escalera 4	2.8	3.51	9.73	100	4	153	4.5	NO	122.4	0.4	OK	90.9	0.3	OK	281	OK	84.84	0.1	4	OK
A101	Despachos	Despacho	2.7	3	6.5	500	3	233.28	2.4	OK	21.44	0.2	OK	138.37	1.4	OK	561	OK	161.6	1.5	3	OK
	Despachos	Despacho	2.7	3	9	500	3	466.56	3.5	NO	42.88	0.3	OK	276.74	2.0	OK	549	OK	242.4	1.6	3	OK
	Despachos	Almacén	2.7	3	3.5	200	4	77.76	3.7	OK	77.76	4.3	NO	40.4	2.2	OK	322	OK	40.4	1.4	4	OK
A102	Despachos	Despacho	2.7	6	7.8	500	3	699.84	3.0	OK	699.84	3.0	OK	363.6	1.6	OK	581	OK	363.6	1.3	3	OK
	Despachos	Despacho	2.7	4.2	6	500	3	388.8	3.1	NO	388.8	3.1	NO	202	1.6	OK	574	OK	242.4	1.7	3	OK
A103	Despachos	Despacho	2.7	3	6	500	3	233.28	2.6	OK	233.28	2.6	OK	121.2	1.3	OK	530	OK	161.6	1.7	3	OK
A104	Despachos	Despacho	2.7	6	6	500	3	466.56	2.6	OK	466.56	2.6	OK	242.4	1.3	OK	595	OK	363.6	1.7	3	OK
A105	Despachos	Despacho	2.7	3	6	500	3	233.28	2.6	OK	233.28	2.6	OK	121.2	1.3	OK	595	OK	161.6	1.5	3	OK
A106	Despachos	Despacho	2.7	2.7	6.35	500	3	233.28	2.7	OK	233.28	2.9	OK	121.2	1.5	OK	519	OK	161.6	1.9	3	OK
A107	Despachos	Despacho	2.7	3	6	500	3	233.28	2.6	OK	233.28	2.6	OK	121.2	1.3	OK	503	OK	161.6	1.8	3	OK
A108	Despachos	Despacho	2.7	2.7	6.35	500	3	233.28	2.7	OK	233.28	2.9	OK	121.2	1.5	OK	548	OK	161.6	1.8	3	OK
A109	Despachos	Reprografía	2.7	2.7	2.39	300	4	77.76	4.0	NO	77.76	4.0	NO	36.36	1.9	OK	301	OK	40.4	2.1	4	OK
	Sala	Centro de datos	2.7	2.7	4	300	4	155.52	4.8	NO	155.52	4.8	NO	72.72	2.2	OK	311	OK	40.4	1.2	4	OK
A110	Sala reuniones	Sala de reuniones mediana	2.7	5.5	6.4	500	8	849.28	4.8	OK	849.28	5.1	OK	193.92	1.2	OK	600	OK	363.6	1.8	2.5	OK
A111	Sala reuniones	Sala visita	2.7	3	6	500	8	636.96	7.1	OK	636.96	7.1	OK	145.44	1.6	OK	588	OK	161.6	1.5	8	OK
A112	Sala	Cafetería	2.7	3	6.4	200	4	636.96	16.6	NO	636.96	17.7	NO	145.44	4.0	NO	408	OK	121.2	1.7	4	OK
A113	Sala reuniones	Sala auditorio	2.7	13	8.6	500	8	2292.4	4.1	OK	2292.4	4.1	OK	462.58	0.8	OK	543	OK	697.91	1.1	8	OK
PaB1	Pasillo	Pasillo	2.7	2.52	33	100	4	673.92	8.1	NO	673.92	8.1	NO	206.04	2.5	OK	231	OK	242.4	1.3	4	OK
Ent_PB	Pasillo	Entrador/Recepción	2.7	3.1	6.4	300	4	424.64	7.1	NO	424.64	7.1	NO	96.96	1.6	OK	483	OK	121.2	1.3	4	OK
	Pasillo	Entrador	2.7	5	2.2	100	4	100	9.1	NO	100	4.5	NO	14.14	0.6	OK	202	OK	28.28	1.3	4	OK
AH1	Baño	Aseos Hombre	2.7	3.1	6.4	200	4	366.64	9.2	NO	366.64	9.2	NO	79.79	2.0	OK	243	OK	84.84	1.8	4	OK
AM1	Baño	Aseos Mujer	2.7	3.1	6.4	200	4	366.64	9.2	NO	366.64	9.2	NO	79.79	2.0	OK	243	OK	84.84	1.8	4	OK

A_P-1	Sótano	Sótano	2.7	4.15	15.35	500	4	777.6	2.4	OK	777.6	4.1	NO	363.6	1.9	OK	399	OK	404	1.6	4	OK
	Sótano	Sala/Cuarto	2.7	3.8	4.25	200	4	116.64	3.6	OK	116.64	3.6	OK	54.54	1.7	OK	291	OK	121.2	2.6	4	OK
A200	Sala reuniones	Sala de reuniones grande	2.7	6	9	500	8	1261.6	4.7	OK	1261.6	4.7	OK	171.7	0.6	OK	505	OK	323.2	1.2	8	OK
A201	Despachos	Despacho/Secretaria	2.7	3.1	6.4	500	3	311.04	3.1	NO	311.04	3.1	NO	121.2	1.2	OK	510	OK	161.6	1.6	3	OK
	Despachos	Despacho	2.7	6	6.4	500	3	870.24	4.5	NO	870.24	4.5	NO	272.7	1.4	OK	599	OK	363.6	1.6	3	OK
A202 a	Despachos	Despachos	2.7	4.37	6.4	500	3	557.92	4.0	NO	557.92	4.0	NO	210.08	1.5	OK	528	OK	242.4	1.6	3	OK
A202 b	Despachos	Despachos	2.7	4.37	6.4	500	3	627.04	4.5	NO	627.04	4.5	NO	210.08	1.5	OK	532	OK	242.4	1.6	3	OK
A202 c	Despachos	Despachos	2.7	6	6.4	500	3	607.92	3.2	NO	607.92	3.2	NO	217.15	1.1	OK	604	OK	363.6	1.6	2.5	OK
A203	Despachos	Despacho/Secretaria	2.7	3.1	6.4	500	3	311.04	3.1	NO	311.04	3.1	NO	121.2	1.2	OK	536	OK	161.6	1.5	3	OK
	Despachos	Despachos	2.7	5.9	6.4	500	3	720.24	3.8	NO	720.24	3.8	NO	251.49	1.3	OK	590	OK	242.4	1.1	3	OK
	Despachos	Despachos	2.7	6.1	6.4	500	3	720.24	3.7	NO	720.24	3.7	NO	251.49	1.3	OK	502	OK	242.4	1.2	3	OK
A204	Despachos	Despachos	2.7	4.34	6.4	500	3	720.24	5.2	NO	720.24	5.2	NO	251.49	1.8	OK	533	OK	242.4	1.6	3	OK
A205	Despachos	Despachos	2.7	2.2	6.4	500	3	155.52	2.2	OK	155.52	2.2	OK	72.72	1.0	OK	512	OK	121.2	1.7	3	OK
A206	Despachos	Despachos	0	2.8	6.4	500	3	155.52	1.7	OK	155.52	1.7	OK	80.8	0.9	OK	548	OK	161.6	1.6	3	OK
A207	Despachos	Despachos	2.7	2.2	6.4	500	3	155.52	2.2	OK	155.52	2.2	OK	72.72	1.0	OK	563	OK	121.2	1.5	3	OK
A208	Despachos	Despachos	2.7	6.6	6.4	500	3	466.56	2.2	OK	466.56	2.2	OK	242.4	1.1	OK	517	OK	242.4	1.1	3	OK
A209	Despachos	Despachos	2.7	7.7	6.4	500	3	720.24	2.9	OK	720.24	2.9	OK	251.49	1.0	OK	535	OK	363.6	1.4	3	OK
A210	Despachos	Despachos	2.7	5.5	6.4	500	3	311.04	1.8	OK	311.04	1.8	OK	161.6	0.9	OK	509	OK	242.4	1.4	3	OK
PaA1	Pasillo	Pasillo	2.7	2.5	40.1	100	4	842.4	8.4	NO	842.4	8.4	NO	257.55	2.6	OK	147	OK	242.4	1.6	4	OK
AH2	Baño	Aseos Hombre	2.7	2.88	6.4	500	4	366.64	4.0	OK	366.64	9.9	NO	79.79	2.2	OK	247	OK	84.84	1.9	4	OK
AM2	Baño	Aseos Mujer	2.7	2.88	6.4	500	4	366.64	4.0	OK	366.64	9.9	NO	79.79	2.2	OK	247	OK	84.84	1.9	4	OK
PaAB	Pasillo	Pasillo	2.7	3.3	24	300	4	843.75	3.6	OK	843.75	5.9	NO	118.17	1.5	OK	100	OK	118.17	1.5	4	OK
A300	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.7	5.7	6	500	8	818.4	4.8	OK	818.4	4.8	OK	284.82	1.7	OK	530	OK	242.4	1.3	8	OK

<b>D101</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.9	4.92	500	3	540	5.6	NO	466.56	4.9	NO	218.16	2.3	OK	571	OK	161.6	1.5	3	OK
<b>D102</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.9	4.92	500	3	495	5.2	NO	427.68	4.5	NO	204.02	2.1	OK	602	OK	202	1.7	2.5	OK
<b>D103</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	599	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>D104</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.63 4	4.86	500	3	360	5.6	NO	311.04	4.9	NO	161.6	2.5	OK	542	OK	161.6	2.3	3	OK
<b>D105</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	581	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D106</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.42	4.86	500	3	360	6.1	NO	311.04	5.3	NO	161.6	2.7	OK	575	OK	161.6	2.4	3	OK
<b>D107</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	572	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D108</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.42	4.86	500	3	360	6.1	NO	311.04	5.3	NO	161.6	2.7	OK	583	OK	161.6	2.4	3	OK
<b>D109</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	577	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D110</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.88	4.86	500	3	360	5.1	NO	311.04	4.4	NO	161.6	2.3	OK	641	OK	161.6	1.8	2.5	OK
<b>D111</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	571	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D112</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.88	4.86	500	3	360	5.1	NO	311.04	4.4	NO	161.6	2.3	OK	643	OK	161.6	1.8	2.5	OK
<b>D113</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.34	5.03 5	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	161.6	1.9	OK	581	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D114</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.03 5	5.92	500	3	720	4.8	NO	622.08	4.2	NO	323.2	2.2	OK	597	OK	323.2	1.8	3	OK
<b>D115</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.27 5	4.93 3	500	3	540	5.1	NO	466.56	4.4	NO	242.4	2.3	OK	639	OK	242.4	1.8	2.5	OK
<b>D116</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.14	4.93 3	500	3	360	4.6	NO	311.04	4.0	NO	161.6	2.1	OK	639	OK	161.6	1.6	2.5	OK
<b>D117</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.22	4.93 3	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	161.6	2.0	OK	614	OK	161.6	1.7	2.5	OK
<b>D118</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.22	4.93 3	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	161.6	2.0	OK	625	OK	161.6	1.6	2.5	OK
<b>D119</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.41 6	4.45 3	500	3	540	4.5	NO	466.56	3.9	NO	242.4	2.0	OK	564	OK	242.4	1.8	3	OK
<b>D120</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.55 8	4.86 3	500	3	356.4	4.1	NO	311.04	0.0	OK	135.34	0.0	OK	554	OK	161.6	0.0	3	OK
<b>D121</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	4.64	4.9	500	8	534.6	4.7	OK	466.56	4.1	OK	203.01	1.8	OK	636	OK	242.4	1.7	2.5	OK

<b>D122</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	4.64	4.9	500	8	810	7.1	OK	699.84	6.2	OK	327.24	2.9	OK	640	OK	242.4	1.7	2.5	OK
<b>D123</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	8.04	4.9	500	8	1260	6.4	OK	1088.64	5.5	OK	565.6	2.9	OK	632	OK	323.2	1.3	2.5	OK
<b>D124</b>	Sala	Almacén	2.8	2.07	4.9	100	4	270	26.6	NO	233.28	23.0	NO	109.08	10.8	NO	452	OK	80.8	1.8	4	OK
<b>D125</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.15 2	9.38 1	500	3	720	3.7	NO	622.08	3.2	NO	290.88	1.5	OK	585	OK	323.2	1.4	3	OK
<b>D126</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.35 58	4.86 3	500	3	399.6	4.9	NO	349.92	4.3	NO	148.47	1.8	OK	552	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>D127</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.17	4.8	500	3	405	5.3	NO	349.92	4.6	NO	163.62	2.2	OK	596	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>D128</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.35 58	4.86 3	500	3	399.6	4.9	NO	349.92	4.3	NO	148.47	1.8	OK	571	OK	161.6	1.7	3	OK
<b>D129</b>	Sala	Taquillas	2.8	3.68 5	4.8	500	4	360	4.1	NO	311.04	3.5	OK	149.48	1.7	OK	532	OK	161.6	1.7	4	OK
<b>D130</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.49 5	4.8	500	3	360	3.3	NO	311.04	2.9	OK	161.6	1.5	OK	626	OK	242.4	1.8	2.5	OK
	Pasillo	Pasillo_8	2.8	1	5	100	4	129.6	25.9	NO	116.64	23.3	NO	39.39	7.9	NO	226	OK	21.21	1.9	4	OK
<b>D131</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.20 5	4.8	500	3	540	5.4	NO	466.56	4.6	NO	218.16	2.2	OK	557	OK	161.6	1.4	3	OK
<b>D132</b>	Sala	Sala servidores (Refrigerada)	2.8	5	5.1	500	4	691.2	5.4	NO	622.08	4.9	NO	210.08	1.6	OK	597	OK	242.4	1.6	4	OK
<b>D133</b>	Sala	Almacén	2.8	2.39 5	3.42 5	200	4	135	8.2	NO	116.64	7.1	NO	54.54	3.3	OK	315	OK	40.4	1.6	4	OK
<b>D134</b>	Sala	Almacén	2.8	2.39 5	3.42 5	100	4	135	16.5	NO	116.64	14.2	NO	54.54	6.6	NO	332	OK	40.4	1.5	4	OK
<b>D135</b>	Sala	Cafetería	2.8	4.8	4.61 2	500	4	540	4.9	NO	466.56	4.2	NO	218.16	2.0	OK	527	OK	161.6	1.4	4	OK
<b>D136</b>	Sala	Cuadros Eléctricos (Refrigerada)	-	11.5	9.5	500	4	1350	2.5	OK	1166.4	2.1	OK	545.4	1.0	OK	542	OK	686.8	1.2	4	OK
<b>D137</b>	Vestuario	Vestuario Jefe de Turno	2.8	3.05	4.8	200	4	302.4	10.3	NO	272.16	9.3	NO	91.91	3.1	OK	335	OK	94.94	1.9	4	OK
<b>D138</b>	Sala	Almacén	-	4.86 5	1.9	200	4	135	7.3	NO	116.64	6.3	NO	54.54	3.0	OK	267	OK	40.4	1.6	4	OK
<b>Zona_Contr ol</b>	Sala	Consola 1	-	6.3	2.8	500	4	290	3.3	OK	250.56	2.8	OK	101	1.1	OK	533	OK	161.6	1.7	4	OK
	Sala	Consola 2	-	6.3	2.8	500	4	435	4.9	NO	375.84	4.3	NO	151.5	1.7	OK	593	OK	161.6	1.5	4	OK

	Sala	Consola 3	-	6.8	3.1	500	4	580	5.5	NO	501.12	4.8	NO	202	1.9	OK	556	OK	161.6	1.4	4	OK
	Sala	Consola 4	-	4	2.8	500	4	290	5.2	NO	250.56	4.5	NO	101	1.8	OK	570	OK	80.8	1.3	4	OK
	Sala	Mesas de trabajo 1	-	2.8	2.1	500	3	86.4	2.9	OK	77.76	2.6	OK	26.26	0.9	OK	520	OK	60.6	2.0	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 2	-	2.8	2.1	500	3	290	9.9	NO	250.56	8.5	NO	101	3.4	NO	504	OK	60.6	2.0	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 3	-	2.8	2.1	500	3	145	4.9	NO	125.28	4.3	NO	50.5	1.7	OK	517	OK	60.6	2.0	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 4	-	2.8	2.1	500	3	145	4.9	NO	125.28	4.3	NO	50.5	1.7	OK	504	OK	60.6	2.0	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 5	-	2.8	2.1	500	3	86.4	2.9	OK	77.76	2.6	OK	26.26	0.9	OK	595	OK	80.8	2.3	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 6	-	2.8	2.1	500	3	145	4.9	NO	125.28	4.3	NO	50.5	1.7	OK	528	OK	60.6	2.0	3	OK
	Sala	Mesas de trabajo 7	-	2.8	2.1	500	3	145	4.9	NO	125.28	4.3	NO	50.5	1.7	OK	532	OK	60.6	1.9	3	OK
	Sala	Zona general	-	5.2	15.3	100	4	388.8	4.9	NO	349.92	4.4	NO	118.17	1.5	OK	237	OK	80.8	0.4	4	OK
<b>PaCtrl1</b>	Pasillo	Entrador Este - Sala de espera	2.8	4.4	5.5	200	4	540	11.2	NO	466.56	9.6	NO	218.16	4.5	NO	290	OK	161.6	2.3	4	OK
	Pasillo	Pasillo_1..5	2.8	2.1	65.8 15	100	4	2340	16.9	NO	2021.76	14.6	NO	953.44	6.9	NO	227	OK	606	1.9	4	OK
	Pasillo	Pasillo_6	2.8	2.1	29.5	100	4	1080	17.4	NO	933.12	15.1	NO	436.32	7.0	NO	203	OK	242.4	1.9	4	OK
	Pasillo	Pasillo_9	2.8	2.1	13.4 8	100	4	388.8	13.7	NO	349.92	12.4	NO	118.17	4.2	NO	216	OK	121.2	2.0	4	OK
<b>AH1</b>	Baño	Aseos Hombre	2.8	2.51	2.92	200	4	64.8	4.4	NO	58.32	4.0	OK	19.695	1.3	OK	441	OK	56.56	1.7	4	OK
<b>AM1</b>	Baño	Aseos Mujer	2.8	3.6	1.8	200	4	64.8	5.0	NO	58.32	4.5	NO	19.695	1.5	OK	441	OK	56.56	2.0	4	OK
<b>Ent_AHM1</b>	Pasillo	Entrador aseos 1	2.8	0.96	2.07	200	4	21.6	5.4	NO	19.44	4.9	NO	6.565	1.7	OK	229	OK	14.14	3.1	4	OK
<b>AH2</b>	Baño	Aseos Hombre	2.8	2.35	3.70 5	200	4	86.4	5.0	NO	77.76	4.5	NO	26.26	1.5	OK	288	OK	42.42	1.7	4	OK
<b>AM2</b>	Baño	Aseos Mujer	2.8	2.35	3.70 5	200	4	108	6.2	NO	97.2	5.6	NO	32.825	1.9	OK	288	OK	56.56	2.3	4	OK
<b>AH3</b>	Baño	Aseos Hombre	2.8	5.1	3.2	200	4	216	6.6	NO	194.4	6.0	NO	65.65	2.0	OK	259	OK	84.84	2.0	4	OK

<b>Ent_AH3</b>	Pasillo	Entrador aseos	2.8	0.96 5	1.68	100	4	21.6	13.3	NO	19.44	12.0	NO	6.565	4.0	NO	204	OK	7.07	2.1	4	OK
<b>D-C.Limp</b>	Sala	Cuarto de la limpieza	2.8	0.96 5	1.68	200	4	21.6	6.7	NO	19.44	6.0	NO	6.565	2.0	OK	313	OK	14.14	2.8	4	OK
<b>C100</b>	Sala reuniones	Sala reuniones grande	2.8	9.14 5	4.19	500	8	720	3.8	OK	622.08	3.2	OK	290.88	1.5	OK	555	OK	323.2	1.5	8	OK
<b>C101</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.12 5	4.13	500	3	360	5.6	NO	311.04	4.8	NO	161.6	2.5	OK	538	OK	161.6	2.3	3	OK
<b>C102</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.91	4.19	500	3	540	8.9	NO	466.56	7.7	NO	218.16	3.6	NO	610	OK	161.6	2.2	2.5	OK
<b>C103</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.90 5	4.13	500	3	540	5.3	NO	466.56	4.6	NO	242.4	2.4	OK	564	OK	242.4	2.1	3	OK
<b>C104</b>	Sala	Sala de archivos	2.8	10	4.19	300	4	1080	8.6	NO	933.12	7.4	NO	484.8	3.9	OK	435	OK	323.2	1.8	4	OK
<b>C105</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.8	4.13	500	3	360	6.2	NO	311.04	5.4	NO	145.44	2.5	OK	555	OK	161.6	2.5	3	OK
<b>C106</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.1	4.13	500	3	450	4.3	NO	388.8	3.7	NO	181.8	1.7	OK	577	OK	242.4	2.0	3	OK
<b>C107</b>	Despachos	Despacho	2.8	6.4	4.13	500	3	1080	8.2	NO	933.12	7.1	NO	436.32	3.3	NO	581	OK	323.2	2.1	3	OK
<b>C108</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.91	4.13	500	3	540	5.3	NO	466.56	4.6	NO	218.16	2.2	OK	613	OK	242.4	2.0	2.5	OK
<b>C109</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.9	4.13	500	3	360	4.5	NO	311.04	3.9	NO	145.44	1.8	OK	540	OK	161.6	1.9	3	OK
<b>C110</b>	Despachos	Despacho	2.8	12.5	6.95	500	3	1620	3.7	NO	1399.68	3.2	NO	727.2	1.7	OK	619	OK	686.8	1.3	2.5	OK
<b>C110_A</b>	Sala	Sala archivos	2.8	3.45	8.65	300	4	900	10.1	NO	777.6	8.7	NO	404	4.5	NO	416	OK	242.4	2.0	4	OK
<b>C111</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.1	4.13	500	3	540	5.1	NO	466.56	4.4	NO	218.16	2.1	OK	551	OK	242.4	2.1	3	OK
<b>C112</b>	Despachos	Despacho	2.8	9.73	3.47	500	3	2340	13.9	NO	2021.76	12.0	NO	953.44	5.6	NO	583	OK	323.2	1.6	3	OK
<b>C114</b>	Sala	Comedor	2.8	8.6	3.2	200	4	540	9.8	NO	466.56	8.5	NO	242.4	4.4	NO	367	OK	242.4	2.4	4	OK
<b>C115</b>	Despachos	Despacho	2.8	9.79	4.13	500	3	1080	5.3	NO	933.12	4.6	NO	436.32	2.2	OK	588	OK	404	1.7	3	OK
<b>C116</b>	Sala	Sala archivos + despacho	2.8	8.56	2.92	500	3	360	2.9	OK	311.04	2.5	OK	161.6	1.3	OK	522	OK	323.2	2.5	3	OK
<b>C117</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.47	4.31	500	3	720	9.6	NO	622.08	8.3	NO	290.88	3.9	NO	581	OK	161.6	1.9	3	OK
<b>C118</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.97	3.74	500	3	450	8.1	NO	388.8	7.0	NO	202	3.6	NO	632	OK	161.6	2.3	2.5	OK
<b>C119</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.88	4.31	500	3	720	8.6	NO	622.08	7.4	NO	290.88	3.5	NO	549	OK	161.6	1.8	3	OK
<b>C121</b>	Despachos	Despacho	2.8	2.9	4.31	500	3	360	5.8	NO	311.04	5.0	NO	145.44	2.3	OK	568	OK	161.6	2.3	3	OK
<b>C122</b>	Despachos	Despacho	2.8	5	3.64	500	3	810	8.9	NO	699.84	7.7	NO	327.24	3.6	NO	609	OK	242.4	2.2	2.5	OK
<b>C123</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.93	2.8	500	3	360	4.3	NO	311.04	3.7	NO	145.44	1.8	OK	653	OK	242.4	2.2	2.5	OK

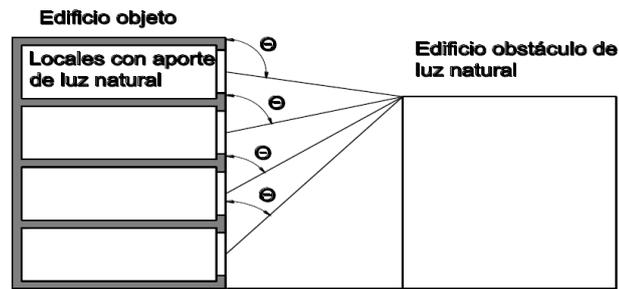
<b>C124</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.35	3.63	500	3	810	8.3	NO	699.84	7.2	NO	327.24	3.4	NO	579	OK	242.4	2.2	3	OK
<b>C125</b>	Despachos	Despacho	2.8	4.6	4.8	500	3	1080	9.8	NO	933.12	8.5	NO	436.32	4.0	NO	537	OK	242.4	2.0	3	OK
<b>C126</b>	Despachos	Despacho	2.8	5.35	3.63	500	3	1080	11.1	NO	933.12	9.6	NO	436.32	4.5	NO	607	OK	242.4	2.1	2.5	OK
<b>C127</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.8	4.24	500	3	720	8.9	NO	622.08	7.7	NO	290.88	3.6	NO	525	OK	161.6	1.9	3	OK
<b>C128</b>	Sala reuniones	Sala de reuniones	2.8	4.74	5.4	500	8	1368	10.7	NO	1221.12	9.5	NO	436.32	3.4	OK	558	OK	242.4	1.7	8	OK
	Sala	Servidor	2.8	3.63	2	300	4	72	3.3	OK	23.04	1.1	OK	145.44	6.7	NO	495	OK	80.8	2.2	4	OK
<b>C129</b>	Despachos	Despacho	2.8	3.8	4.8	500	3	720	7.9	NO	622.08	6.8	NO	290.88	3.2	NO	558	OK	161.6	1.6	3	OK
<b>C130</b>	Sala	Comedor	2.8	7.7	4.4	200	4	1440	21.3	NO	1244.16	18.4	NO	581.76	8.6	NO	322	OK	242.4	2.2	4	OK
<b>C131</b>	Despachos	Despacho	2.8	11.9 1	4.8	500	3	2160	7.6	NO	1866.24	6.5	NO	872.64	3.1	NO	542	OK	484.8	1.6	3	OK
<b>C_TALLER</b>	Sala	TALLER	7.63	26.7 3	65.1	500	4	36300	4.2	NO	36300	4.2	0	7393.2	0.8	OK	537	OK	8255.74	0.9	4	OK
<b>C_Entrador_1</b>	Pasillo	Vestíbulo	2.8	2.6	9.6	100	4	197.4	7.9	NO	172.8	6.9	NO	71.71	2.9	OK	230	OK	80.8	1.4	4	OK
<b>C_Pasillo_2-3-4-5</b>	Pasillo	Pasillo oficinas	2.8	1.3	61.0 3	100	4	877.5	11.1	NO	758.16	9.6	NO	525.2	6.6	NO	271	OK	161.6	0.8	4	OK
<b>C_AH1</b>	Baño	Aseos hombre	2.8	3.64 5	4.13	200	4	135	4.5	NO	116.64	3.9	OK	54.54	1.8	OK	355	OK	98.98	1.9	4	OK
<b>C_AM1</b>	Baño	Aseos mujer	2.8	1.92	3.1	200	4	190	16.0	NO	177.76	14.9	NO	54.54	4.6	NO	345	OK	42.42	2.1	4	OK
<b>C136_Cafeteria1</b>	Sala	Cafetería	2.8	3.57	4.67	500	4	360	4.3	NO	311.04	0.4	OK	161.6	0.2	OK	550	OK	161.6	0.2	4	OK
<b>C_AH2</b>	Baño	Baños individuales	2.8	5.7	1.7	200	4	600	31.0	NO	600	31.0	NO	84.84	4.4	NO	317	OK	84.84	2.8	4	OK
	Baño	Aseos hombre	2.8	6.1	3.07	200	4	540	14.4	NO	466.56	12.5	NO	242.4	6.5	NO	276	OK	84.84	1.6	4	OK
<b>C_Pasillo_6-7</b>	Pasillo	Pasillo	2.8	1.03	16	100	4	374.4	22.7	NO	336.96	20.4	NO	103.02	6.3	NO	121	OK	70.7	3.5	4	OK
	Pasillo	Pasillo	2.8	1.46 5	5	100	4	90	12.3	NO	77.76	10.6	NO	40.4	5.5	NO	137	OK	28.28	2.8	4	OK
<b>C135_Oficinas (C135)</b>	Despachos	Despacho - Jefe Almacén	2.8	4.2	4.83 5	500	3	360	3.5	NO	311.04	3.1	NO	145.44	1.4	OK	596	OK	242.4	2.0	3	OK
	sala	Archivo	2.8	5.47	4.83 5	300	4	360	4.5	NO	311.04	3.9	OK	145.44	1.8	OK	471	OK	242.4	1.9	4	OK
	Despachos	Despacho - ITURRI	2.8	4.2	3.47	500	3	410	5.6	NO	361.04	5.0	NO	152.51	2.1	OK	588	OK	161.6	1.9	3	OK

	Despachos	Despacho - Pasillo	2.8	5.47	4.8	500	3	360	2.7	OK	311.04	2.4	OK	145.44	1.1	OK	534	OK	242.4	1.7	3	OK
C138_Laboratorio	Sala	OCTANOS	2.8	5.41	7.75	500	4	1123.2	5.4	NO	1010.88	4.8	NO	309.06	1.5	OK	545	OK	363.6	1.6	4	OK
	Sala	ACEITES	2.8	10.76	33.8	500	4	8736	4.8	NO	7862.4	4.3	NO	2403.8	1.3	OK	637	OK	3312.8	1.4	2.5	OK
	Sala	ASFALTOS	2.8	7.66	15.34	500	4	3120	5.3	NO	2808	4.8	NO	858.5	1.5	OK	614	OK	1090.8	1.5	2.5	OK
	Sala	ALQUILACION	2.8	3.5	4.6	500	4	436.8	5.4	NO	393.12	5.7	NO	120.19	1.7	OK	591	OK	161.6	2.0	4	OK
	Sala	LAVADO BOTELLAS	2.8	4.8	8.3	500	4	450	2.3	OK	388.8	2.0	OK	181.8	0.9	OK	500	OK	181.8	0.9	4	OK
	Sala	ALMACEN REACTIVOS	2.8	4.8	2	500	4	270	5.6	NO	233.28	4.9	NO	109.08	2.3	OK	500	OK	109.08	2.3	4	OK
	Despachos	Despacho	2.8	4.87	5.11	500	3	1185.6	9.5	NO	1067.04	8.6	NO	326.23	2.6	OK	539	OK	242.4	1.8	3	OK
	Sala	Cafetería	2.8	4.2	3.66	500	4	374.4	4.9	NO	336.96	4.4	NO	103.02	1.3	OK	518	OK	161.6	2.0	4	OK
	Despachos	Despacho - Jefe Lab	2.8	3.77	4.2	500	3	374.4	4.7	NO	336.96	4.3	NO	103.02	1.3	OK	556	OK	161.6	1.8	3	OK
	Baño	Vestuario + Aseo H	2.8	3.1	3.1	200	4	424.4	22.1	NO	386.96	20.1	NO	110.09	5.7	NO	233	OK	42.42	1.9	4	OK
	Baño	Vestuario + Aseo M	2.8	3.1	3.1	200	4	412	21.4	NO	380.8	19.8	NO	99.99	5.2	NO	233	OK	42.42	1.9	4	OK
	Pasillo	Pasillo Vestuarios	2.8	1.7	6.36	100	4	249.6	23.1	NO	224.64	20.8	NO	68.68	6.4	NO	135	OK	28.28	1.9	4	OK
	ID	Uso	Uso-Detalle	Altura (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Em	VEEI max	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI<VEEImax	Em (DIALux)	Em<EM DIALux (OK)	Pot. TOTAL conjunto (W)	VEEI	VEEI MAX
DESCRIPCIÓN DEPENDENCIAS			Dimensiones			Criterios según el uso del local		SITUACIÓN ACTUAL			PROPUESTA 1: SUSTITUCIÓN BALASTO MAGENTICO POR ELECTRONICO			PROPUESTA 2: SUSTITUCIÓN POR LAMPARAS LED			PROPUESTA 3: SUSTITUCIÓN POR LAMPARAS LED + REDISTRIBUCIÓN					

Tabla 2 Análisis de los valores de VEEI actual y de las propuestas analizadas

## 3.2 Sistemas de control: Aprovechamiento de luz natural

Como se vio en el apartado 6.4 de la memoria del proyecto, se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural en todas las zonas que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:



- que el ángulo  $\theta$  sea superior a  $65^\circ$  ( $\theta > 65^\circ$ ), siendo  $\theta$  el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;

- que se cumpla la expresión:

$$T \cdot \frac{(A_w)}{A} > 0,11$$

Siendo

**T** coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

**A<sub>w</sub>** área de acristalamiento de la ventana de la zona [m<sup>2</sup>].

**A** área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m<sup>2</sup>].

A continuación presentaremos en la tabla 3 los resultados al aplicar la expresión anterior, y se ha establecido con "OK" en el caso de que se cumpla la expresión y con "NO" en caso de que no cumpla.

ID	Uso	T	Aw (m²)	A (m²)	T·Aw/A	Valor máximo	T·Aw/A < 0.11
B114	Despachos	0.7	5.32	121.60	0.03	0.11	NO
B115	Sala reuniones	0.7	2.78	79.11	0.02	0.11	NO
B116	Despachos	0.7	2.3	71.77	0.02	0.11	NO
B117	Despachos	0.7	4.25	105.40	0.03	0.11	NO
B118	Despachos	0.7	3.12	85.30	0.03	0.11	NO
B119	Sala reuniones	0.7	4.24	105.23	0.03	0.11	NO
B120	Despachos	0.7	5.74	128.53	0.03	0.11	NO
B121	Despachos	0.7	8.74	180.38	0.03	0.11	NO
B122	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B123	Despachos	0.7	2.74	80.18	0.02	0.11	NO
B124	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B125	Despachos	0.7	5.41	124.77	0.03	0.11	NO
B126	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B127	Despachos	0.7	3.06	85.52	0.03	0.11	NO
B128	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B129	Despachos	0.7	2.74	80.18	0.02	0.11	NO
B130	Despachos	0.7	7.24	153.28	0.03	0.11	NO
B131	Despachos	0.7	2.74	80.18	0.02	0.11	NO
B132	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B133	Despachos	0.7	2.98	84.19	0.02	0.11	NO
B134	Despachos	0.7	3.6	93.22	0.03	0.11	NO
B135	Despachos	0.7	4.24	105.23	0.03	0.11	NO
B136	Despachos	0.7	2.4	73.42	0.02	0.11	NO
B138	Despachos	0.7	2.24	70.78	0.02	0.11	NO
B139	Despachos	0.7	2.77	87.95	0.02	0.11	NO
B140	Despachos	0.7	2.88	81.34	0.02	0.11	NO
B141	Sala	0.7	4.23	114.17	0.03	0.11	NO
B142	Despachos	0.7	1.47	62.63	0.02	0.11	NO

B142_2	Despachos	0.7	5.76	179.32	0.02	0.11	NO
B142_3	Despachos	0.7	2.82	89.31	0.02	0.11	NO
B142_4	Despachos	0.7	2.68	86.79	0.02	0.11	NO
B142_5	Despachos	0.7	4.28	80.12	0.04	0.11	NO
B143	Despachos	0.7	4.25	69.73	0.04	0.11	NO
	Sala	0.7	4.25	69.73	0.04	0.11	NO
B144	Sala reuniones	0.7	5.77	208.83	0.02	0.11	NO
B145	Sala	0.7	5.77	141.83	0.03	0.11	NO
B146	Despachos	0.7	4	110.88	0.03	0.11	NO
B147	Despachos	0.7	2.5	83.76	0.02	0.11	NO
B148	Sala	0.7	4.24	132.88	0.02	0.11	NO
B149	Despachos	0.7	5.74	142.34	0.03	0.11	NO
B150	Despachos	0.7	4.24	69.32	0.04	0.11	NO
B151	Despachos	0.7	2.74	88.10	0.02	0.11	NO
B152	Vestuario	0.7	0	659.86	0.00	0.11	NO
	Duchas	0.7	0	197.44	0.00	0.11	NO
	Baño	0.7	0	138.05	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	0	32.44	0.00	0.11	NO
	Sala	0.7	0	130.05	0.00	0.11	NO
	Vestuario	0.7	0	67.84	0.00	0.11	NO
	Vestuario	0.7	0	157.48	0.00	0.11	NO
	Duchas	0.7	0	67.06	0.00	0.11	NO
	Baño	0.7	0	67.46	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.6	35.84	0.03	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.4	49.88	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	0	37.66	0.00	0.11	NO
B_AH1	Baño	0.7	0	88.72	0.00	0.11	NO
B_AM1	Baño	0.7	0	85.12	0.00	0.11	NO
PaB1	Pasillo	0.7	0	476.24	0.00	0.11	NO

V_Mak1	Pasillo	0.7	4.8	118.48	0.03	0.11	NO
B_AH2	Baño	0.7	0	71.24	0.00	0.11	NO
B_AM2	Baño	0.7	0	59.12	0.00	0.11	NO
B_AH3	Baño	0.7	0	80.02	0.00	0.11	NO
PaB2	Pasillo	0.7	0	57.92	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	0	524.44	0.00	0.11	NO
ENT1	Pasillo	0.7	0	121.27	0.00	0.11	NO
B137	Pasillo	0.7	0	112.85	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	3.8	70.00	0.04	0.11	NO
	Sala	0.7	4.27	54.11	0.06	0.11	NO
	Sala	0.7	2.8	79.21	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	2.74	78.23	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	2.74	78.23	0.02	0.11	NO
	Vestuario	0.7	0	79.03	0.00	0.11	NO
	Sala	0.7	0	51.60	0.00	0.11	NO
	Baño	0.7	0	28.42	0.00	0.11	NO
	Despachos	0.7	3.9	97.20	0.03	0.11	NO
B211	Despachos	0.7	2.8	80.02	0.02	0.11	NO
B212	Despachos	0.7	4.3	104.77	0.03	0.11	NO
B213	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
	Despachos	0.7	5.8	129.52	0.03	0.11	NO
	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B214	Sala reuniones	0.7	5.74	128.53	0.03	0.11	NO
B215	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B216	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B217	Despachos	0.7	4.25	103.95	0.03	0.11	NO
B218	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B219	Despachos	0.7	4.23	103.62	0.03	0.11	NO
B220	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO

B221	Despachos	0.7	8.74	178.03	0.03	0.11	NO
B222	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B223	Despachos	0.7	4.48	107.74	0.03	0.11	NO
B224	Despachos	0.7	2.74	79.03	0.02	0.11	NO
B225	Despachos	0.7	2.86	81.01	0.02	0.11	NO
B226	Despachos	0.7	5.74	128.53	0.03	0.11	NO
B227	Despachos	0.7	2.86	81.01	0.02	0.11	NO
B228	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B229	Despachos	0.7	2.6	76.72	0.02	0.11	NO
B230	Despachos	0.7	4.24	103.78	0.03	0.11	NO
B231	Despachos	0.7	11	412.72	0.02	0.11	NO
B232	Despachos	0.7	2.72	78.70	0.02	0.11	NO
B233	Despachos	0.7	3.95	91.63	0.03	0.11	NO
B234	Despachos	0.7	2.51	75.24	0.02	0.11	NO
B235	Despachos	0.7	0	234.07	0.00	0.11	NO
B236	Sala	0.7	2.5	75.07	0.02	0.11	NO
B237	Despachos	0.7	17.8	360.38	0.03	0.11	NO
B238	Baño	0.7	2.86	44.68	0.04	0.11	NO
	Baño	0.7	2.86	44.68	0.04	0.11	NO
	Sala	0.7	39.37	924.93	0.03	0.11	NO
	Sala	0.7	11.8	339.52	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	1.8	24.93	0.05	0.11	NO
	Despachos	0.7	5.8	73.73	0.06	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.24	57.67	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	9.3	272.14	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	4.1	61.00	0.05	0.11	NO
	Baño	0.7	4.4	59.80	0.05	0.11	NO
Baño	0.7	6.1	70.22	0.06	0.11	NO	
B239	Despachos	0.7	4	110.88	0.03	0.11	NO
B240	Sala reuniones	0.7	12.75	263.73	0.03	0.11	NO

B241	Despachos	0.7	4.24	115.22	0.03	0.11	NO
B242	Despachos	0.7	4.65	107.94	0.03	0.11	NO
B243	Despachos	0.7	2.9	90.99	0.02	0.11	NO
B244	Despachos	0.7	4.24	101.32	0.03	0.11	NO
B245	Despachos	0.7	2.41	82.13	0.02	0.11	NO
B246	Despachos	0.7	4.24	101.32	0.03	0.11	NO
B247	Despachos	0.7	4.23	115.04	0.03	0.11	NO
B248	Despachos	0.7	4.37	103.42	0.03	0.11	NO
B249	Despachos	0.7	2.6	78.40	0.02	0.11	NO
B251	Despachos	0.7	4.24	105.95	0.03	0.11	NO
B253	Despachos	0.7	4.37	108.14	0.03	0.11	NO
PaA1	Pasillo	0.7	1.7	757.38	0.00	0.11	NO
PaA2	Pasillo	0.7	1.2	610.96	0.00	0.11	NO
AH3	Baño	0.7	0	89.92	0.00	0.11	NO
AM3	Baño	0.7	0	91.68	0.00	0.11	NO
AH4	Baño	0.7	0	89.60	0.00	0.11	NO
AM4	Baño	0.7	0	84.97	0.00	0.11	NO
AH5	Baño	0.7	0	80.60	0.00	0.11	NO
B_Escalera	Pasillo	0.7	2.26	71.11	0.02	0.11	NO
	Pasillo	0.7	2.26	71.11	0.02	0.11	NO
	Pasillo	0.7	3.31	142.45	0.02	0.11	NO
	Pasillo	0.7	3.31	142.45	0.02	0.11	NO
A101	Despachos	0.7	5.6	90.30	0.04	0.11	NO
	Despachos	0.7	5.6	118.80	0.03	0.11	NO
	Despachos	0.7	5.6	56.10	0.07	0.11	NO
A102	Despachos	0.7	11.6	168.12	0.05	0.11	NO
	Despachos	0.7	8	105.48	0.05	0.11	NO
A103	Despachos	0.7	5.6	84.60	0.05	0.11	NO
A104	Despachos	0.7	11.6	136.80	0.06	0.11	NO
A105	Despachos	0.7	5.6	84.60	0.05	0.11	NO

A106	Despachos	0.7	5	83.16	0.04	0.11	NO
A107	Despachos	0.7	5.6	84.60	0.05	0.11	NO
A108	Despachos	0.7	5	83.16	0.04	0.11	NO
A109	Despachos	0.7	0	40.39	0.00	0.11	NO
	Sala	0.7	5	57.78	0.06	0.11	NO
A110	Sala reuniones	0.7	10.6	134.66	0.06	0.11	NO
A111	Sala reuniones	0.7	5.6	84.60	0.05	0.11	NO
A112	Sala	0.7	5.6	89.16	0.04	0.11	NO
A113	Sala reuniones	0.7	25.6	340.24	0.05	0.11	NO
PaB1	Pasillo	0.7	4.64	358.13	0.01	0.11	NO
Ent_PB	Pasillo	0.7	5.8	90.98	0.04	0.11	NO
	Pasillo	0.7	5.6	60.88	0.06	0.11	NO
AH1	Baño	0.7	0	90.98	0.00	0.11	NO
AM1	Baño	0.7	0	90.98	0.00	0.11	NO
A_P-1	Sótano	0.7	0	232.71	0.00	0.11	NO
	Sótano	0.7	0	75.77	0.00	0.11	NO
A200	Sala reuniones	0.7	11.6	189.00	0.04	0.11	NO
A201	Despachos	0.7	5.8	90.98	0.04	0.11	NO
	Despachos	0.7	11.6	143.76	0.06	0.11	NO
A202 a	Despachos	0.7	8.34	114.09	0.05	0.11	NO
A202 b	Despachos	0.7	8.34	114.09	0.05	0.11	NO
A202 c	Despachos	0.7	11.6	143.76	0.06	0.11	NO
A203	Despachos	0.7	5.8	90.98	0.04	0.11	NO
	Despachos	0.7	11.4	141.94	0.06	0.11	NO
	Despachos	0.7	11.8	145.58	0.06	0.11	NO
A204	Despachos	0.7	8.28	113.55	0.05	0.11	NO
A205	Despachos	0.7	4	74.60	0.04	0.11	NO
A206	Despachos	0.7	5.2	85.52	0.04	0.11	NO
A207	Despachos	0.7	4	74.60	0.04	0.11	NO
A208	Despachos	0.7	12.8	154.68	0.06	0.11	NO

A209	Despachos	0.7	15	174.70	0.06	0.11	NO
A210	Despachos	0.7	10.6	134.66	0.06	0.11	NO
PaA1	Pasillo	0.7	4.6	430.54	0.01	0.11	NO
AH2	Baño	0.7	5.36	86.98	0.04	0.11	NO
AM2	Baño	0.7	5.36	86.98	0.04	0.11	NO
PaAB	Pasillo	0.7	0	305.82	0.00	0.11	NO
A300	Sala reuniones	0.7	0	131.58	0.00	0.11	NO
D101	Despachos	0.7	3.7	87.77	0.03	0.11	NO
D102	Despachos	0.7	3.7	87.77	0.03	0.11	NO
D103	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D104	Despachos	0.7	2.434	67.57	0.03	0.11	NO
D105	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D106	Despachos	0.7	2.22	64.29	0.02	0.11	NO
D107	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D108	Despachos	0.7	2.22	64.29	0.02	0.11	NO
D109	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D110	Despachos	0.7	2.68	71.34	0.03	0.11	NO
D111	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D112	Despachos	0.7	2.68	71.34	0.03	0.11	NO
D113	Despachos	0.7	3.14	80.53	0.03	0.11	NO
D114	Despachos	0.7	4.835	120.96	0.03	0.11	NO
D115	Despachos	0.7	4.075	93.74	0.03	0.11	NO
D116	Despachos	0.7	2.94	76.19	0.03	0.11	NO
D117	Despachos	0.7	3.02	77.43	0.03	0.11	NO
D118	Despachos	0.7	3.02	77.43	0.03	0.11	NO
D119	Despachos	0.7	5.216	103.50	0.04	0.11	NO
D120	Despachos	0.7	3.358	81.76	0.03	0.11	NO
D121	Sala reuniones	0.7	4.44	98.90	0.03	0.11	NO
D122	Sala reuniones	0.7	4.44	98.90	0.03	0.11	NO

D123	Sala reuniones	0.7	7.84	151.26	0.04	0.11	NO
D124	Sala	0.7	1.87	59.32	0.02	0.11	NO
D125	Despachos	0.7	3.952	153.68	0.02	0.11	NO
D126	Despachos	0.7	3.1558	78.66	0.03	0.11	NO
D127	Despachos	0.7	2.97	75.06	0.03	0.11	NO
D128	Despachos	0.7	3.1558	78.66	0.03	0.11	NO
D129	Sala	0.7	3.485	82.89	0.03	0.11	NO
D130	Despachos	0.7	4.295	95.20	0.03	0.11	NO
	Pasillo	0.7	0.8	43.60	0.01	0.11	NO
D131	Despachos	0.7	4.005	90.80	0.03	0.11	NO
D132	Sala	0.7	4.8	107.56	0.03	0.11	NO
D133	Sala	0.7	2.195	49.00	0.03	0.11	NO
D134	Sala	0.7	2.195	49.00	0.03	0.11	NO
D135	Sala	0.7	4.6	96.98	0.03	0.11	NO
D137	Vestuario	0.7	2.85	73.24	0.03	0.11	NO
PaCtrl1	Pasillo	0.7	0	103.84	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.9	656.75	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.9	300.86	0.00	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.9	143.86	0.01	0.11	NO
	Pasillo	0.7	1.9	143.86	0.01	0.11	NO
AH1	Baño	0.7	2.31	45.07	0.04	0.11	NO
AM1	Baño	0.7	3.4	43.20	0.06	0.11	NO
Ent_AHM1	Pasillo	0.7	0.76	20.94	0.03	0.11	NO
AH2	Baño	0.7	2.15	51.32	0.03	0.11	NO
AM2	Baño	0.7	2.15	51.32	0.03	0.11	NO
AH3	Baño	0.7	4.9	79.12	0.04	0.11	NO
Ent_AH3	Pasillo	0.7	0.765	18.05	0.03	0.11	NO
D-C.Limp	Sala	0.7	0.765	18.05	0.03	0.11	NO
C100	Sala reuniones	0.7	8.945	151.31	0.04	0.11	NO
C101	Despachos	0.7	2.925	66.44	0.03	0.11	NO

C102	Despachos	0.7	2.71	64.15	0.03	0.11	NO
C103	Despachos	0.7	4.705	91.11	0.04	0.11	NO
C104	Sala	0.7	9.8	163.26	0.04	0.11	NO
C105	Despachos	0.7	2.6	61.94	0.03	0.11	NO
C106	Despachos	0.7	4.9	93.81	0.04	0.11	NO
C107	Despachos	0.7	6.2	111.83	0.04	0.11	NO
C108	Despachos	0.7	4.71	91.18	0.04	0.11	NO
C109	Despachos	0.7	3.7	77.18	0.03	0.11	NO
C110	Despachos	0.7	12.3	282.67	0.03	0.11	NO
C110_A	Sala	0.7	3.25	127.45	0.02	0.11	NO
C111	Despachos	0.7	4.9	93.81	0.04	0.11	NO
C112	Despachos	0.7	9.53	141.45	0.05	0.11	NO
C114	Sala	0.7	8.4	121.12	0.05	0.11	NO
C115	Despachos	0.7	9.59	158.82	0.04	0.11	NO
C116	Sala	0.7	8.36	114.28	0.05	0.11	NO
C117	Despachos	0.7	3.27	73.48	0.03	0.11	NO
C118	Despachos	0.7	2.77	59.79	0.03	0.11	NO
C119	Despachos	0.7	3.68	79.31	0.03	0.11	NO
C120	Sala	0.7	9.3	277.06	0.02	0.11	NO
C121	Despachos	0.7	2.7	65.37	0.03	0.11	NO
C122	Despachos	0.7	4.8	84.78	0.04	0.11	NO
C123	Despachos	0.7	5.73	82.10	0.05	0.11	NO
C124	Despachos	0.7	5.15	89.13	0.04	0.11	NO
C125	Despachos	0.7	4.4	96.80	0.03	0.11	NO
C126	Despachos	0.7	5.15	89.13	0.04	0.11	NO
C127	Despachos	0.7	3.6	77.25	0.03	0.11	NO
C128	Sala reuniones	0.7	4.54	107.98	0.03	0.11	NO
	Sala	0.7	3.43	46.05	0.05	0.11	NO
C129	Despachos	0.7	3.6	84.64	0.03	0.11	NO

C130	Sala	0.7	7.5	135.52	0.04	0.11	NO
C131	Despachos	0.7	11.71	207.91	0.04	0.11	NO
C_TALLER	Sala	0.7	26.53	4881.57	0.00	0.11	NO
	Sala	0.7	21.96	637.27	0.02	0.11	NO
C_Entrador_1	Pasillo	0.7	2.4	118.24	0.01	0.11	NO
C_Pasillo_2-3-4-5	Pasillo	0.7	1.1	507.73	0.00	0.11	NO
C_AH1	Baño	0.7	3.445	73.65	0.03	0.11	NO
C_AM1	Baño	0.7	1.72	40.02	0.03	0.11	NO
C136_Cafeteria1	Sala	0.7	3.37	79.49	0.03	0.11	NO
C_AH2	Baño	0.7	5.5	60.82	0.06	0.11	NO
	Baño	0.7	5.9	88.81	0.05	0.11	NO
C_Pasillo_6-7	Pasillo	0.7	0.83	128.33	0.00	0.11	NO
C135_Oficinas (C135)	Despachos	0.7	4	91.21	0.03	0.11	NO
	sala	0.7	5.27	110.60	0.03	0.11	NO
	Despachos	0.7	4	72.10	0.04	0.11	NO
	Despachos	0.7	5.27	110.02	0.03	0.11	NO
C138_Laboratorio	Sala	0.7	5.21	157.55	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	10.56	976.91	0.01	0.11	NO
	Sala	0.7	7.46	363.81	0.01	0.11	NO
	Sala	0.7	3.3	77.56	0.03	0.11	NO
	Sala	0.7	4.6	153.04	0.02	0.11	NO
	Sala	0.7	4.6	57.28	0.06	0.11	NO
	Despachos	0.7	4.67	105.66	0.03	0.11	NO
	Sala	0.7	4	74.76	0.04	0.11	NO
	Despachos	0.7	3.57	76.30	0.03	0.11	NO
	Baño	0.7	2.9	53.94	0.04	0.11	NO
	Baño	0.7	2.9	53.94	0.04	0.11	NO
Pasillo	0.7	1.5	66.76	0.02	0.11	NO	

Tabla 3 Analisis para implantar un sistema de aprovechamiento de luz natural

---

## ANEXO 4: Resultados por software DIALux

En este anexo adjuntaremos las tablas más importantes para comprobar las nieves de calidad de la propuesta 3. La simulación se ha llevado a cabo por plantas en cada uno de los edificios estudiados. Aunque algunas salas con condiciones especiales debido a su arquitectura (Taller en el edificio de mantenimiento y la Sala de Control en el edificio de sala de control) se han simulado en casos diferentes.

Debido que el tamaño del área de simulación es muy grande, las imágenes de resultados que nos muestra DIALux son muy pequeñas, por este motivo no se aprecian los detalles de manera clara, por lo tanto se han adjuntado los planos más significativos en el documento 5, que permitan evaluar las zonas de estudio. Concretamente en los planos podrán encontrar:

- Plano con el identificador/numeración de cada sala
- Plano con la distribución de las luminarias
- Plano con las curvas isolux
- Plano con el grafico de valores

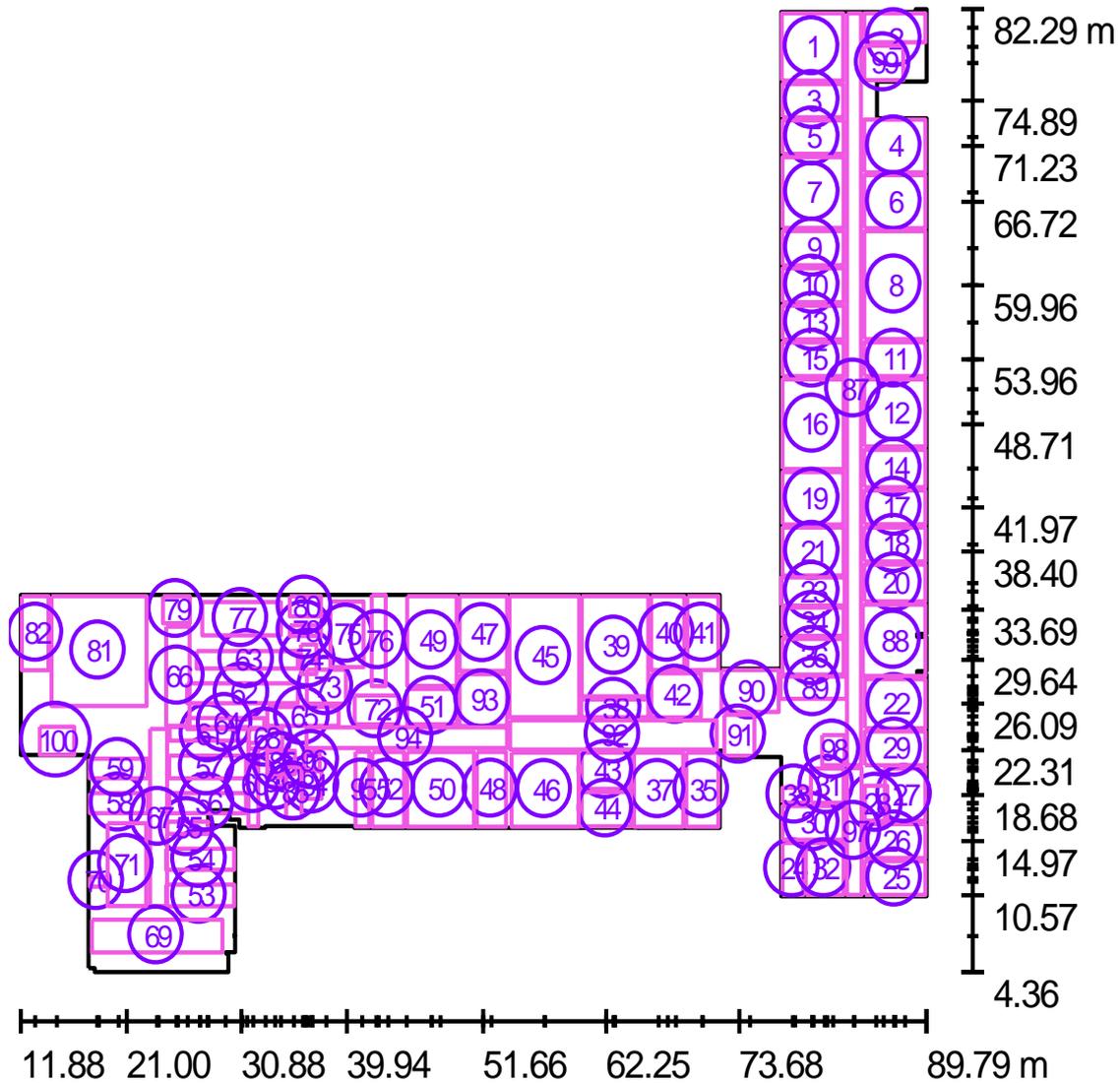
## 4.1. Simulaciones generales

### 4.1.1. Antiguo edificio de administración

Este edificio se ha analizado por medio de la simulación de sus dos plantas.

#### 4.1.1.1. Antiguo edificio de administración – Planta baja (PB)

#### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



## Lista de superficies de cálculo

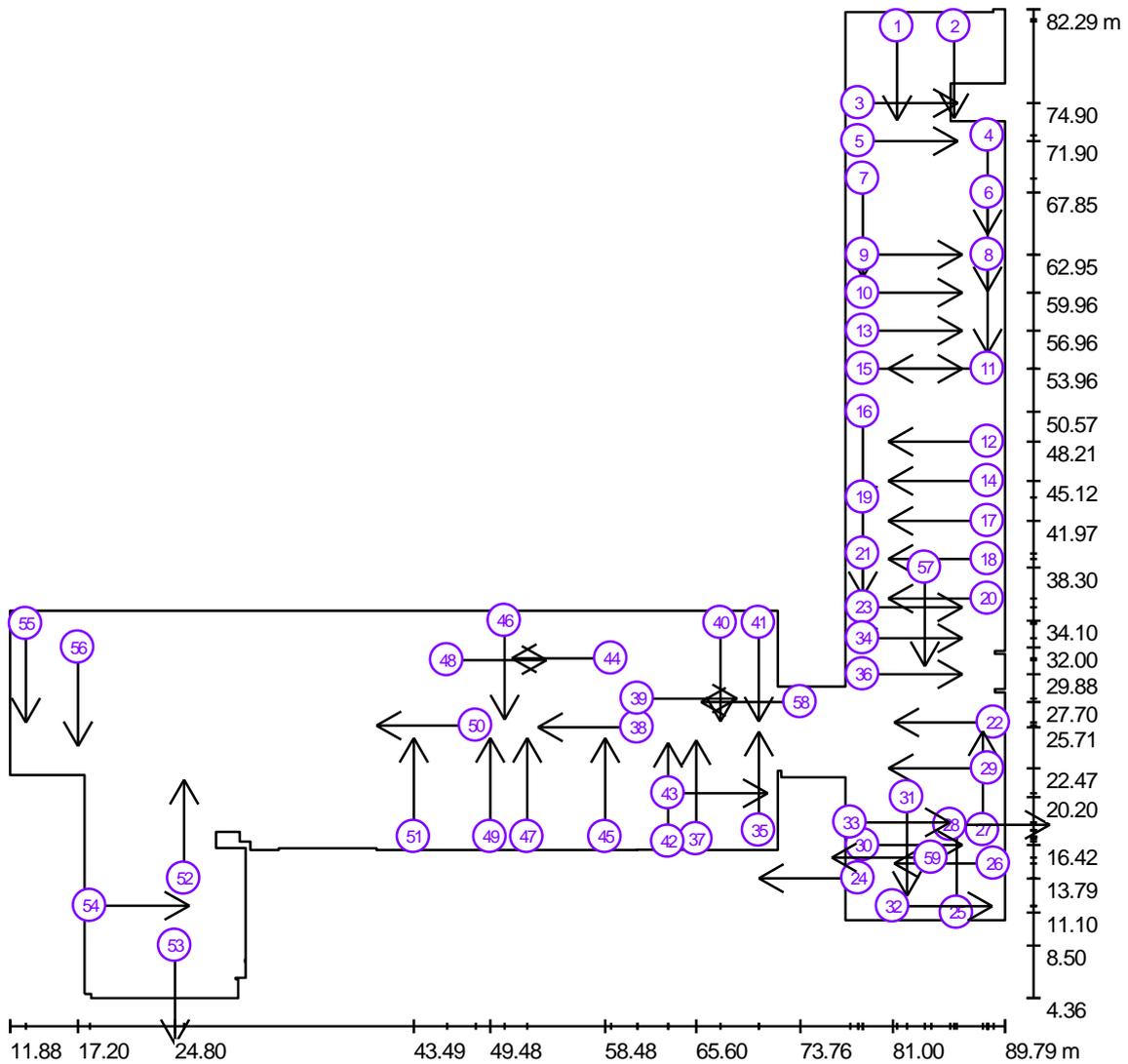
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	B114 - Despacho	perpendicular	16 x 16	531	343	624	0.645	0.549
2	B115 - Sala de reuniones	perpendicular	16 x 8	566	390	680	0.688	0.573
3	B116 - Despacho	perpendicular	16 x 8	613	455	704	0.742	0.646
4	B117 - Despacho	perpendicular	16 x 16	637	506	726	0.794	0.696
5	B118 - Despacho	perpendicular	16 x 8	616	454	702	0.738	0.648
6	B119 - Despacho	perpendicular	16 x 16	642	500	732	0.779	0.683
7	B120 - Despacho	perpendicular	16 x 16	551	402	643	0.730	0.625
8	B121 - Despacho	perpendicular	16 x 16	570	412	659	0.724	0.626
9	B122 - Despacho	perpendicular	16 x 8	606	452	693	0.745	0.651
10	B124 - Despacho	perpendicular	16 x 8	593	434	675	0.733	0.643
11	B123 - Despacho	perpendicular	16 x 8	605	451	685	0.745	0.658
12	B125 - Despacho	perpendicular	16 x 16	697	508	811	0.729	0.627
13	B126 - Despacho	perpendicular	16 x 8	597	446	677	0.746	0.659
14	B127 - Despacho	perpendicular	8 x 8	570	443	673	0.777	0.659
15	B128 - Despacho	perpendicular	16 x 8	605	451	688	0.746	0.656
16	B130 - Despacho	perpendicular	16 x 16	547	387	632	0.708	0.613
17	B129 - Despacho	perpendicular	16 x 8	604	450	684	0.746	0.658
18	B131 - Despacho	perpendicular	16 x 8	597	441	678	0.739	0.651
19	B132 - Despacho	perpendicular	16 x 16	642	504	734	0.784	0.687
20	B133 - Despacho	perpendicular	8 x 8	583	469	681	0.804	0.689
21	B134 - Despacho	perpendicular	16 x 16	582	460	654	0.792	0.704
22	B135 - Despacho	perpendicular	16 x 16	577	454	648	0.786	0.700
23	B136 - Despacho	perpendicular	16 x 8	535	405	613	0.757	0.661
24	B137_1 - Zona medica	perpendicular	8 x 4	529	459	597	0.867	0.768
25	B137_2 - Zona medica	perpendicular	16 x 8	603	445	686	0.738	0.649
26	B137_3 - Zona medica	perpendicular	16 x 8	604	452	684	0.748	0.660
27	B137_4 - Despacho	perpendicular	8 x 8	605	481	700	0.796	0.687
28	B137_4a - Despacho	perpendicular	8 x 8	535	435	664	0.812	0.655
29	B137_5 - Zona medica	perpendicular	16 x 8	600	450	683	0.751	0.659
30	B137_6 - Vestuario	perpendicular	32 x 16	327	218	445	0.667	0.490
31	B137_7 - Cantina	perpendicular	16 x 16	528	454	588	0.860	0.771
32	B137_8 - Recepción	perpendicular	8 x 8	568	478	627	0.842	0.763
33	B137_9 - Baño	perpendicular	16 x 8	419	304	507	0.726	0.600
34	B138 - Despacho	perpendicular	16 x 8	518	370	611	0.715	0.606
35	B139 - Despacho	perpendicular	8 x 16	515	374	605	0.726	0.618
36	B140 - Despacho	perpendicular	16 x 8	604	445	683	0.737	0.652
37	B141 - Despacho	perpendicular	16 x 16	579	452	655	0.781	0.690
38	B142_1 - Despacho	perpendicular	16 x 4	663	591	727	0.891	0.812

Nº	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
39	B142_2 - Despacho	perpendicular	16 x 16	571	395	668	0.692	0.592
40	B142_3 - Despacho	perpendicular	16 x 8	528	380	620	0.719	0.612
41	B142_4 - Despacho	perpendicular	16 x 8	571	402	715	0.704	0.562
42	B142_5 - Área de circulación	perpendicular	8 x 8	294	262	319	0.893	0.822
43	B143_1 - Almacén	perpendicular	8 x 8	557	446	646	0.799	0.690
44	B143_2 - Despacho	perpendicular	8 x 8	519	400	621	0.771	0.644
45	B144 - Sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	576	395	677	0.686	0.584
46	B145 - Sala de archivos	perpendicular	16 x 16	586	415	700	0.708	0.593
47	B146 - Despacho	perpendicular	16 x 16	578	423	674	0.731	0.627
48	B147 - Despacho	perpendicular	16 x 8	525	385	626	0.733	0.615
49	B148 - Sala de archivos	perpendicular	32 x 32	483	333	566	0.689	0.588
50	B149 - Despacho	perpendicular	16 x 16	578	388	695	0.672	0.559
51	B150 - Despacho	perpendicular	16 x 16	600	520	661	0.866	0.786
52	B151 - Despacho	perpendicular	16 x 8	533	386	629	0.725	0.614
53	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_1	perpendicular	16 x 8	341	242	431	0.712	0.562
54	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_2	perpendicular	16 x 8	348	247	434	0.710	0.570
55	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_3	perpendicular	8 x 4	373	257	445	0.689	0.578
56	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_4	perpendicular	16 x 4	340	196	407	0.576	0.481
57	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_5	perpendicular	16 x 8	355	267	456	0.754	0.586
58	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_6	perpendicular	8 x 4	368	293	439	0.795	0.667
59	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_7	perpendicular	8 x 4	378	300	458	0.792	0.654
60	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_8	perpendicular	16 x 2	438	331	484	0.755	0.683
61	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_9	perpendicular	16 x 4	390	324	483	0.831	0.670
62	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_10	perpendicular	32 x 8	333	249	396	0.748	0.629
63	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_11	perpendicular	16 x 4	338	271	406	0.801	0.666

Nº	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
64	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_12	perpendicular	2 x 16	363	283	451	0.778	0.626
65	B152 - Vestuario Masculino_1 - Pasillo_13	perpendicular	64 x 16	165	67	292	0.405	0.228
66	B152 - Vestuario Masculino_1 - Taquillas_14	perpendicular	16 x 4	349	233	455	0.666	0.511
67	B152 - Vestuario Masculino_1 - Pasillo_15	perpendicular	64 x 8	365	285	449	0.780	0.635
68	B152 - Vestuario Masculino_1 - Pasillo_16	perpendicular	8 x 8	428	320	477	0.749	0.671
69	B152 - Vestuario Masculino_1 - Duchas_17	perpendicular	64 x 128	380	146	539	0.385	0.272
70	B152 - Vestuario Masculino_1 - Baño individual_18	perpendicular	4 x 4	368	311	419	0.844	0.743
71	B152 - Vestuario Masculino_1 - Baño_18ab	perpendicular	32 x 16	334	157	500	0.469	0.314
72	B152 - Vestuario Femenino_2 - Taquillas_1	perpendicular	8 x 8	348	260	415	0.750	0.628
73	B152 - Vestuario Femenino_3 - Taquillas_1	perpendicular	8 x 8	427	338	505	0.791	0.669
74	B152 - Vestuario Femenino_3 - Taquillas_2	perpendicular	4 x 4	427	380	466	0.891	0.815
75	B152 - Vestuario Femenino_3 - Taquillas_3	perpendicular	128 x 128	336	179	438	0.534	0.409
76	B152 - Vestuario Femenino_3 - Baño-Duchas_4	perpendicular	32 x 8	295	185	447	0.625	0.413
77	B152 - Taquillas hombres_4	perpendicular	16 x 8	382	344	444	0.900	0.775
78	B152 - Taquillas mujeres_5	perpendicular	4 x 2	316	285	347	0.903	0.822
79	B152 - Acceso vestuario masculino_6	perpendicular	8 x 8	114	59	173	0.513	0.340
80	B152 - Acceso vestuario femenino_7	perpendicular	8 x 8	138	85	182	0.615	0.467
81	B238_9 - Almacén alimentos	perpendicular	16 x 16	316	223	371	0.706	0.603
82	B238_10 - Despacho	perpendicular	16 x 8	520	376	614	0.724	0.613
83	AH1 - Aseos masculino_1 Baño individual	perpendicular	8 x 4	411	314	479	0.764	0.655

N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
84	AH1 - Aseos masculino_2 Cuarto baño + ducha	perpendicular	8 x 8	425	299	514	0.705	0.582
85	AH1 - Aseos masculino_3 Lavabo-Baño	perpendicular	128 x 128	336	211	437	0.628	0.482
86	AH1 - Aseos masculino_4 Uninarios	perpendicular	16 x 8	243	138	437	0.567	0.316
87	Pasillo_1	perpendicular	128 x 8	179	83	307	0.464	0.271
88	Pasillo - Entrador_2	perpendicular	16 x 16	304	132	358	0.436	0.370
89	Pasillo_3	perpendicular	16 x 8	197	145	242	0.736	0.597
90	Pasillo - Cantina_4	perpendicular	8 x 8	236	145	319	0.615	0.456
91	Pasillo_5	perpendicular	8 x 8	190	147	217	0.776	0.678
92	Pasillo_6	perpendicular	32 x 4	162	106	214	0.656	0.496
93	Pasillo_7	perpendicular	8 x 8	240	197	283	0.822	0.697
94	Pasillo_8	perpendicular	64 x 8	183	101	260	0.552	0.388
95	Pasillo_9	perpendicular	16 x 4	193	146	247	0.755	0.589
96	Pasillo_10	perpendicular	4 x 4	133	105	162	0.790	0.648
97	Pasillo_11 - Sala de espera (B137 - Zona medica)	perpendicular	32 x 4	370	241	481	0.650	0.500
98	AM2 - Aseos masculino_1 Lavabo-Baño	perpendicular	128 x 128	296	185	376	0.625	0.492
99	AM3 - Aseos masculino_1 Lavabo-Baño	perpendicular	128 x 128	240	126	328	0.526	0.385
100	B238_11 - Aseo masculino - lavabo	perpendicular	128 x 128	333	184	428	0.552	0.429

**OBSERVADOR UGR**

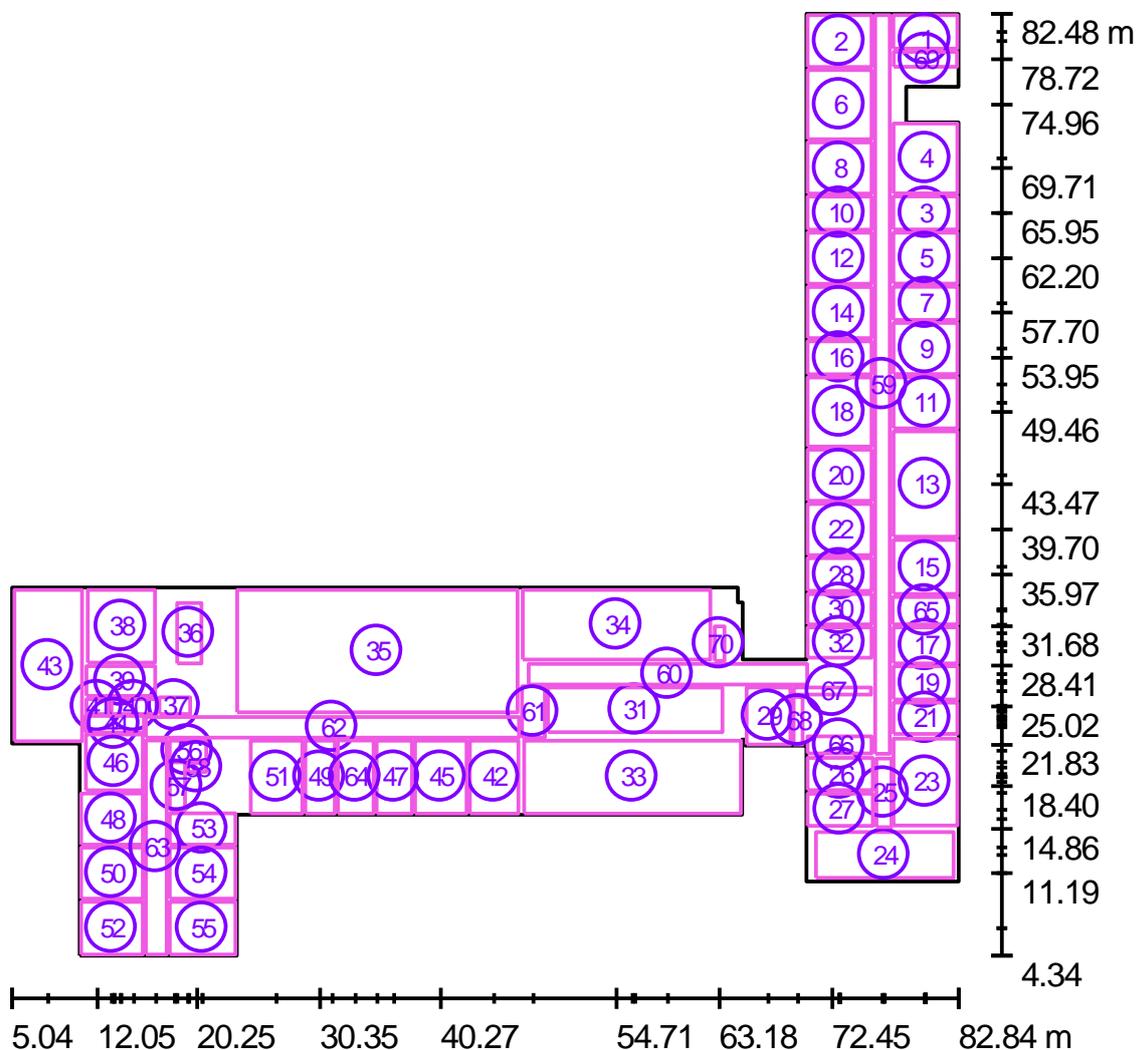


**Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	B114 - Despacho Punto UGR	81.329	81.335	1.200	-90.0	18
2	B115 - Sala de reuniones Punto UGR	85.800	81.500	1.200	-90.0	12
3	B116 - Despacho Punto UGR	78.300	74.900	1.200	0.0	15
4	B117 - Despacho Punto UGR	88.421	72.351	1.200	-90.0	16
5	B118 - Despacho Punto UGR	78.300	71.900	1.200	0.0	15
6	B119 - Despacho Punto UGR	88.421	67.850	1.200	-90.0	16
7	B120 - Despacho Punto UGR	78.653	68.950	1.200	-90.0	16
8	B121 - Despacho Punto UGR	88.421	62.948	1.200	-90.0	19
9	B122 - Despacho Punto UGR	78.653	62.962	1.200	0.0	16
10	B124 - Despacho Punto UGR	78.653	59.956	1.200	0.0	16
11	B123 - Despacho Punto UGR	88.422	53.965	1.200	180.0	16
12	B125 - Despacho Punto UGR	88.421	48.208	1.200	180.0	17

13	B126 - Despacho Punto UGR	78.653	56.956	1.200	0.0	16
14	B127 - Despacho Punto UGR	88.421	45.119	1.200	180.0	16
15	B128 - Despacho Punto UGR	78.653	53.959	1.200	0.0	16
16	B130 - Despacho Punto UGR	78.653	50.572	1.200	-90.0	17
17	B129 - Despacho Punto UGR	88.421	41.969	1.200	180.0	16
18	B131 - Despacho Punto UGR	88.421	38.969	1.200	180.0	16
19	B132 - Despacho Punto UGR	78.649	43.817	1.200	-90.0	16
20	B133 - Despacho Punto UGR	88.421	35.849	1.200	180.0	16
21	B134 - Despacho Punto UGR	78.649	39.400	1.200	-90.0	15
22	B135 - Despacho Punto UGR	88.887	26.085	1.200	180.0	17
23	B136 - Despacho Punto UGR	78.649	35.165	1.200	0.0	15
24	B137_1 - Zona medica Punto UGR	78.286	13.806	1.200	180.0	/
25	B137_2 - Zona medica Punto UGR	86.000	11.100	1.200	90.0	13
26	B137_3 - Zona medica Punto UGR	88.887	14.968	1.200	180.0	16
27	B137_4 - Despacho Punto UGR	88.043	17.608	1.200	90.0	16
28	B137_4a - Despacho Punto UGR	85.496	18.019	1.200	0.0	18
29	B137_5 - Despacho Punto UGR	88.441	22.470	1.200	-180.0	16
30	B137_6 - Vestuario Punto UGR	78.653	16.424	1.200	0.0	15
31	B137_6 - Cantina Punto UGR	82.100	20.200	1.800	-90.0	15
32	B137_6 - Recepción Punto UGR	81.000	11.600	1.200	0.0	14
33	B137_6 - Baño Punto UGR	77.670	18.209	1.200	0.0	13
34	B138 - Despacho Punto UGR	78.653	32.725	1.200	0.0	15
35	B139 - Despacho Punto UGR	70.506	17.581	1.200	90.0	17
36	B140 - Despacho Punto UGR	78.653	29.884	1.200	0.0	16
37	B141 - Despacho Punto UGR	65.600	16.900	1.200	90.0	17
38	B142_1 - Despacho Punto UGR	60.993	25.707	1.200	180.0	/
39	B142_2 - Despacho Punto UGR	61.015	27.964	1.200	0.0	17
40	B142_3 - Despacho Punto UGR	67.500	33.944	1.200	-90.0	16
41	B142_4 - Despacho Punto UGR	70.500	33.944	1.200	-90.0	16
42	B143_1 - Almacén Punto UGR	63.400	16.700	1.800	90.0	19
43	B143_2 - Despacho Punto UGR	63.418	20.500	1.200	0.0	/
44	B144 - Sala de reuniones Punto UGR	58.945	31.138	1.200	180.0	19
45	B145 - Despacho Punto UGR	58.477	17.066	1.200	90.0	18
46	B146 - Despacho Punto UGR	50.600	34.100	1.200	-90.0	17
47	B147 - Despacho Punto UGR	52.370	17.076	1.200	90.0	17
48	B148 - Sala de archivos Punto UGR	46.100	31.000	1.800	0.0	18
49	B149 - Despacho Punto UGR	49.476	17.077	1.200	90.0	18
50	B150 - Despacho Punto UGR	48.352	25.839	1.200	180.0	17
51	B151 - Despacho Punto UGR	43.493	17.076	1.200	90.0	16
52	B152 - Vestuario - Taquilla Punto UGR	25.510	13.787	1.800	90.0	<10
53	B152 - Vestuario - Ducha Punto UGR	24.800	8.500	1.800	-90.0	20
54	B152 - Vestuario - Baño UGR	18.134	11.640	1.200	0.0	/
55	B232 - Despacho UGR	13.127	33.854	1.200	-90.0	20
56	B232 - Almacén alimentos UGR	17.200	32.000	1.800	-90.0	20
57	B132 - Pasillo Punto UGR	83.500	38.300	1.800	-90.0	<10
58	Pasillo-Cantina Punto UGR	73.757	27.700	1.800	180.0	/

## 4.1.1.2. Antiguo edificio de administración – Planta 1 (P1)

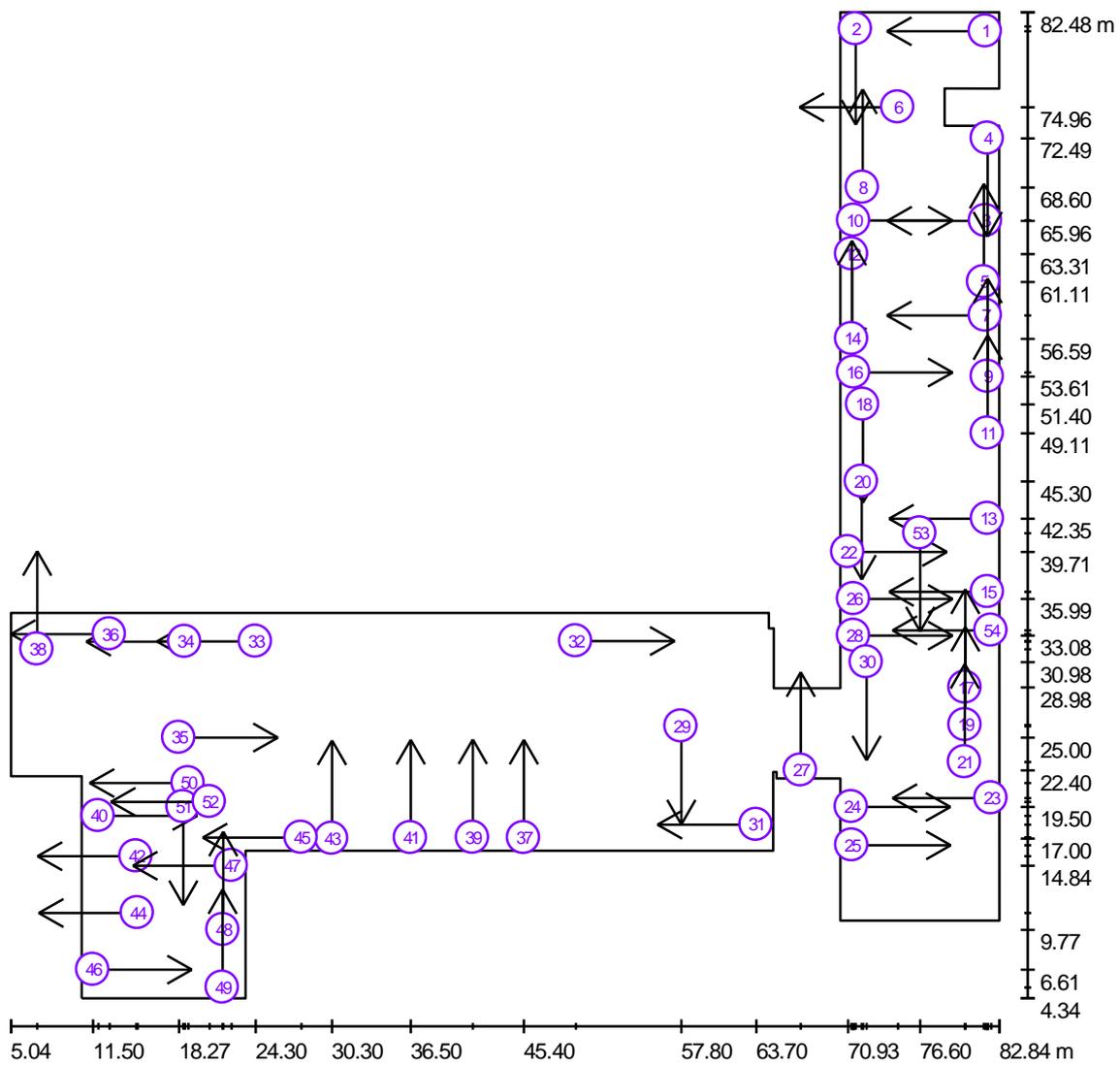
**RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	B211 despacho	perpendicular	16 x 8	584	435	668	0.744	0.651
2	B212 despacho	perpendicular	16 x 16	627	485	718	0.773	0.675
3	B213_1 despacho	perpendicular	16 x 8	566	417	678	0.737	0.615
4	B213_2 despacho	perpendicular	16 x 16	593	404	695	0.681	0.581
5	B213_3 despacho	perpendicular	16 x 16	602	415	694	0.689	0.598
6	B214 sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	589	421	695	0.715	0.606
7	B215 despacho	perpendicular	16 x 8	564	409	644	0.725	0.635
8	B216 despacho	perpendicular	16 x 16	614	422	706	0.688	0.598
9	B217 despacho	perpendicular	16 x 16	609	457	697	0.750	0.655

N°	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
10	B218 despacho	perpendicular	16 x 8	565	414	645	0.732	0.642
11	B219 despacho	perpendicular	16 x 16	612	457	704	0.747	0.650
12	B220 despacho	perpendicular	16 x 16	596	401	691	0.672	0.580
13	B221 despacho	perpendicular	16 x 16	646	455	753	0.704	0.604
14	B222 despacho	perpendicular	16 x 16	611	424	703	0.694	0.603
15	B223 despacho	perpendicular	16 x 16	583	431	670	0.738	0.643
16	B224 despacho	perpendicular	16 x 8	564	402	648	0.713	0.620
17	B225 despacho	perpendicular	8 x 8	545	420	635	0.771	0.660
18	B226 despacho	perpendicular	16 x 16	592	428	693	0.723	0.618
19	B227 despacho	perpendicular	16 x 8	559	411	640	0.734	0.641
20	B228 despacho	perpendicular	16 x 16	598	402	691	0.672	0.581
21	B229 despacho	perpendicular	16 x 8	557	409	640	0.734	0.638
22	B230 despacho	perpendicular	16 x 16	612	457	698	0.746	0.654
23	B231_1 despacho	perpendicular	16 x 16	510	322	614	0.632	0.524
24	B231_1a despacho	perpendicular	32 x 16	557	365	637	0.655	0.574
25	B231_1b pasillo	perpendicular	16 x 4	413	272	522	0.658	0.521
26	B231_2 despacho	perpendicular	16 x 8	605	437	701	0.722	0.624
27	B231_3 despacho	perpendicular	16 x 8	591	429	683	0.727	0.629
28	B232 despacho	perpendicular	16 x 8	568	413	651	0.727	0.635
29	B233 despacho	perpendicular	8 x 8	522	422	598	0.808	0.705
30	B234 despacho	perpendicular	16 x 8	582	425	665	0.729	0.639
31	B235 Sala de archivos	perpendicular	32 x 8	292	134	471	0.459	0.285
32	B236 Cantina	perpendicular	8 x 16	275	186	361	0.676	0.516
33	B237 Despacho	perpendicular	32 x 16	532	352	631	0.662	0.558
34	B238_1 Comedor	perpendicular	32 x 16	364	215	447	0.592	0.482
35	B238_1a Comedor	perpendicular	64 x 32	317	192	432	0.604	0.443
36	B238_2 Cocina	perpendicular	16 x 8	547	483	592	0.883	0.815
37	B238_3 Cocina-Fregadero	perpendicular	8 x 4	439	325	536	0.740	0.606
38	B238_4 Cocina	perpendicular	16 x 16	590	433	697	0.733	0.621
39	B238_5 Pasillo	perpendicular	16 x 8	306	242	367	0.791	0.658
40	B238_6 Pasillo Cocina-Almacén	perpendicular	16 x 8	190	141	265	0.745	0.533
41	B238_7 Despensa	perpendicular	8 x 8	279	187	359	0.671	0.521
42	B239 Despacho	perpendicular	16 x 16	594	459	672	0.774	0.683
43	B240_1 Sala de reuniones	perpendicular	32 x 16	543	332	647	0.612	0.513
44	B240_2 Pasillo	perpendicular	16 x 8	189	126	246	0.670	0.513
45	B241 Despacho	perpendicular	16 x 16	561	416	645	0.741	0.645
46	B242 Despacho	perpendicular	16 x 16	613	481	698	0.785	0.689
47	B243 Despacho	perpendicular	16 x 8	510	360	605	0.705	0.595
48	B244 Despacho	perpendicular	16 x 16	633	467	728	0.737	0.641
49	B245 Despacho	perpendicular	8 x 16	577	413	687	0.716	0.601
50	B246 Despacho	perpendicular	16 x 16	627	462	721	0.738	0.641
51	B247 Despacho	perpendicular	16 x 16	544	406	624	0.745	0.650
52	B248 Despacho	perpendicular	16 x 16	621	450	717	0.725	0.629

N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
53	B249 Despacho	perpendicular	16 x 8	609	499	692	0.819	0.721
54	B251 Despacho	perpendicular	16 x 16	615	474	716	0.770	0.662
55	B253 Despacho	perpendicular	16 x 16	587	413	680	0.703	0.606
56	AH3_1 Aseo hombres lavabo	perpendicular	16 x 8	276	125	369	0.453	0.339
57	AH3_2 Aseo hombres pasillo	perpendicular	16 x 8	224	138	320	0.618	0.433
58	B253_3 Baño individual	perpendicular	8 x 4	319	248	372	0.778	0.667
59	P1 Pasillo_1 Oficinas	perpendicular	128 x 8	207	114	303	0.549	0.376
60	P1 Pasillo_4 Oficinas	perpendicular	64 x 8	169	115	216	0.681	0.535
61	P1 Pasillo_5 Oficinas	perpendicular	8 x 4	229	175	264	0.763	0.662
62	P1 Pasillo_6 Oficinas	perpendicular	128 x 8	215	144	300	0.667	0.479
63	P1 Pasillo_7 Oficinas	perpendicular	8 x 64	181	109	281	0.603	0.388
64	P1 Pasillo_8 Entrador_1	perpendicular	16 x 8	220	181	261	0.824	0.693
65	P1 Pasillo_9 Entrador_2	perpendicular	16 x 8	277	243	307	0.877	0.790
66	AM4_2 Aseo femenino lavabo	perpendicular	32 x 8	283	164	401	0.579	0.408
67	AH4_2 Aseo hombres pasillo	perpendicular	32 x 4	249	166	340	0.669	0.490
68	AH4_2 Aseo hombres lavabo	perpendicular	16 x 4	283	188	388	0.666	0.485
69	AH5_1 Aseo hombres lavabo- unitarios	perpendicular	32 x 8	281	146	395	0.521	0.370
70	B238_8 Baño masculino	perpendicular	16 x 8	402	199	526	0.496	0.379

**OBSERVADOR UGR**



N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR B211 Despacho	81.752	80.979	1.200	180.0	17
2	Punto de cálculo UGR B212 Despacho	71.524	81.359	1.200	-90.0	16
3	Punto de cálculo UGR B213_1 Despacho	81.769	65.957	1.200	180.0	17
4	Punto de cálculo UGR B213_2 Despacho	81.917	72.490	1.200	-90.0	18
5	Punto de cálculo UGR B213_3 Despacho	81.618	61.108	1.200	90.0	17
6	Punto de cálculo UGR B214 Sala de reuniones	74.861	74.956	1.200	180.0	18
7	Punto de cálculo UGR B215 Despacho	81.754	58.458	1.200	180.0	16
8	Punto de cálculo UGR B216 Despacho	72.073	68.595	1.200	90.0	17
9	Punto de cálculo UGR B217 Despacho	81.916	53.606	1.200	90.0	17
10	Punto de cálculo UGR B218 Despacho	71.384	65.978	1.200	0.0	16
11	Punto de cálculo UGR B219 Despacho	81.917	49.108	1.200	90.0	17
12	Punto de cálculo UGR B220 Despacho	71.227	63.314	1.200	-90.0	17
13	Punto de cálculo UGR B221 Despacho	81.918	42.352	1.200	180.0	19

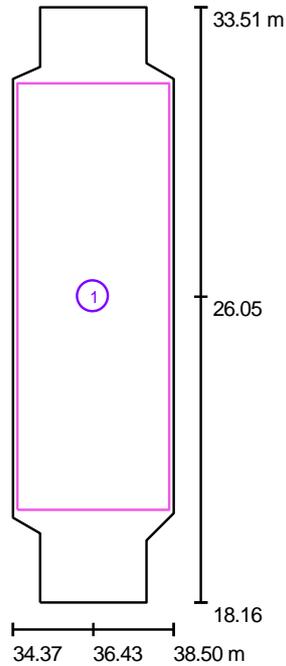
14	Punto de cálculo UGR B222 Despacho	71.227	56.595	1.200	90.0	16
15	Punto de cálculo UGR B223 Despacho	81.920	36.552	1.200	180.0	19
16	Punto de cálculo UGR B224 Despacho	71.383	53.935	1.200	0.0	16
17	Punto de cálculo UGR B225 Despacho	80.155	28.979	1.200	90.0	15
18	Punto de cálculo UGR B226 Despacho	72.100	51.400	1.200	-90.0	19
19	Punto de cálculo UGR B227 Despacho	80.152	26.000	1.200	90.0	14
20	Punto de cálculo UGR B228 Despacho	72.000	45.300	1.200	-90.0	17
21	Punto de cálculo UGR B229 Despacho	80.114	23.063	1.200	90.0	14
22	Punto de cálculo UGR B230 Despacho	70.929	39.712	1.200	0.0	18
23	Punto de cálculo UGR B231_1 Despacho	82.200	20.200	1.200	180.0	19
24	Punto de cálculo UGR B231_2 Despacho	71.200	19.500	1.200	0.0	15
25	Punto de cálculo UGR B231_3 Despacho	71.236	16.464	1.200	0.0	16
26	Punto de cálculo UGR B232 Despacho	71.383	35.992	1.200	0.0	16
27	Punto de cálculo UGR B233 Despacho	67.200	22.400	1.200	90.0	17
28	Punto de cálculo UGR B234 Despacho	71.383	33.082	1.200	0.0	16
29	Punto de cálculo UGR B235 Sala de archivos	57.800	25.900	1.800	-90.0	19
30	Punto de cálculo UGR B236 Cantina	72.383	30.980	1.800	-90.0	14
31	Punto de cálculo UGR B237 Despacho	63.700	18.100	1.200	180.0	21
32	Punto de cálculo UGR B238_1 Comedor	49.500	32.655	1.200	0.0	21
33	Punto de cálculo UGR B238_1a Comedor (de pie)	24.300	32.625	1.800	180.0	19
34	Punto de cálculo UGR B238_2 Cocina	18.733	32.600	1.800	180.0	/
35	Punto de cálculo UGR B238_3 Cocina - fregadero	18.270	25.000	1.800	0.0	15
36	Punto de cálculo UGR B238_4 Cocina	12.800	33.200	1.800	180.0	/
37	Punto de cálculo UGR B239 Despacho	45.403	17.049	1.200	90.0	18
38	Punto de cálculo UGR B240 Sala de reuniones	7.100	32.000	1.200	90.0	16
39	Punto de cálculo UGR B241 Despacho	41.384	17.076	1.200	90.0	17
40	Punto de cálculo UGR B242 Despacho	11.922	18.799	1.200	0.0	16
41	Punto de cálculo UGR B243 Despacho	36.501	17.046	1.200	90.0	16
42	Punto de cálculo UGR B244 Despacho	14.900	15.600	1.200	180.0	18
43	Punto de cálculo UGR B245 Despacho	30.300	17.000	1.200	90.0	16
44	Punto de cálculo UGR B246 Despacho	15.000	11.100	1.200	180.0	18
45	Punto de cálculo UGR B247 Despacho	27.900	17.076	1.200	180.0	17
46	Punto de cálculo UGR B248 Despacho	11.500	6.609	1.200	0.0	18
47	Punto de cálculo UGR B249 Despacho	22.399	14.843	1.200	180.0	16
48	Punto de cálculo UGR B251 Despacho	21.742	9.769	1.200	90.0	17
49	Punto de cálculo UGR B253 Despacho	21.700	5.200	1.200	90.0	18
50	Punto de cálculo UGR AH3_1 Lavabo	19.000	21.400	1.800	180.0	/
51	Punto de cálculo UGR AH3_2 Pasillo	18.600	19.500	1.800	-90.0	16
52	Punto de cálculo UGR AH3_3 Baño individual	20.675	19.907	1.200	180.0	/
53	Punto de cálculo UGR Pasillo_1	76.600	41.200	1.800	-90.0	16
54	Punto de cálculo UGR Pasillo-Entrador_2	82.200	33.500	1.800	180.0	17

## 4.1.2. Nuevo edificio de administración

Este edificio se ha realizado la simulación de sus 4 plantas, el sótano se ha realizado en 2 salas por separado debido a su localización.

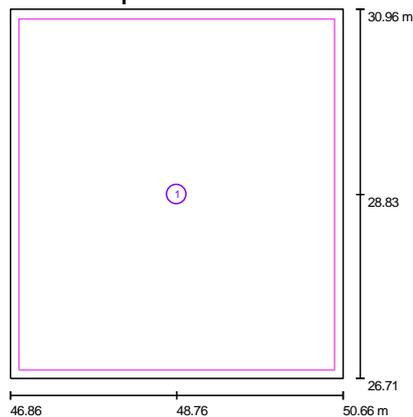
### 4.1.2.1. Nuevo edificio de administración – Sótano (P-1)

#### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



#### Lista de superficies de cálculo

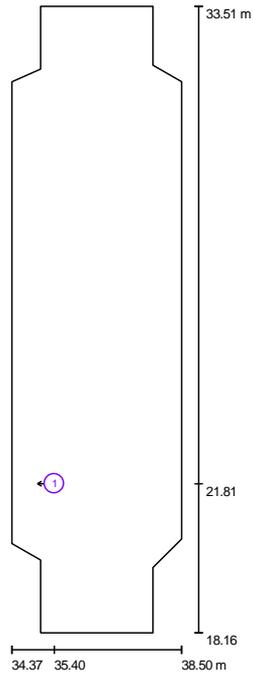
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Sótano - Contadores	perpendicular	64 x 32	399	244	497	0.610	0.490



#### Lista de superficies de cálculo

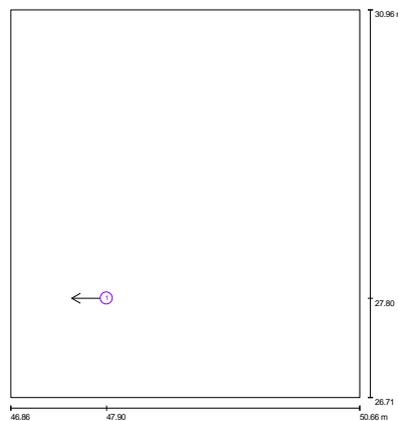
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Sótano - Almacén	perpendicular	32 x 32	291	147	403	0.504	0.365

**OBSERVADOR UGR**



**Lista de puntos de cálculo UGR**

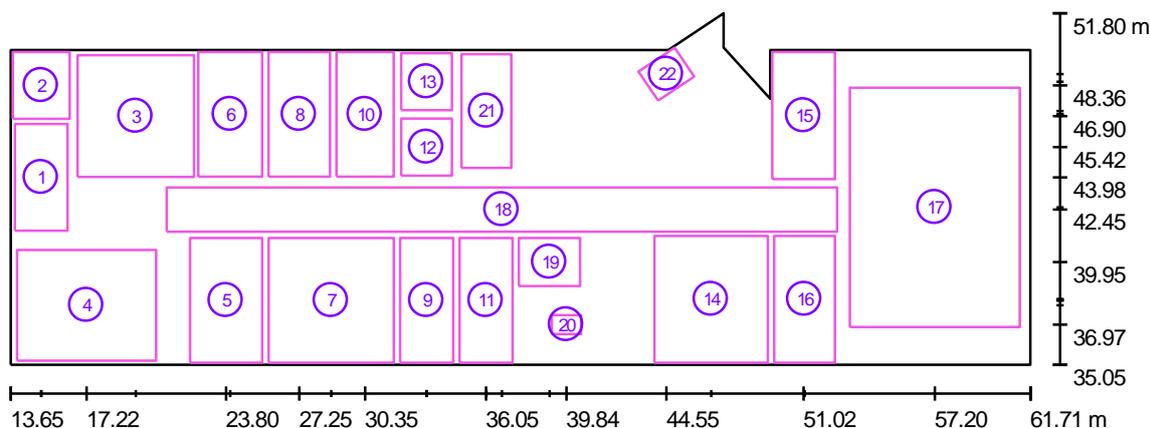
N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR Sótano - Contadores	35.401	21.812	1.800	180.0	/



**Lista de puntos de cálculo UGR**

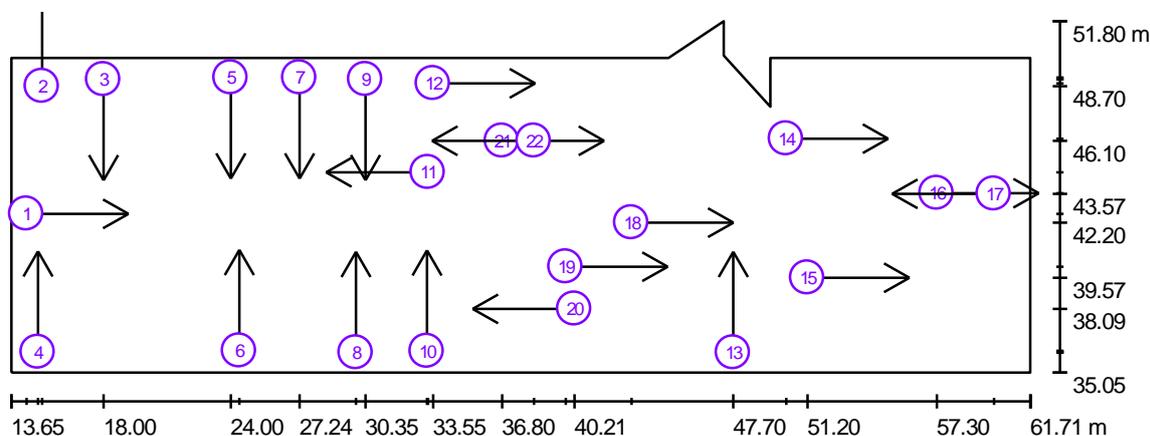
N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR Sótano - Almacén	47.900	27.800	1.800	180.0	/

## 4.1.2.2. Nuevo edificio de administración – Planta Baja (PB)

**RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	A101_1 Despacho	perpendicular	32 x 16	561	369	673	0.657	0.548
2	A101_2 Almacén	perpendicular	16 x 16	322	176	436	0.547	0.404
3	A101_3 Despachos	perpendicular	32 x 32	549	334	651	0.608	0.513
4	A102_1 Despacho	perpendicular	32 x 32	581	350	719	0.603	0.487
5	A102_2 Despacho	perpendicular	16 x 16	574	385	681	0.671	0.566
6	A103 Despacho	perpendicular	32 x 16	530	326	649	0.616	0.502
7	A104 Despacho	perpendicular	32 x 32	595	373	731	0.626	0.510
8	A105 Despacho	perpendicular	16 x 32	595	421	703	0.709	0.599
9	A106 Despacho	perpendicular	32 x 16	518	388	612	0.748	0.634
10	A107 Despacho	perpendicular	32 x 16	502	366	595	0.728	0.616
11	A108 Despacho	perpendicular	32 x 16	548	430	637	0.784	0.674
12	A109_1 Reprografía	perpendicular	16 x 16	301	245	368	0.814	0.666
13	A109_2 Servidor	perpendicular	16 x 16	311	256	376	0.822	0.680
14	A110 Sala de reuniones	perpendicular	32 x 32	600	382	738	0.636	0.518
15	A111 Sala de visitas	perpendicular	32 x 16	589	408	708	0.694	0.577
16	A112 Cafetería	perpendicular	16 x 32	408	319	495	0.781	0.644
17	A113 Auditorio	perpendicular	128 x 128	544	335	682	0.615	0.492
18	Pasillo_1	perpendicular	128 x 128	232	144	403	0.618	0.356
19	AH1_1 Aseos - Lavabo	perpendicular	32 x 32	243	138	360	0.566	0.382
20	AH1_2 Baño individual	perpendicular	8 x 8	376	263	461	0.698	0.570
21	A114 Recepción	perpendicular	16 x 32	486	347	573	0.713	0.605

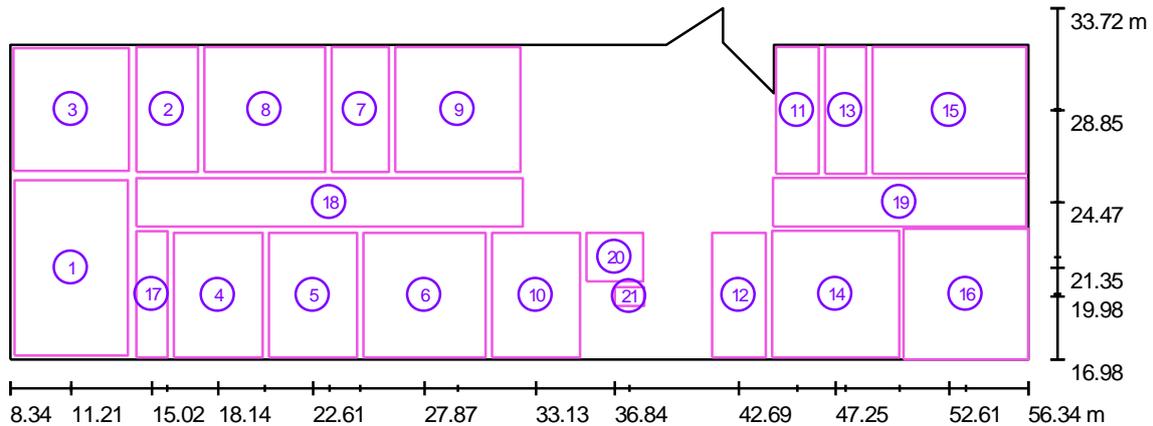
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
22	Pasillo_2 Entrador principal	perpendicular	16 x 16	202	92	321	0.457	0.288

**OBSERVADOR UGR****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR A101_1 Despacho	14.367	42.618	1.200	0.0	17
2	UGR A101_2 Almacén	15.100	48.700	1.800	90.0	/
3	UGR A101_3 Despachos	17.996	49.025	1.200	-90.0	18
4	UGR A102 Despachos	14.904	36.025	1.200	90.0	17
5	UGR A103 Despachos	23.998	49.106	1.200	-90.0	16
6	UGR A104 Despachos	24.402	36.088	1.200	90.0	16
7	UGR A105 Despachos	27.244	49.108	1.200	-90.0	14
8	UGR A106 Despachos	29.900	36.000	1.200	90.0	16
9	UGR A107 Despachos	30.350	49.027	1.200	-90.0	14
10	UGR A108 Despachos	33.252	36.074	1.200	90.0	14
11	UGR A109_1 Reprografía	33.300	44.600	1.800	180.0	/
12	UGR A109_2 Servidor	33.545	48.838	1.200	0.0	/
13	UGR A110 Sala de reuniones	47.700	36.000	1.200	90.0	17
14	UGR A111 Sala de visitas	50.200	46.200	1.200	0.0	13
15	UGR A112 Cafetería	51.200	39.569	1.800	0.0	<10
16	UGR A113 Auditorio - Oyentes	57.300	43.600	1.200	0.0	13
17	UGR A113 Auditorio - Orador	60.000	43.570	1.800	180.0	15
18	UGR Pasillo	42.900	42.200	1.800	0.0	18
19	UGR AH1 Baño - lavabo	39.800	40.100	1.800	0.0	/
20	UGR AH1 Baño individual	40.213	38.087	1.200	180.0	<10
21	Recepción - recepcionista	36.800	46.100	1.200	0.0	10
22	Recepción - visitante	38.300	46.100	1.800	180.0	18

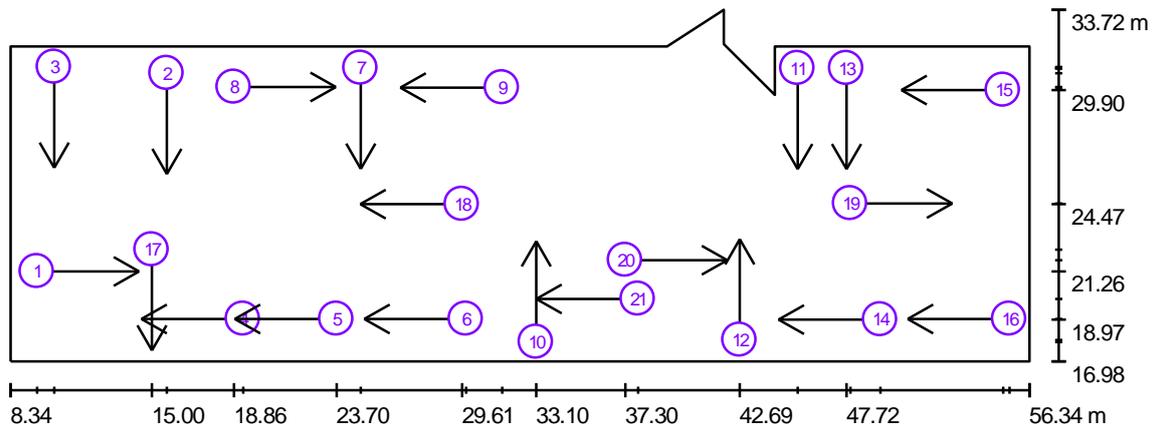
### 4.1.2.3. Nuevo edificio de administración – Planta 1 (P1)

#### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



#### Lista de superficies de cálculo

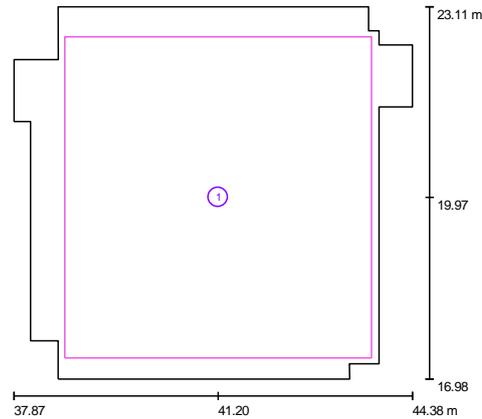
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	A200 Sala de reuniones	perpendicular	32 x 32	505	311	616	0.615	0.505
2	A201_1 Despacho	perpendicular	32 x 16	510	396	589	0.777	0.672
3	A201_2 Despacho	perpendicular	32 x 32	599	361	740	0.602	0.487
4	A202a Despacho	perpendicular	32 x 32	528	350	620	0.664	0.565
5	A202b Despacho	perpendicular	32 x 32	532	346	627	0.651	0.552
6	A202c Despacho	perpendicular	32 x 32	604	369	738	0.611	0.500
7	A203_1 Despacho	perpendicular	32 x 16	536	413	621	0.771	0.666
8	A203_2 Despacho	perpendicular	32 x 32	590	437	698	0.741	0.626
9	A203_3 Despacho	perpendicular	32 x 32	502	314	623	0.626	0.504
10	A204 Despacho	perpendicular	32 x 32	534	351	625	0.657	0.561
11	A205 Despacho	perpendicular	32 x 16	512	409	579	0.799	0.706
12	A206 Despacho	perpendicular	32 x 16	549	345	672	0.627	0.512
13	A207 Despacho	perpendicular	16 x 8	563	426	631	0.758	0.676
14	A208 Despacho	perpendicular	32 x 32	517	344	638	0.666	0.540
15	A209 Despacho	perpendicular	32 x 32	535	362	645	0.677	0.562
16	A210 Despacho	perpendicular	32 x 32	509	330	634	0.649	0.521
17	Pasillo_1	perpendicular	16 x 4	157	104	218	0.659	0.476
18	Pasillo_2	perpendicular	64 x 8	147	75	209	0.513	0.359
19	Pasillo_3	perpendicular	32 x 8	346	277	410	0.799	0.674
20	AH3 Aseos - Lavabo	perpendicular	32 x 32	249	143	360	0.576	0.398
21	AH3 Aseos - Baño individual	perpendicular	8 x 8	365	267	446	0.733	0.599

**OBSERVADOR UGR****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR A200 Sala de reuniones	9.593	21.264	1.200	0.0	16
2	UGR A201_1 Despacho	15.700	30.700	1.200	-90.0	14
3	UGR A201_2 Despacho	10.400	31.000	1.200	-90.0	17
4	UGR A202a Despacho	19.300	19.000	1.200	180.0	15
5	UGR A202b Despacho	23.700	19.000	1.200	180.0	15
6	UGR A202c Despacho	29.800	19.000	1.200	180.0	16
7	UGR A203_1 Despacho	24.838	30.949	1.200	-90.0	13
8	UGR A203_2 Despacho	18.863	30.047	1.200	0.0	15
9	UGR A203_3 Despacho	31.500	30.015	1.200	180.0	16
10	UGR A204 Despacho	33.100	17.900	1.200	90.0	16
11	UGR A205 Despacho	45.419	30.936	1.200	-90.0	16
12	UGR A206 Despacho	42.692	18.000	1.200	90.0	15
13	UGR A207 Despacho	47.719	30.936	1.200	-90.0	14
14	UGR A208 Despacho	49.318	18.969	1.200	-180.0	17
15	UGR A209 Despacho	55.100	29.900	1.200	-180.0	16
16	UGR A210 Despacho	55.400	19.000	1.200	-180.0	16
17	UGR Pasillo_1	15.000	22.300	1.800	-90.0	18
18	UGR Pasillo_2	29.614	24.469	1.800	180.0	10
19	UGR Pasillo_3	47.900	24.500	1.800	0.0	14
20	UGR AH3 Aseos - Lavabo	37.300	21.800	1.800	0.0	/
21	UGR AH3 Aseos - Baño individual	37.904	19.953	1.200	180.0	<10

#### 4.1.2.4. Nuevo edificio de administración – Planta 2 (P2)

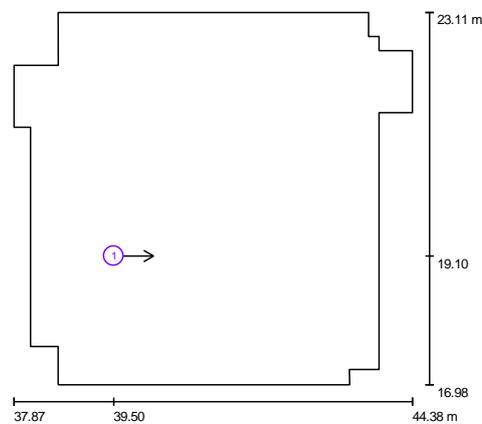
##### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



##### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	A300 Sala de reuniones	perpendicular	32 x 32	530	369	624	0.697	0.591

##### OBSERVADOR UGR



##### Lista de puntos de cálculo UGR

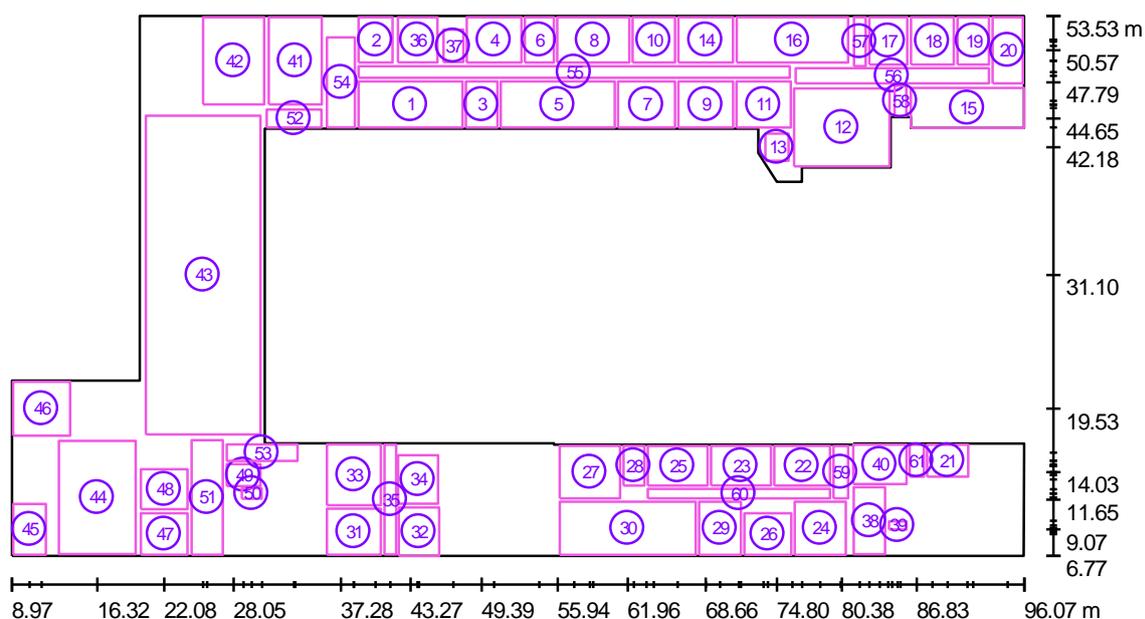
Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR A300 Sala de reuniones	39.500	19.100	1.200	0.0	14

### 4.1.3. Edificio de mantenimiento

Este edificio se ha realizado la simulación en planta, y por separado la zona de taller.

#### 4.1.3.1. Edificio de mantenimiento – Planta baja (PB)

##### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO

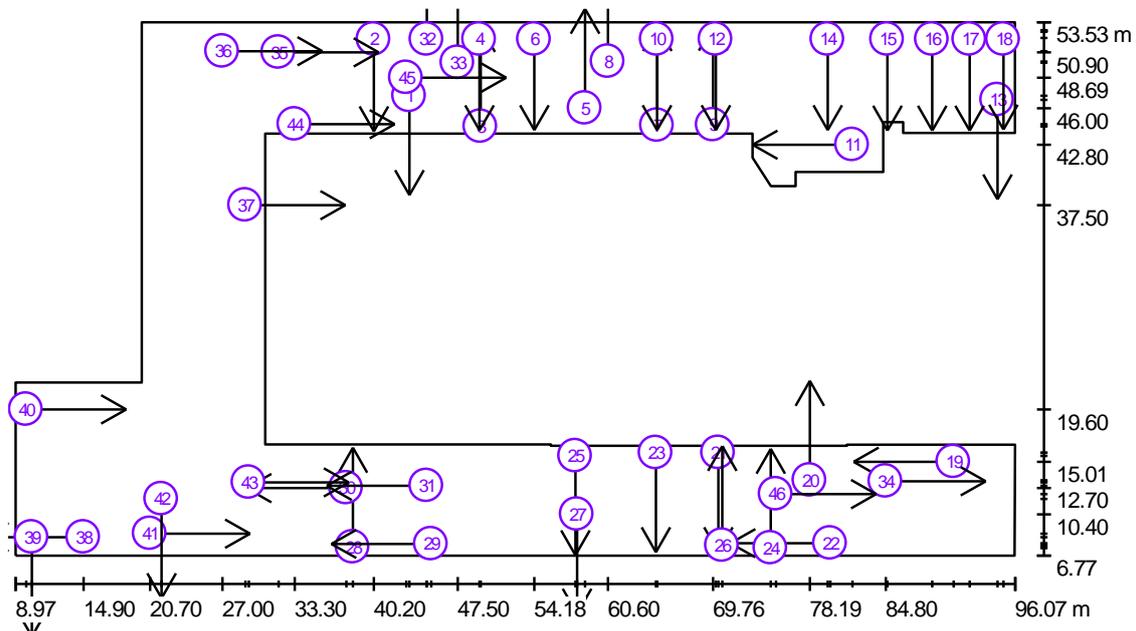


##### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Superficie de cálculo C100 Sala de reuniones	perpendicular	32 x 16	555	447	610	0.806	0.734
2	Superficie de cálculo C101 Despacho	perpendicular	8 x 8	541	447	601	0.827	0.744
3	Superficie de cálculo C102 Despacho	perpendicular	8 x 8	610	537	667	0.879	0.804
4	Superficie de cálculo C103 Despacho	perpendicular	16 x 16	564	419	627	0.744	0.669
5	Superficie de cálculo C104 Sala de archivos	perpendicular	16 x 8	435	367	482	0.843	0.760
6	Superficie de cálculo C105 Despacho	perpendicular	8 x 8	571	476	634	0.834	0.751
7	Superficie de cálculo C106 Despacho	perpendicular	8 x 8	578	485	621	0.839	0.780
8	Superficie de cálculo C107 Despacho	perpendicular	16 x 16	583	448	663	0.767	0.675
9	Superficie de cálculo C108 Despacho	perpendicular	8 x 8	613	540	665	0.881	0.812
10	Superficie de cálculo C109 Despacho	perpendicular	8 x 8	543	459	590	0.845	0.778
11	Superficie de cálculo C110_1 Despacho	perpendicular	8 x 8	619	512	664	0.826	0.771

Nº	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
12	Superficie de cálculo C110_2 Despacho	perpendicular	16 x 16	589	451	669	0.765	0.674
13	Superficie de cálculo C110_3 Despacho	perpendicular	8 x 8	524	447	577	0.852	0.774
14	Superficie de cálculo C111 Despacho	perpendicular	8 x 8	553	467	612	0.844	0.763
15	Superficie de cálculo C112 Despacho	perpendicular	16 x 8	582	481	662	0.827	0.727
16	Superficie de cálculo C115 Despacho	perpendicular	32 x 16	590	424	669	0.719	0.634
17	Superficie de cálculo C117 Despacho	perpendicular	8 x 8	578	467	646	0.807	0.722
18	Superficie de cálculo C119 Despacho	perpendicular	8 x 8	548	449	615	0.819	0.731
19	Superficie de cálculo C121 Despacho	perpendicular	8 x 8	568	464	636	0.816	0.728
20	Superficie de cálculo C123 Despacho	perpendicular	16 x 8	653	483	763	0.739	0.633
21	Superficie de cálculo C118 Despacho	perpendicular	8 x 8	632	549	686	0.869	0.800
22	Superficie de cálculo C122 Despacho	perpendicular	16 x 16	610	513	669	0.841	0.766
23	Superficie de cálculo C124 Despacho	perpendicular	8 x 8	579	493	639	0.851	0.771
24	Superficie de cálculo C125 Despacho	perpendicular	16 x 16	536	431	611	0.804	0.705
25	Superficie de cálculo C126 Despacho	perpendicular	8 x 8	607	505	669	0.832	0.755
26	Superficie de cálculo C127 Despacho	perpendicular	8 x 8	525	415	603	0.791	0.689
27	Superficie de cálculo C128_1 Sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	558	409	620	0.733	0.659
28	Superficie de cálculo C128_2 Sala/Almacén	perpendicular	8 x 4	495	441	554	0.890	0.796
29	Superficie de cálculo C129 Despacho	perpendicular	16 x 16	558	428	636	0.767	0.673
30	Superficie de cálculo C131 Despacho	perpendicular	32 x 16	542	411	626	0.759	0.656
31	Superficie de cálculo C135_1 Despacho	perpendicular	8 x 8	596	485	677	0.814	0.717
32	Superficie de cálculo C135_2 Despacho	perpendicular	8 x 8	588	462	670	0.785	0.689
33	Superficie de cálculo C135_3 Archivo	perpendicular	16 x 16	471	353	544	0.749	0.648
34	Superficie de cálculo C135_4 Despacho	perpendicular	8 x 8	534	440	597	0.823	0.737
35	Superficie de cálculo C135_5 Pasillo	perpendicular	32 x 4	376	232	564	0.617	0.411
36	Superficie de cálculo AH1 Aseos hombres	perpendicular	16 x 16	355	184	476	0.519	0.386
37	Superficie de cálculo AM1 Aseos mujeres	perpendicular	16 x 16	345	214	452	0.620	0.473
38	Superficie de cálculo AH2_1 Aseos hombres	perpendicular	32 x 16	276	162	363	0.588	0.448
39	Superficie de cálculo AH2_2 Baño individual	perpendicular	8 x 4	317	265	357	0.838	0.743
40	Superficie de cálculo C136 Cafetería	perpendicular	16 x 16	550	467	608	0.850	0.769

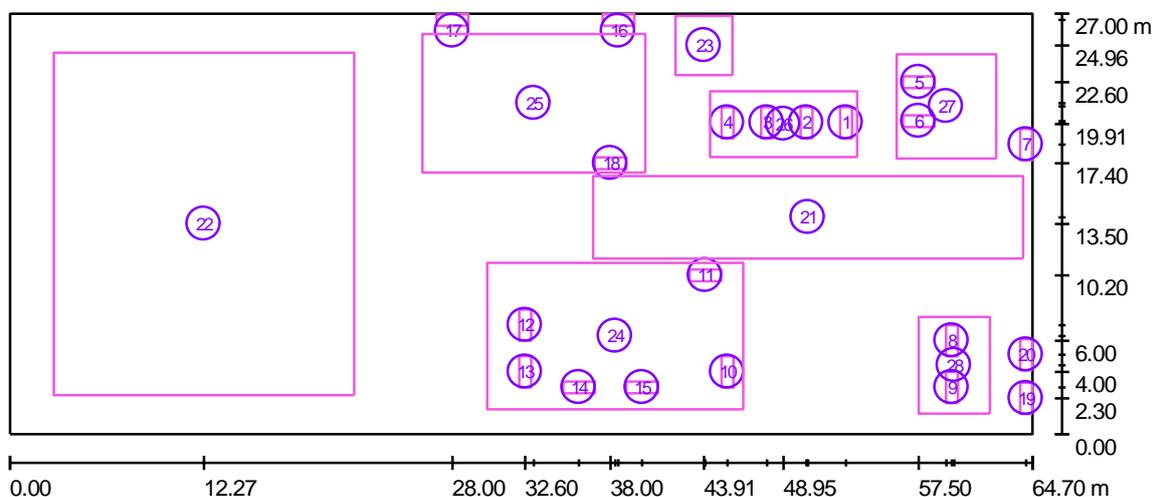
N°	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
41	Superficie de cálculo C137 Sala aire acondicionado	perpendicular	16 x 16	410	317	473	0.773	0.669
42	Superficie de cálculo C138_1 Laboratorio - Octanos	perpendicular	16 x 16	545	404	635	0.741	0.636
43	Superficie de cálculo C138_2 Laboratorio - Aceites	perpendicular	64 x 32	637	498	704	0.782	0.707
44	Superficie de cálculo C138_3 Laboratorio - Asfaltos	perpendicular	16 x 16	614	478	709	0.779	0.674
45	Superficie de cálculo C138_4 Laboratorio - Alquilación	perpendicular	8 x 8	591	472	653	0.798	0.723
46	Superficie de cálculo C138_5 Laboratorio - Despacho	perpendicular	16 x 16	539	416	647	0.771	0.643
47	Superficie de cálculo C138_6 Laboratorio - Despacho	perpendicular	8 x 8	555	450	624	0.810	0.721
48	Superficie de cálculo C138_7 Laboratorio - Cafetería	perpendicular	8 x 8	518	441	568	0.853	0.777
49	Superficie de cálculo C138_8_1 Laboratorio - Vestuario masculino	perpendicular	16 x 16	233	134	321	0.573	0.416
50	Superficie de cálculo C138_8_2 Laboratorio - Baño individual	perpendicular	8 x 4	341	245	416	0.719	0.589
51	Superficie de cálculo C139_1 Laboratorio - Pasillo Sur	perpendicular	32 x 8	281	167	506	0.596	0.330
52	Superficie de cálculo C139_2 Laboratorio - Pasillo Este	perpendicular	8 x 4	352	289	429	0.819	0.672
53	Superficie de cálculo C139_3 Laboratorio - Pasillo Vestuario	perpendicular	32 x 8	136	87	174	0.643	0.502
54	Superficie de cálculo Pasillo_1 Entrador	perpendicular	16 x 8	230	148	299	0.644	0.496
55	Superficie de cálculo Pasillo_2 Pasillo oficinas	perpendicular	64 x 2	286	225	326	0.786	0.689
56	Superficie de cálculo Pasillo_3 Pasillo oficinas	perpendicular	32 x 4	318	251	358	0.788	0.702
57	Superficie de cálculo Pasillo_4 Pasillo salida norte	perpendicular	8 x 2	269	219	302	0.814	0.726
58	Superficie de cálculo Pasillo_5 Pasillo acceso taller norte	perpendicular	4 x 2	354	340	372	0.963	0.916
59	Superficie de cálculo Pasillo_6 Pasillo acceso taller sur	perpendicular	16 x 8	197	140	233	0.710	0.602
60	Superficie de cálculo Pasillo_7 Pasillo oficinas	perpendicular	64 x 4	137	93	166	0.677	0.559
61	Superficie de cálculo Pasillo acceso taller- maquinas rotativas	perpendicular	8 x 4	285	259	304	0.911	0.852

**OBSERVADOR UGR****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR C100 Sala de reuniones	43.300	47.100	1.200	-90.0	16
2	Punto de cálculo UGR C101 Despacho	40.200	52.700	1.200	-90.0	16
3	Punto de cálculo UGR C102 Despacho	49.500	44.400	1.200	90.0	14
4	Punto de cálculo UGR C103 Despacho	49.400	52.784	1.200	-90.0	15
5	Punto de cálculo UGR C104 Sala de archivos	58.600	46.000	1.800	90.0	13
6	Punto de cálculo UGR C105 Despacho	54.180	52.798	1.200	-90.0	16
7	Punto de cálculo UGR C106 Despacho	64.891	44.489	1.200	90.0	15
8	Punto de cálculo UGR C107 Despacho	60.600	50.100	1.200	90.0	16
9	Punto de cálculo UGR C108 Despacho	69.756	44.524	1.200	90.0	15
10	Punto de cálculo UGR C109 Despacho	64.867	52.798	1.200	-90.0	16
11	Punto de cálculo UGR C110 Despacho	81.900	42.800	1.200	180.0	19
12	Punto de cálculo UGR C111 Despacho	69.999	52.798	1.200	-90.0	15
13	Punto de cálculo UGR C112 Despacho	94.538	46.734	1.200	-90.0	14
14	Punto de cálculo UGR C115 Despacho	79.746	52.799	1.200	-90.0	16
15	Punto de cálculo UGR C117 Despacho	84.947	52.754	1.200	-90.0	15
16	Punto de cálculo UGR C119 Despacho	88.845	52.754	1.200	-90.0	15
17	Punto de cálculo UGR C121 Despacho	92.107	52.754	1.200	-90.0	14
18	Punto de cálculo UGR C123 Despacho	95.054	52.843	1.200	-90.0	16
19	Punto de cálculo UGR C118 Despacho	90.715	15.005	1.200	180.0	15
20	Punto de cálculo UGR C122 Despacho	78.186	13.384	1.200	90.0	15
21	Punto de cálculo UGR C124 Despacho	70.212	15.798	1.200	-90.0	15
22	Punto de cálculo UGR C125 Despacho	79.970	7.869	1.200	180.0	16

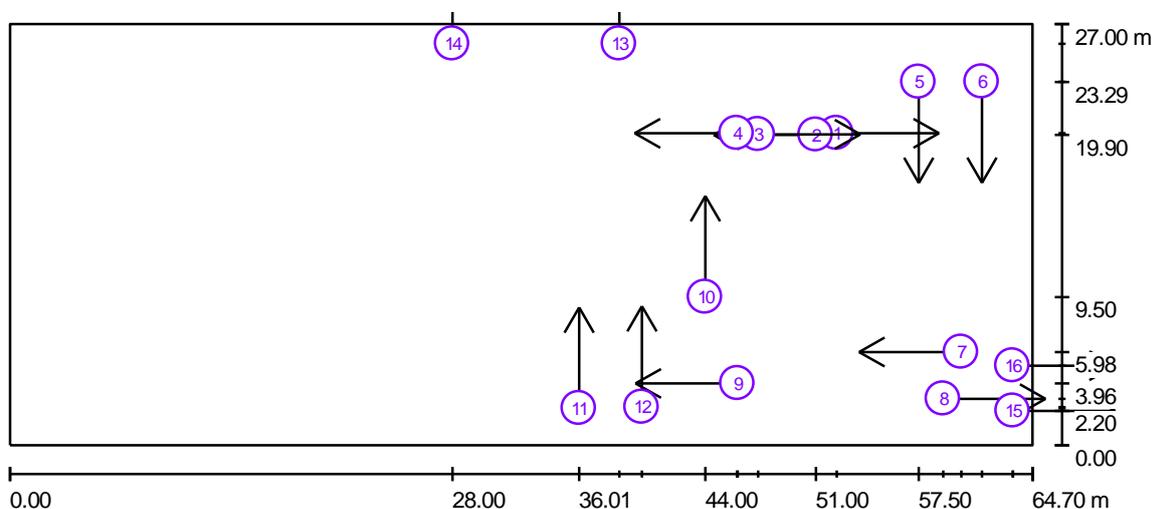
23	Punto de cálculo UGR C126 Despacho	64.771	15.793	1.200	-90.0	14
24	Punto de cálculo UGR C127 Despacho	74.774	7.434	1.200	90.0	15
25	Punto de cálculo UGR C128 Sala de reuniones	57.763	15.519	1.200	-90.0	18
26	Punto de cálculo UGR C129 Despacho	70.555	7.673	1.200	90.0	15
27	Punto de cálculo UGR C131 Despacho	57.900	10.400	1.200	-90.0	17
28	Punto de cálculo UGR C135_1 Despacho	38.373	7.526	1.200	90.0	15
29	Punto de cálculo UGR C135_2 Despacho	45.200	7.800	1.200	180.0	15
30	Punto de cálculo UGR C135_3 Sala de archivos	37.800	12.700	1.800	180.0	12
31	Punto de cálculo UGR C135_4 Despacho	44.800	12.900	1.200	180.0	18
32	Punto de cálculo UGR AH1	44.807	52.164	1.800	90.0	18
33	Punto de cálculo UGR AM1	47.504	50.000	1.800	90.0	17
34	Punto de cálculo UGR C136 Cafetería	84.800	13.300	1.800	0.0	/
35	Punto de cálculo UGR C137 Sala aire acondicionado	31.900	50.900	1.800	0.0	19
36	Punto de cálculo UGR C138_1 Laboratorio - Octanos	27.000	51.000	1.800	0.0	19
37	Punto de cálculo UGR C138_2 Laboratorio - Aceites	29.000	37.500	1.800	0.0	12
38	Punto de cálculo UGR C138_3 Laboratorio - Asfaltos	14.900	8.400	1.800	180.0	17
39	Punto de cálculo UGR C138_4 Laboratorio - Alquiler	10.400	8.400	1.800	-90.0	/
40	Punto de cálculo UGR C138_5 Laboratorio - Despacho	9.900	19.600	1.200	0.0	18
41	Punto de cálculo UGR C138_6 Laboratorio - Despacho	20.700	8.700	1.200	0.0	17
42	Punto de cálculo UGR C138_7 Laboratorio - Cafetería	21.700	11.749	1.800	-90.0	/
43	Punto de cálculo UGR C138_8 Laboratorio - Vestuario masculino	29.300	13.200	1.800	0.0	<10
44	Punto de cálculo UGR C138_8 Laboratorio - Pasillo Este	33.300	44.600	1.800	0.0	17
45	Punto de cálculo UGR Pasillo_2 Pasillo oficinas	43.018	48.685	1.800	0.0	16
46	Punto de cálculo UGR Pasillo_7 Pasillo oficinas	75.241	12.173	1.800	0.0	18

## 4.1.3.2. Edificio de mantenimiento – TALLER

**RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_4	perpendicular	8 x 4	559	521	592	0.933	0.881
2	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_5	perpendicular	8 x 4	548	528	567	0.964	0.931
3	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_6	perpendicular	8 x 4	596	568	614	0.953	0.924
4	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_7	perpendicular	8 x 4	563	542	581	0.963	0.934
5	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_1	perpendicular	8 x 4	589	570	601	0.968	0.949
6	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_2	perpendicular	8 x 4	563	523	583	0.929	0.898
7	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_3	perpendicular	8 x 4	521	415	597	0.797	0.695
8	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_15	perpendicular	8 x 4	520	510	531	0.980	0.961
9	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_16	perpendicular	8 x 4	517	493	539	0.953	0.915
10	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_8	perpendicular	8 x 4	572	553	583	0.966	0.947
11	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_9	perpendicular	8 x 4	522	504	538	0.966	0.937
12	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_17	perpendicular	8 x 4	597	564	629	0.945	0.897
13	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_18	perpendicular	8 x 4	623	594	641	0.954	0.927
14	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_11	perpendicular	8 x 4	575	552	601	0.959	0.918
15	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_10	perpendicular	8 x 4	554	539	572	0.972	0.942
16	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_A	perpendicular	8 x 4	672	554	758	0.824	0.731

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
17	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_C	perpendicular	8 x 4	649	536	735	0.826	0.729
18	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_12	perpendicular	8 x 4	546	525	559	0.962	0.940
19	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_13	perpendicular	8 x 4	544	418	625	0.769	0.669
20	Superficie de cálculo Mesa de trabajo_14	perpendicular	8 x 4	553	439	629	0.793	0.697
21	Superficie de cálculo Vía acceso vehículos Este	perpendicular	32 x 128	519	247	622	0.476	0.397
22	Superficie de cálculo Zona antigua almacén	perpendicular	128 x 128	549	353	664	0.643	0.532
23	Superficie de cálculo 1ª Planta Pasillo	perpendicular	16 x 16	307	158	662	0.515	0.239
24	Superficie de cálculo Zona de trabajo A	perpendicular	64 x 64	555	428	650	0.771	0.658
25	Superficie de cálculo Zona de trabajo B	perpendicular	64 x 64	558	419	662	0.752	0.634
26	Superficie de cálculo Zona de trabajo C	perpendicular	32 x 64	557	428	613	0.768	0.698
27	Superficie de cálculo Zona de trabajo D	perpendicular	32 x 32	506	337	612	0.666	0.551
28	Superficie de cálculo Zona de trabajo E	perpendicular	32 x 32	500	370	608	0.741	0.610

**OBSERVADOR UGR****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_4	52.310	20.000	1.800	0.0	18
2	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_5	50.995	19.900	1.800	180.0	21
3	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_6	47.335	19.933	1.800	0.0	17
4	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_7	45.999	20.000	1.800	180.0	20

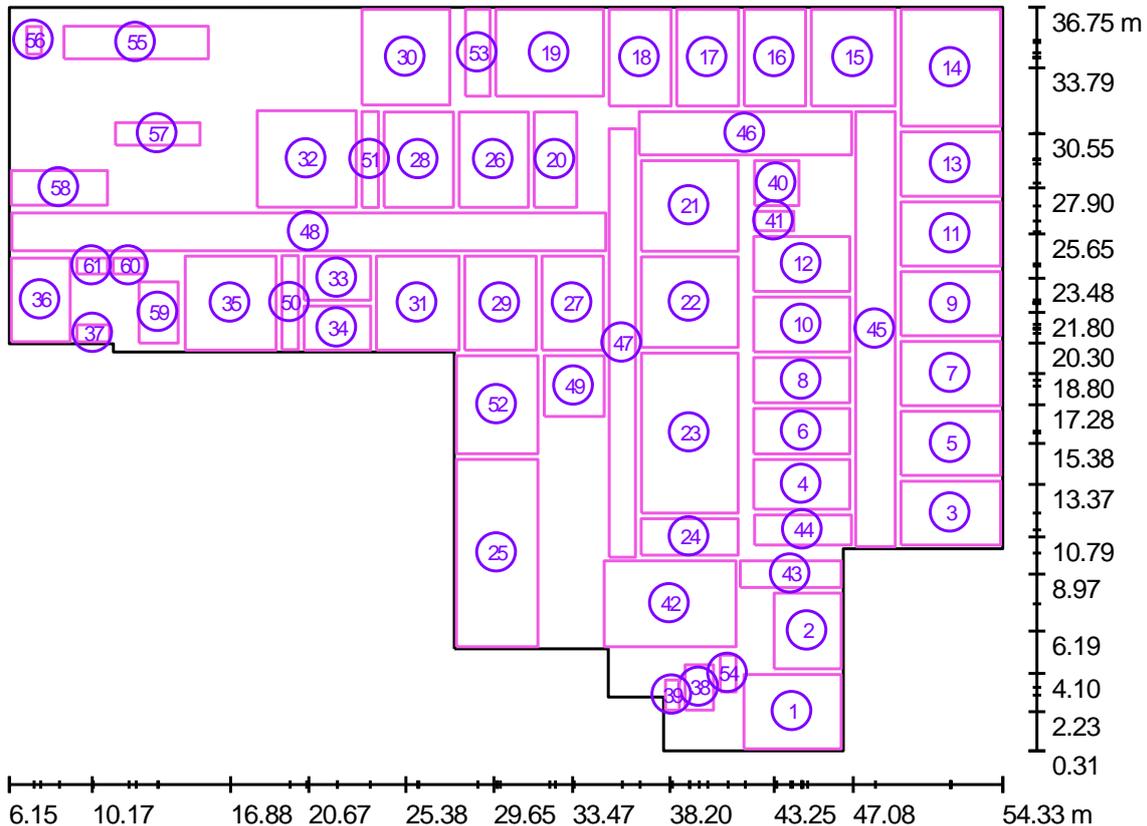
N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
5	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_1	57.500	23.291	1.800	-90.0	21
6	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_3	61.500	23.300	1.800	-90.0	22
7	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_15	60.200	5.980	1.800	180.0	19
8	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_16	59.054	2.981	1.800	0.0	15
9	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_8	46.047	3.964	1.800	180.0	20
10	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_9	44.000	9.500	1.800	90.0	20
11	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_11	36.012	2.363	1.800	90.0	15
12	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_10	39.989	2.446	1.800	90.0	12
13	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_19	38.557	25.735	1.800	90.0	22
14	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_20	28.000	25.735	1.800	90.0	22
15	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_13	63.466	2.200	1.800	0.0	22
16	Punto de cálculo UGR Mesa de trabajo_14	63.445	5.100	1.800	0.0	22

## 4.1.4. Edificio sala de control

Este edificio se ha realizado la simulación en planta, y por separado la zona de la sala de control.

### 4.1.4.1. Edificio sala de control – Planta baja (PB)

#### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



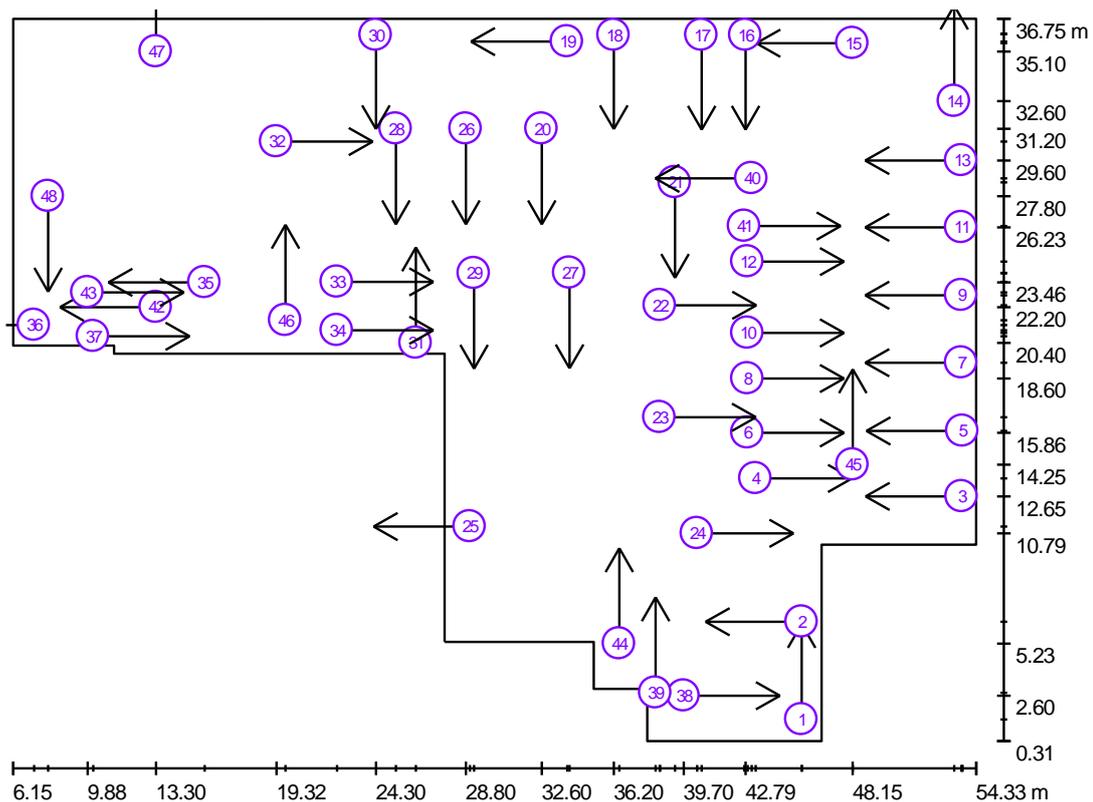
#### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	D101 Despacho	perpendicular	16 x 16	571	449	650	0.787	0.691
2	D102 Despacho	perpendicular	16 x 16	602	495	677	0.823	0.732
3	D103 Despacho	perpendicular	16 x 16	599	467	694	0.779	0.673
4	D104 Despacho	perpendicular	16 x 8	542	453	617	0.836	0.735
5	D105 Despacho	perpendicular	16 x 16	581	447	679	0.770	0.659
6	D106 Despacho	perpendicular	16 x 8	576	519	629	0.901	0.824
7	D107 Despacho	perpendicular	16 x 16	572	445	667	0.778	0.668
8	D108 Despacho	perpendicular	16 x 8	583	507	636	0.870	0.797
9	D109 Despacho	perpendicular	16 x 16	577	443	678	0.768	0.654
10	D110 Despacho	perpendicular	16 x 16	641	583	696	0.909	0.838
11	D111 Despacho	perpendicular	16 x 16	571	432	672	0.757	0.643
12	D112 Despacho	perpendicular	16 x 16	643	591	696	0.918	0.848
13	D113 Despacho	perpendicular	16 x 16	581	445	681	0.767	0.654

Nº	Designación	Tipo	Trama	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>	E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub>
14	D114 Despacho	perpendicular	16 x 16	597	467	698	0.782	0.669
15	D115 Despacho	perpendicular	16 x 16	639	512	724	0.802	0.707
16	D116 Despacho	perpendicular	16 x 16	639	504	734	0.788	0.686
17	D117 Despacho	perpendicular	16 x 16	614	486	705	0.792	0.690
18	D118 Despacho	perpendicular	16 x 16	625	500	713	0.800	0.701
19	D119 Despacho	perpendicular	16 x 16	564	450	627	0.798	0.718
20	D120 Despacho	perpendicular	8 x 16	554	455	600	0.822	0.760
21	D121 Sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	636	575	688	0.904	0.837
22	D122 Sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	640	574	691	0.898	0.831
23	D123 Sala de reuniones	perpendicular	16 x 16	632	533	687	0.844	0.777
24	D124 Almacén	perpendicular	16 x 8	452	405	491	0.895	0.825
25	D125 Despacho	perpendicular	32 x 16	585	486	652	0.831	0.745
26	D126 Despacho	perpendicular	16 x 16	552	490	605	0.888	0.811
27	D127 Despacho	perpendicular	16 x 16	596	538	651	0.903	0.827
28	D128 Despacho	perpendicular	16 x 16	571	508	628	0.889	0.809
29	D129 Sala de Taquillas	perpendicular	16 x 16	532	473	583	0.889	0.811
30	D130 Despacho	perpendicular	16 x 16	626	515	692	0.822	0.744
31	D131 Despacho	perpendicular	16 x 16	557	487	613	0.874	0.794
32	D132 Sala de servidores	perpendicular	32 x 32	597	516	669	0.864	0.772
33	D134 Almacén	perpendicular	8 x 8	332	278	389	0.837	0.715
34	D133 Almacén cafetería	perpendicular	8 x 8	315	262	371	0.832	0.707
35	D135 Cafetería	perpendicular	16 x 16	528	461	584	0.872	0.790
36	D137 Vestuario	perpendicular	16 x 16	335	270	383	0.805	0.704
37	D137 Vestuario-Ducha	perpendicular	4 x 8	299	258	333	0.862	0.774
38	AH1_1 Aseo hombres	perpendicular	16 x 16	441	288	611	0.653	0.472
39	AH1_2 Baño individual	perpendicular	8 x 4	408	339	454	0.831	0.747
40	AH2_1 Aseo hombres	perpendicular	16 x 16	288	183	364	0.635	0.503
41	AH2_2 Baño individual	perpendicular	16 x 8	279	192	347	0.687	0.553
42	Pasillo - Entrador Este	perpendicular	32 x 32	289	149	393	0.513	0.378
43	Pasillo_1	perpendicular	16 x 4	244	196	290	0.800	0.674
44	Pasillo_2	perpendicular	8 x 4	208	166	239	0.801	0.696
45	Pasillo_3	perpendicular	64 x 8	227	185	263	0.818	0.704
46	Pasillo_4	perpendicular	32 x 8	268	242	289	0.904	0.838
47	Pasillo_5	perpendicular	64 x 4	223	134	301	0.599	0.444
48	Pasillo_6	perpendicular	128 x 8	202	131	270	0.647	0.484
49	Pasillo_5a	perpendicular	8 x 8	209	149	234	0.714	0.640
50	Pasillo_7	perpendicular	16 x 4	196	154	237	0.785	0.650
51	Pasillo_8	perpendicular	16 x 4	227	183	286	0.808	0.640
52	Pasillo_9	perpendicular	8 x 8	215	180	249	0.834	0.721

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
53	Pasillo_10	perpendicular	8 x 4	233	205	257	0.880	0.801
54	Pasillo_11	perpendicular	8 x 4	228	193	264	0.845	0.730
55	D136_1 Cuarto contadores - Equipos eléctricos	perpendicular	32 x 8	542	466	596	0.861	0.782
56	D136_1a Cuarto contadores - Cuadro de distribución	perpendicular	4 x 2	518	468	548	0.904	0.855
57	D136_2 Cuarto contadores - Sala servidores	perpendicular	16 x 4	568	537	602	0.946	0.892
58	D138 Almacén	perpendicular	16 x 8	267	179	384	0.669	0.465
59	AH3_1 Aseo hombres	perpendicular	16 x 16	262	96	381	0.366	0.252
60	Entrador AH3	perpendicular	8 x 4	204	157	253	0.770	0.620
61	Cuarto de limpieza	perpendicular	8 x 4	313	272	343	0.869	0.792

### OBSERVADOR UGR



### Lista de puntos de cálculo UGR

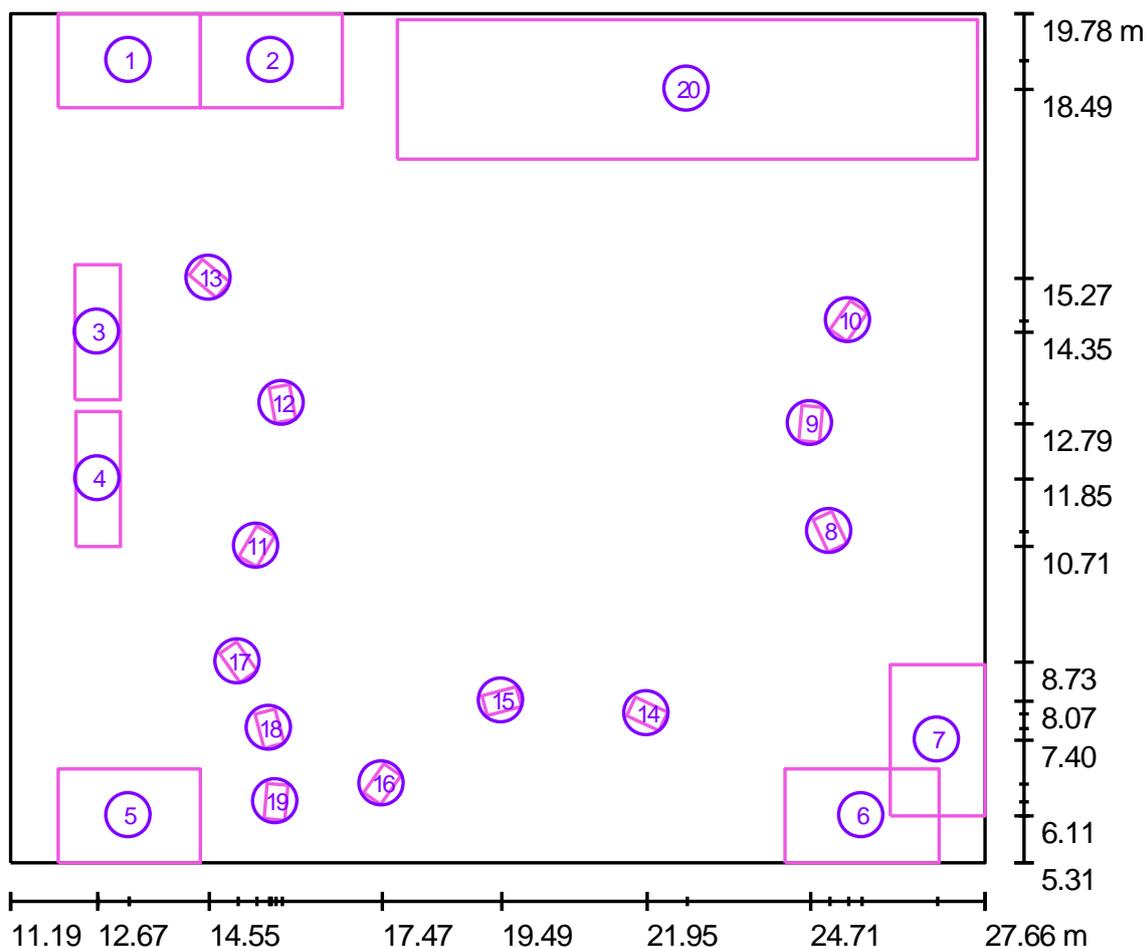
Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR D101 Despacho	45.600	1.400	1.200	90.0	14
2	Punto de cálculo UGR D102 Despacho	45.611	6.328	1.200	180.0	15
3	Punto de cálculo UGR D103 Despacho	53.617	12.652	1.200	180.0	15

4	Punto de cálculo UGR D104 Despacho	43.300	13.562	1.200	0.0	14
5	Punto de cálculo UGR D105 Despacho	53.657	15.957	1.200	180.0	15
6	Punto de cálculo UGR D106 Despacho	42.900	15.860	1.200	0.0	14
7	Punto de cálculo UGR D107 Despacho	53.600	19.400	1.200	180.0	16
8	Punto de cálculo UGR D108 Despacho	42.900	18.600	1.200	0.0	14
9	Punto de cálculo UGR D109 Despacho	53.600	22.800	1.200	180.0	16
10	Punto de cálculo UGR D110 Despacho	42.900	20.900	1.200	0.0	14
11	Punto de cálculo UGR D111 Despacho	53.600	26.228	1.200	180.0	16
12	Punto de cálculo UGR D112 Despacho	42.900	24.500	1.200	0.0	14
13	Punto de cálculo UGR D113 Despacho	53.600	29.600	1.200	180.0	16
14	Punto de cálculo UGR D114 Despacho	53.234	32.595	1.200	90.0	16
15	Punto de cálculo UGR D115 Despacho	48.151	35.517	1.200	180.0	14
16	Punto de cálculo UGR D116 Despacho	42.794	35.975	1.200	-90.0	15
17	Punto de cálculo UGR D117 Despacho	40.600	35.975	1.200	-90.0	16
18	Punto de cálculo UGR D118 Despacho	36.200	36.000	1.200	-90.0	15
19	Punto de cálculo UGR D119 Despacho	33.872	35.600	1.200	180.0	16
20	Punto de cálculo UGR D120 Despacho	32.600	31.200	1.200	-90.0	14
21	Punto de cálculo UGR D121 Sala de reuniones	39.266	28.500	1.200	-90.0	15
22	Punto de cálculo UGR D122 Sala de reuniones	38.519	22.297	1.200	0.0	14
23	Punto de cálculo UGR D123 Sala de reuniones	38.500	16.646	1.200	0.0	15
24	Punto de cálculo UGR D124 Almacén	40.373	10.793	1.800	0.0	/
25	Punto de cálculo UGR D125 Despacho	29.000	11.133	1.200	180.0	/
26	Punto de cálculo UGR D126 Despacho	28.800	31.200	1.200	-90.0	14
27	Punto de cálculo UGR D127 Despacho	33.990	23.934	1.200	-90.0	14
28	Punto de cálculo UGR D128 Despacho	25.300	31.200	1.200	-90.0	14
29	Punto de cálculo UGR D129 Sala de Taquillas	29.209	23.912	1.200	-90.0	14
30	Punto de cálculo UGR D130 Despacho	24.300	36.000	1.200	-90.0	15
31	Punto de cálculo UGR D131 Despacho	26.300	20.400	1.200	90.0	16
32	Punto de cálculo UGR D132 Sala de servidores	19.323	30.555	1.800	0.0	16
33	Punto de cálculo UGR D134 Almacén	22.356	23.475	1.800	0.0	/
34	Punto de cálculo UGR D133 Almacén cafetería	22.356	21.035	1.800	0.0	/
35	Punto de cálculo UGR D135 Cafetería	15.731	23.455	1.800	180.0	/
36	Punto de cálculo UGR D137 Vestuario	7.200	21.300	1.800	180.0	/
37	Punto de cálculo UGR D137 Vestuario-Ducha	10.159	20.730	1.800	0.0	/
38	Punto de cálculo UGR AH1_1 Aseo hombres	39.700	2.600	1.800	0.0	/
39	Punto de cálculo UGR AH1_2 Baño individual	38.294	2.746	1.200	90.0	11
40	Punto de cálculo UGR AH2_1 Aseo hombres	43.100	28.700	1.800	180.0	/
41	Punto de cálculo UGR AH2_2 Baño individual	42.734	26.293	1.200	0.0	14
42	Punto de cálculo UGR AH3_1 Aseo hombres	13.300	22.200	1.800	180.0	<10
43	Punto de cálculo UGR AH3_2 Baño individual	9.877	22.949	1.200	0.0	<10

44	Punto de cálculo UGR Entrador Este	36.475	5.226	1.800	90.0	21
45	Punto de cálculo UGR Entrador Pasillo_3	48.158	14.253	1.800	90.0	17
46	Punto de cálculo UGR Entrador Pasillo_7	19.772	21.541	1.800	90.0	17
47	Punto de cálculo UGR D136 Cuarto contadores	13.300	35.100	1.800	90.0	/
48	Punto de cálculo UGR D137 Almacén	7.900	27.800	1.800	-90.0	/

#### 4.1.4.2. Edificio sala de control – Sala de control

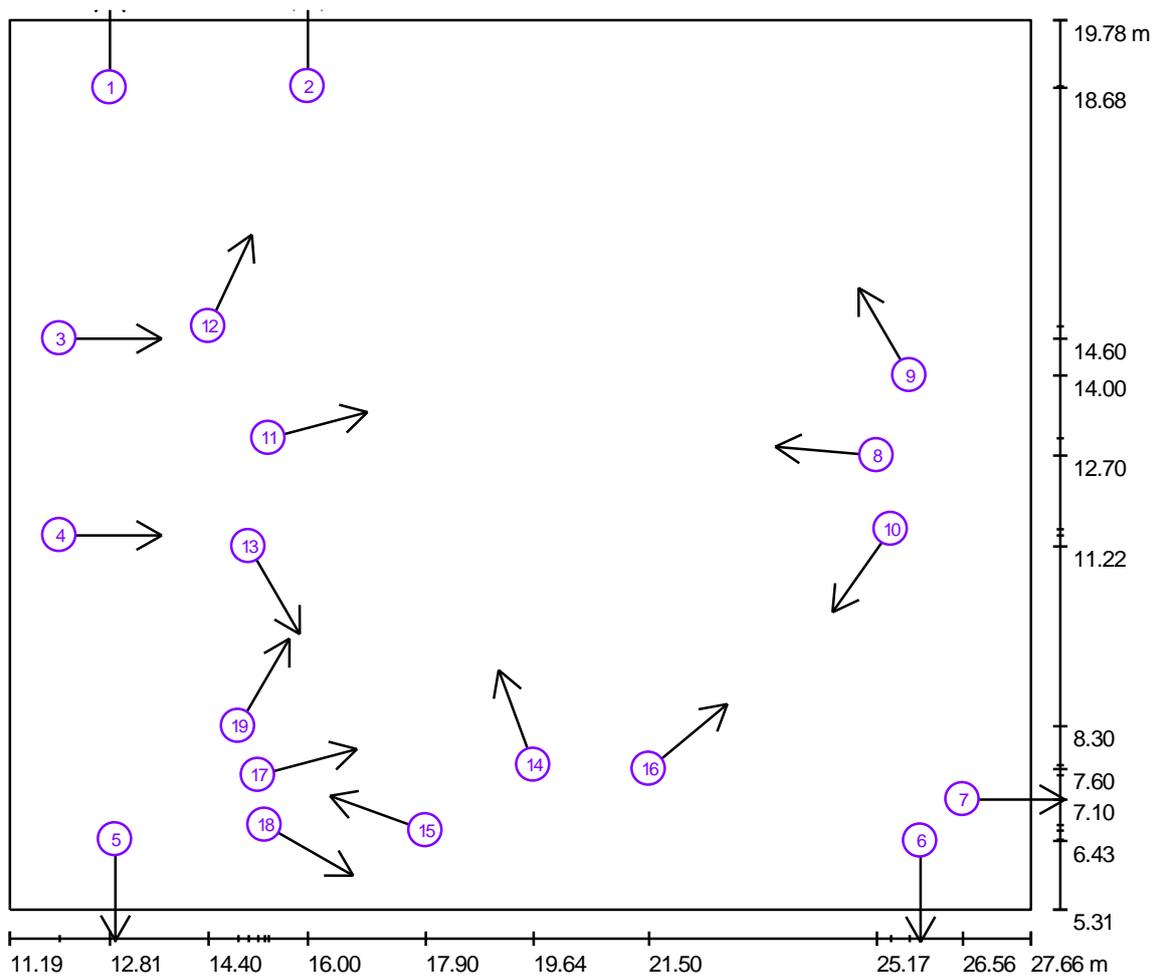
### RESULTADOS DE LAS SUPERFICIES DE CÁLCULO



#### Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Escritorio de trabajo 1	perpendicular	8 x 8	520	434	576	0.836	0.754
2	Escritorio de trabajo 2	perpendicular	8 x 8	504	408	572	0.808	0.713
3	Escritorio de trabajo 3	perpendicular	4 x 8	517	471	539	0.910	0.874

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
4	Escritorio de trabajo 4	perpendicular	4 x 8	504	460	539	0.914	0.854
5	Escritorio de trabajo 5	perpendicular	8 x 8	595	530	631	0.891	0.839
6	Escritorio de trabajo 6	perpendicular	8 x 8	528	442	597	0.837	0.741
7	Escritorio de trabajo 7	perpendicular	16 x 16	532	442	617	0.830	0.716
8	Consola 1- Escritorio - Izquierda	perpendicular	2 x 2	519	505	531	0.973	0.951
9	Consola 1- Escritorio - Central	perpendicular	2 x 2	533	524	544	0.983	0.963
10	Consola 1- Escritorio - Derecha	perpendicular	2 x 2	507	483	530	0.954	0.912
11	Consola 2- Escritorio - Derecha	perpendicular	2 x 2	541	531	545	0.982	0.975
12	Consola 2- Escritorio - Central	perpendicular	2 x 2	593	584	603	0.985	0.969
13	Consola 2- Escritorio - Izquierda	perpendicular	2 x 2	537	520	557	0.967	0.933
14	Consola 3- Escritorio - Derecha	perpendicular	2 x 2	508	481	535	0.947	0.898
15	Consola 3- Escritorio - Central	perpendicular	2 x 2	556	547	565	0.983	0.968
16	Consola 3- Escritorio - Izquierda	perpendicular	2 x 2	541	531	557	0.981	0.954
17	Consola 4- Escritorio - Izquierda	perpendicular	2 x 2	504	494	514	0.981	0.962
18	Consola 4- Escritorio - Central	perpendicular	2 x 2	570	554	586	0.971	0.945
19	Consola 4- Escritorio - Derecha	perpendicular	2 x 2	591	562	620	0.952	0.907
20	Pasillo	perpendicular	64 x 16	237	190	307	0.803	0.62

**OBSERVADOR UGR****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	UGR Escritorio de trabajo 1	12.808	18.678	1.200	90.0	/
2	UGR Escritorio de trabajo 2	16.000	18.700	1.200	90.0	/
3	UGR Escritorio de trabajo 3	12.000	14.600	1.200	0.0	11
4	UGR Escritorio de trabajo 4	12.000	11.400	1.200	0.0	11
5	UGR Escritorio de trabajo 5	12.897	6.455	1.200	-90.0	/
6	UGR Escritorio de trabajo 6	25.876	6.433	1.200	-90.0	/
7	UGR Escritorio de trabajo 7	26.558	7.105	1.200	0.0	/
8	UGR Consola 1- Escritorio - Central	25.171	12.700	1.200	175.0	/
9	UGR Consola 1- Escritorio - Derecha	25.700	14.000	1.200	120.0	<10
10	UGR Consola 1- Escritorio - Izquierda	25.400	11.500	1.200	-125.0	<10
11	UGR Consola 2- Escritorio - Central	15.370	12.979	1.200	15.0	/
12	UGR Consola 2- Escritorio - Izquierda	14.400	14.800	1.200	65.0	12
13	UGR Consola 2- Escritorio - Derecha	15.046	11.221	1.200	-60.0	<10
14	UGR Consola 3- Escritorio - Central	19.638	7.666	1.200	110.0	/
15	UGR Consola 3- Escritorio - Izquierda	17.900	6.602	1.200	160.0	10

16	UGR Consola 2- Escritorio - Derecha	21.500	7.600	1.200	40.0	<10
17	UGR Consola 4- Escritorio - Central	15.200	7.500	1.200	15.0	<10
18	UGR Consola 4- Escritorio - Derecha	15.306	6.691	1.200	-30.0	/
19	UGR Consola 4- Escritorio - Izquierda	14.879	8.299	1.200	60.0	<10

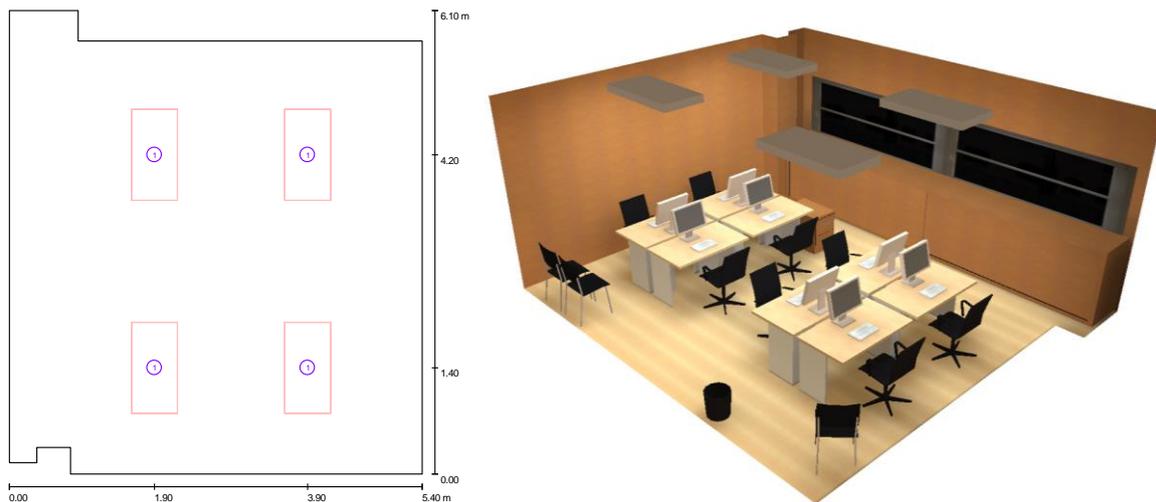
## 4.1.5. Casos específicos

### 4.1.5.1. B114: Despacho múltiple

A continuación presentamos un despacho que contiene varios puestos de trabajo, se han simulado con paneles LED de 120x60 de 72W que sería si se llevara a cabo la propuesta 2 y con las sustitución con la propuesta 3 que se ha utilizado paneles LED de 40W. Se ha decidido presentar los resultados conjuntamente para que sea más fácil su comparación y no repetir contenido.

- **Utilizando las luminarias con la sustitución de la propuesta 2**

#### Datos generales de la escena:



#### Plan de mantenimiento:

##### Informaciones generales sobre el local

Condiciones ambientales del local: Limpio  
Intervalo de mantenimiento del local: Anual

##### Disposición en campo / EfectoLED LR-PL-80W Panel LED Slim 120x60cm 80W Marco Blanco

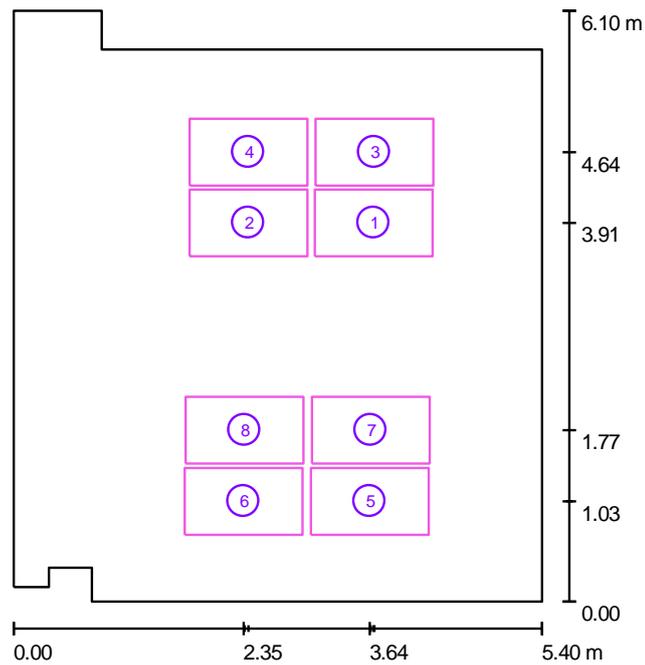
Influencia de las superficies del local por reflexión: pequeño ( $k \leq 1.6$ )  
Tipo de iluminación: Directo  
Intervalo de mantenimiento de las luminarias: Anual  
Tipo de luminarias: Cerrado IP2X (según CIE)  
Período de operación por año (en 1000 horas): 2.58  
Intervalo de cambio de lámparas: Anual  
Tipo de lámpara: Lámpara LED (según CIE)  
Intercambio inmediato de lámparas quemadas: Sí  
Factor de mantenimiento de las superficies del local: 0.97  
Factor de mantenimiento de las luminarias: 0.88

Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
<b>Factor mantenimiento:</b>	<b>0.79</b>

### **Resultados luminotécnicos:**

Flujo luminoso total:	22763 lm
Potencia total:	308.8 W
Zona marginal:	0.100 m

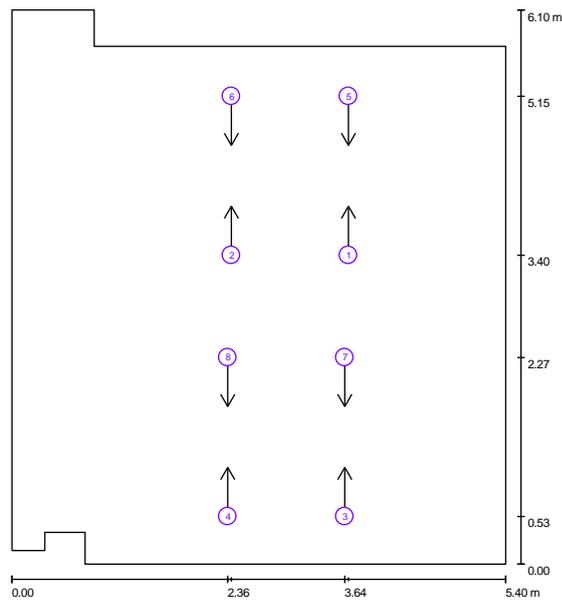
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	301	87	389	/	/
Mesa 1	474	99	574	/	/
Mesa 2	487	96	583	/	/
Mesa 3	395	109	504	/	/
Mesa 4	406	108	514	/	/
Mesa 5	397	108	505	/	/
Mesa 6	415	112	527	/	/
Mesa 7	465	102	567	/	/
Mesa 8	475	99	574	/	/
Suelo	118	64	182	52	30
Techo	0.02	129	129	70	29
Pared 1	12	40	52	42	6.97
Pared 2	0.00	30	30	42	4.04
Pared 3	77	70	147	42	20
Pared 4	120	122	242	42	32
Pared 5	174	101	275	52	46
Pared 6	128	107	235	52	39
Pared 7	162	100	262	52	43
Pared 8	0.00	49	49	42	6.57
Pared 9	27	49	76	50	12
Pared 10	39	51	90	50	14

**Superficie de cálculo:****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Mesa 1	perpendicular	8 x 8	574	465	628	0.810	0.740
2	Mesa 2	perpendicular	8 x 8	583	492	624	0.844	0.789
3	Mesa 3	perpendicular	4 x 4	504	416	582	0.826	0.715
4	Mesa 4	perpendicular	4 x 4	514	432	567	0.842	0.762
5	Mesa 5	perpendicular	8 x 8	505	425	560	0.841	0.759
6	Mesa 6	perpendicular	4 x 4	527	476	575	0.904	0.829
7	Mesa 7	perpendicular	4 x 4	567	506	626	0.892	0.808
8	Mesa 8	perpendicular	4 x 4	574	510	623	0.889	0.819

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	8	543	416	628	0.77	0.66

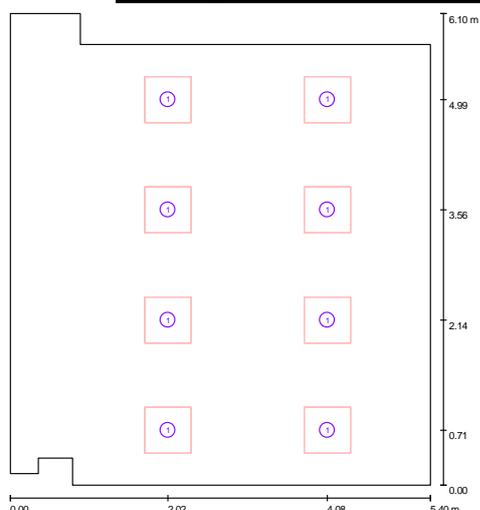
**Observador UGR:****Lista de puntos de cálculo UGR**

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	3.680	3.400	1.200	90.0	/
2	Punto de cálculo UGR 2	2.400	3.400	1.200	90.0	/
3	Punto de cálculo UGR 5	3.640	0.525	1.200	90.0	16
4	Punto de cálculo UGR 6	2.360	0.525	1.200	90.0	17
5	Punto de cálculo UGR 3	3.680	5.150	1.200	-90.0	17
6	Punto de cálculo UGR 4	2.400	5.150	1.200	-90.0	17
7	Punto de cálculo UGR 7	3.640	2.275	1.200	-90.0	<10
8	Punto de cálculo UGR 8	2.360	2.275	1.200	-90.0	11

UGR máximo en mesas de trabajo: 14

○ **Utilizando las luminarias con la sustitución de la propuesta 3**

**Datos generales de la escena:**



**Plan de mantenimiento:**

**Informaciones generales sobre el local**

Condiciones ambientales del local:

Limpio

Intervalo de mantenimiento del local:

Anual

**Disposición en campo / EFECTOLED Panel LED 60x60cm 40W PN60X60**

Influencia de las superficies del local por reflexión:

pequeño ( $k \leq 1.6$ )

Tipo de iluminación:

Directo

Intervalo de mantenimiento de las luminarias:

Anual

Tipo de luminarias:

Cerrado IP2X (según CIE)

Período de operación por año (en 1000 horas):

2.58

Intervalo de cambio de lámparas:

Anual

Tipo de lámpara:

Lámpara LED (según CIE)

Intercambio inmediato de lámparas quemadas:

Sí

Factor de mantenimiento de las superficies del local:

0.97

Factor de mantenimiento de las luminarias:

0.88

Factor de mantenimiento del flujo luminoso:

0.93

Factor de durabilidad de las lámparas:

1.00

**Factor mantenimiento:**

**0.79**

**Resultados luminotécnicos:**

Flujo luminoso total:

25048 lm

Potencia total:

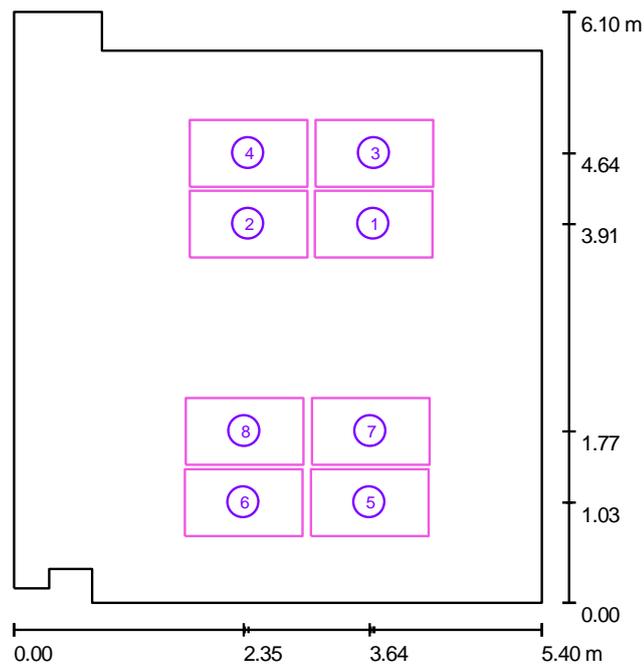
322.4 W

Zona marginal:

0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	325	105	429	/	/
Mesa 1	455	126	581	/	/
Mesa 2	454	119	573	/	/
Mesa 3	375	136	511	/	/
Mesa 4	375	131	506	/	/
Mesa 5	375	138	514	/	/

Mesa 6	371	132	503	/	/
Mesa 7	453	128	582	/	/
Mesa 8	451	119	570	/	/
Suelo	132	73	205	52	34
Techo	0.00	159	159	70	36
Pared 1	12	41	53	42	7.05
Pared 2	0.00	30	30	42	3.95
Pared 3	58	75	133	42	18
Pared 4	136	133	269	42	36
Pared 5	203	116	318	52	53
Pared 6	154	129	283	52	47
Pared 7	204	117	321	52	53
Pared 8	0.00	51	51	42	6.76
Pared 9	20	53	73	50	12
Pared 10	37	57	94	50	15

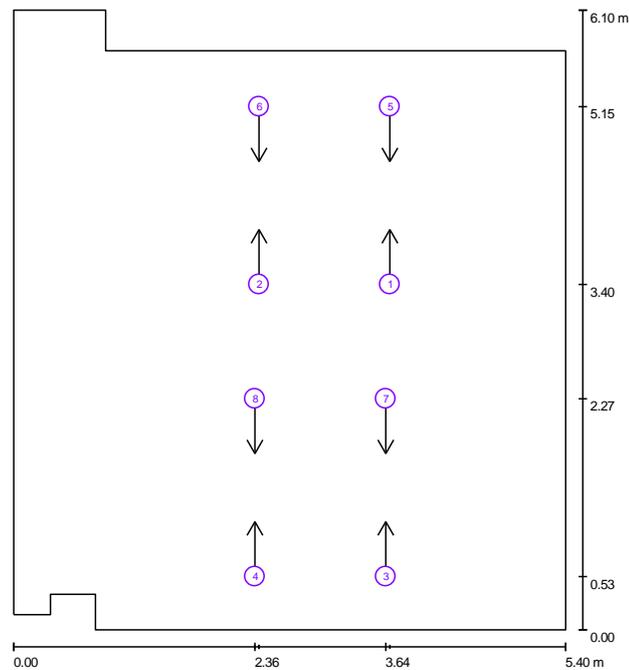
**Superficie de cálculo:****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Mesa 1	perpendicular	4 x 4	581	429	666	0.739	0.644
2	Mesa 2	perpendicular	4 x 4	573	418	661	0.730	0.632
3	Mesa 3	perpendicular	4 x 4	511	375	568	0.735	0.661
4	Mesa 4	perpendicular	4 x 4	506	365	574	0.722	0.636
5	Mesa 5	perpendicular	4 x 4	514	401	568	0.781	0.705
6	Mesa 6	perpendicular	4 x 4	503	386	573	0.767	0.674
7	Mesa 7	perpendicular	4 x 4	582	407	665	0.699	0.612

8	Mesa 8	perpendicular	4 x 4	570	379	660	0.665	0.574
---	--------	---------------	-------	-----	-----	-----	-------	-------

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	8	542	365	666	0.67	0.55

**Observador UGR:****Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	3.680	3.400	1.200	90.0	12
2	Punto de cálculo UGR 2	2.400	3.400	1.200	90.0	13
3	Punto de cálculo UGR 5	3.640	0.525	1.200	90.0	18
4	Punto de cálculo UGR 6	2.360	0.525	1.200	90.0	18
5	Punto de cálculo UGR 3	3.680	5.150	1.200	-90.0	18
6	Punto de cálculo UGR 4	2.400	5.150	1.200	-90.0	18
7	Punto de cálculo UGR 7	3.640	2.275	1.200	-90.0	12
8	Punto de cálculo UGR 8	2.360	2.275	1.200	-90.0	12

UGR máximo en la superficie de las mesas de trabajo: 14

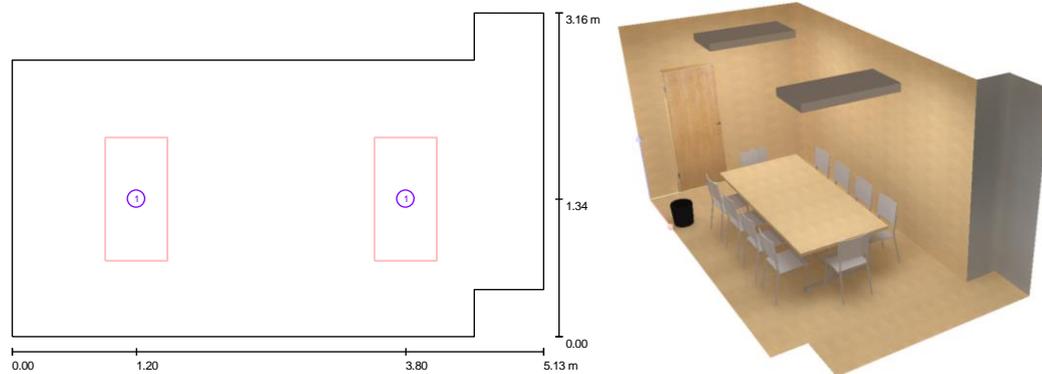
- **Análisis de los resultados**

Lo primero es observar los niveles que debemos comparar, para ello en la tabla 8 del documento 1, Memoria, tenemos los criterios usados de la norma UNE EN 12464, en concreto las tareas que aquí se desempeñan debemos observar los valores con las referencias 5.26.2 y 5.26.4, se observan que ambas tienen los mismos requisitos. Si los analizamos podemos ver que en todas las mesas de trabajo tenemos una iluminación mantenida ( $E_m$ ) superior a 500 lx, y además el UGR no es mayor a 19 en ningún punto calculado. También tenemos uniformidades superiores a 0,6 y las luminarias cuentan con un Ra superior a 80. Por lo tanto cumplimos con todas las exigencias que nos indica en la norma y ambas propuestas serían correctas técnicamente.

- **B115: Sala de reuniones pequeña**

- ***Utilizando las luminarias con la sustitución de la propuesta 2***

**Datos generales de la escena:**



**Plan de mantenimiento:**

**Informaciones generales sobre el local**

Condiciones ambientales del local:

Limpio

Intervalo de mantenimiento del local:

Anual

**Luminaria individual / EfectoLED LR-PL-80W Panel LED Slim 120x60cm 80W Marco Blanco pequeño ( $k \leq 1.6$ )**

Influencia de las superficies del local por reflexión:

pequeño ( $k \leq 1.6$ )

Tipo de iluminación:

Directo

Intervalo de mantenimiento de las luminarias:

Anual

Tipo de luminarias:

Cerrado IP2X (según CIE)

Período de operación por año (en 1000 horas):

2.58

Intervalo de cambio de lámparas:

Anual

Tipo de lámpara:

Lámpara LED (según CIE)

Intercambio inmediato de lámparas quemadas:

Sí

Factor de mantenimiento de las superficies del local:

0.97

Factor de mantenimiento de las luminarias:

0.88

Factor de mantenimiento del flujo luminoso:

0.93

Factor de durabilidad de las lámparas:

1.00

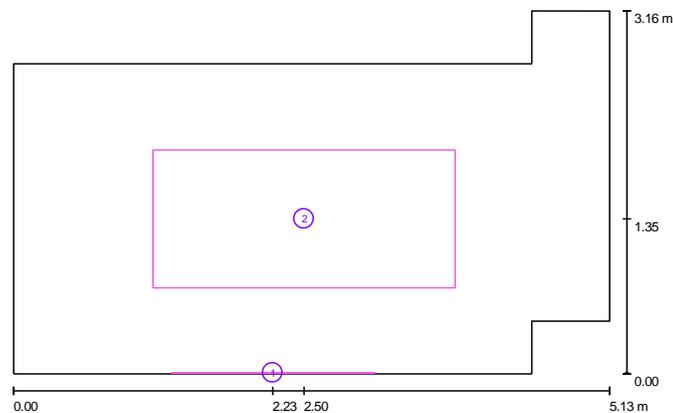
**Factor mantenimiento:**

**0.79**

**Resultados luminotécnicos:**

Flujo luminoso total: 11381 lm  
 Potencia total: 154.4 W  
 Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	326	183	509	/	/
Pizarra - Blanca	203	190	393	/	/
Mesa de reuniones	400	188	588	/	/
Suelo	100	144	244	52	40
Techo	0.00	190	190	70	42
Pared 1	151	171	322	86	88
Pared 2	121	226	347	86	95
Pared 3	106	170	276	86	76
Pared 4	99	170	268	86	73
Pared 5	40	151	191	86	52
Pared 6	0.00	137	137	86	37
Pared 7	150	186	336	52	56
Pared 8	138	186	324	52	54

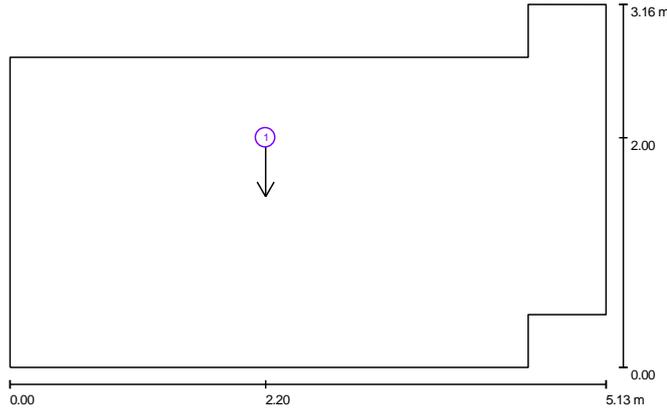
**Superficie de cálculo:****Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Pizarra - Blanca	perpendicular	16 x 16	393	340	491	0.866	0.693
2	Mesa de reuniones	perpendicular	16 x 8	588	521	650	0.887	0.802

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	2	518	340	650	0.66	0.52

**Observador UGR:**



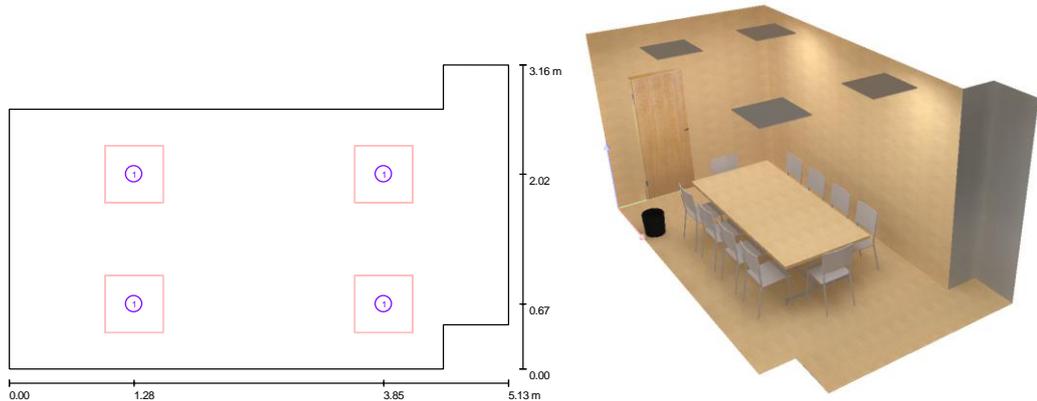
**Lista de puntos de cálculo UGR**

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	2.200	2.000	1.200	-90.0	/

UGR máximo en la superficie de las mesa de trabajo: 11

- **Utilizando las luminarias con la sustitución de la propuesta 3**

**Datos generales de la escena:**



**Plan de mantenimiento:**

**Informaciones generales sobre el local**

Condiciones ambientales del local: Limpio  
 Intervalo de mantenimiento del local: Anual

**Disposición en campo / EFECTOLED Panel LED 60x60cm 40W PN60X60**

Influencia de las superficies del local por reflexión: pequeño ( $k \leq 1.6$ )  
 Tipo de iluminación: Directo  
 Intervalo de mantenimiento de las luminarias: Anual  
 Tipo de luminarias: Cerrado IP2X (según CIE)  
 Período de operación por año (en 1000 horas): 2.58  
 Intervalo de cambio de lámparas: Anual  
 Tipo de lámpara: Lámpara LED (según CIE)  
 Intercambio inmediato de lámparas quemadas: Sí  
 Factor de mantenimiento de las superficies del local: 0.97  
 Factor de mantenimiento de las luminarias: 0.88  
 Factor de mantenimiento del flujo luminoso: 0.93

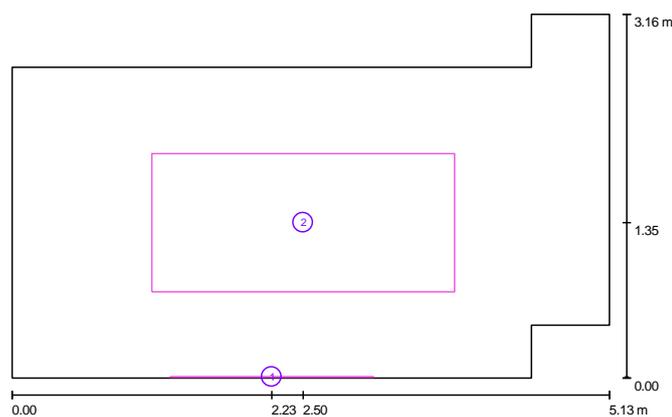
Factor de durabilidad de las lámparas: 1.00  
**Factor mantenimiento: 0.79**

### Resultados luminotécnicos:

Flujo luminoso total: 12524 lm  
 Potencia total: 161.2 W  
 Zona marginal: 0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	327	213	539	/	/
Pizarra - Blanca	212	215	427	/	/
Mesa de reuniones	384	225	609	/	/
Suelo	113	156	269	52	45
Techo	0.36	228	228	70	51
Pared 1	178	196	374	86	102
Pared 2	190	270	459	86	126
Pared 3	84	191	275	86	75
Pared 4	106	190	296	86	81
Pared 5	37	170	208	86	57
Pared 6	0.00	153	153	86	42
Pared 7	180	212	392	52	65
Pared 8	138	212	350	52	58

### Superficie de cálculo:

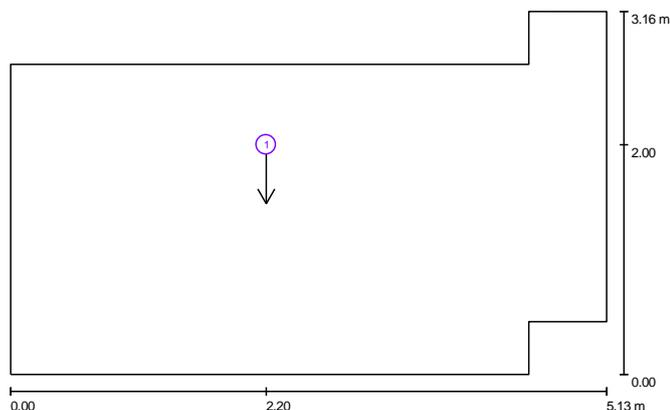


### **Lista de superficies de cálculo**

Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Pizarra - Blanca	perpendicular	16 x 16	427	364	701	0.853	0.519
2	Mesa de reuniones	perpendicular	16 x 8	609	567	641	0.931	0.885

**Resumen de los resultados**

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	2	543	364	701	0.67	0.52

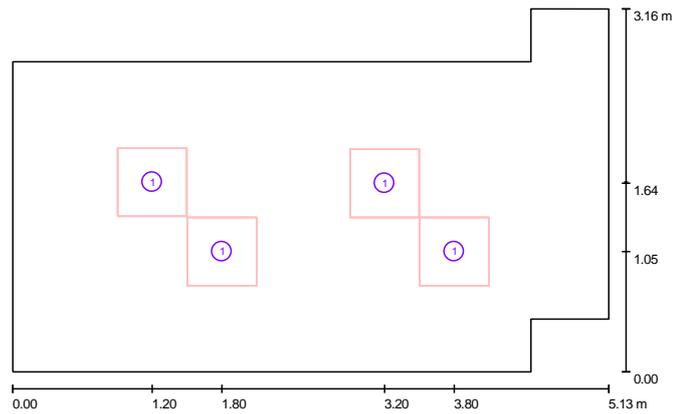
**Observador UGR:****Lista de puntos de cálculo UGR**

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	2.200	2.000	1.200	-90.0	10

UGR máximo en la superficie de las mesa de trabajo: 11

- **Análisis de los resultados**

Análogamente al caso anterior si analizamos los niveles obtenidos. En este caso deberíamos observar los valores con la referencia 5.26.5 que son iguales al caso anterior, podemos ver que en la mesa de trabajo tenemos una iluminancia mantenida ( $E_m$ ) superior a 500 lx, y además el UGR no es mayor a 19. También tenemos que la uniformidad es superior a 0,6 y las luminarias cuentan con un Ra superior a 80. Por otro lado la pizarra blanca si nos basamos en el criterio más parecido a lo que dicta la norma, este lo indica para centros docentes para iluminar pizarras blancas, este exige que la iluminancia sea de 500lx, pero este nivel está estipulado para centros docente donde las distancias para visualizar la pizarra son mucho mayores. Por lo tanto debido a la proximidad donde se encuentran los asistentes, y que en el estudio la sala se observó reflejos en la pizarra, concluimos que los niveles con las propuestas son aceptables, ya que por las características de la sala son suficientes para el confort de los trabajadores. Además si nos basamos en lo que estipula el R.D 486/1997, en caso de exigencias visuales moderadas nos exige solamente una iluminancia de 200 lx, por lo tanto sí que cumplimos. Por otro lado, si se quisiera alcanzar un nivel de 500 lx, bastaría con reubicar las luminarias, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

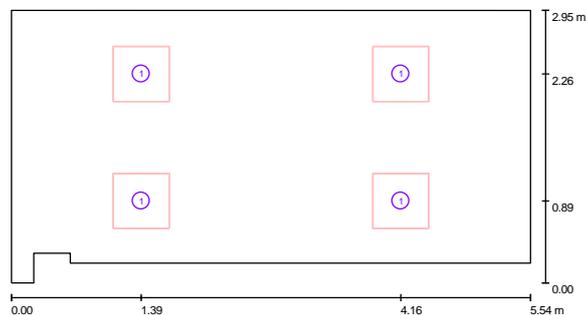


Con esta distribución se cumplen con todos los criterios según la norma, pero se quiere recalcar que con la distribución anterior se garantiza su nivel de confort.

- **B124: Despacho individual**

Finalmente realizaremos un ejemplo con un despacho de 1 persona, este caso solo se ha simulado con la sustitución de la propuesta 3

**Datos generales de la escena:**



**Plan de mantenimiento:**

**Informaciones generales sobre el local**

Condiciones ambientales del local: Limpio  
Intervalo de mantenimiento del local: Anual

**Disposición en campo / Efecto Panel LED 60x60cm 40W PN60X60**

Influencia de las superficies del local por reflexión: pequeño ( $k \leq 1.6$ )  
Tipo de iluminación: Directo  
Intervalo de mantenimiento de las luminarias: Anual  
Tipo de luminarias: Cerrado IP2X (según CIE)  
Período de operación por año (en 1000 horas): 2.58  
Intervalo de cambio de lámparas: Anual  
Tipo de lámpara: Lámpara fluorescente de tres bandas (según CIE)  
Intercambio inmediato de lámparas quemadas: Sí

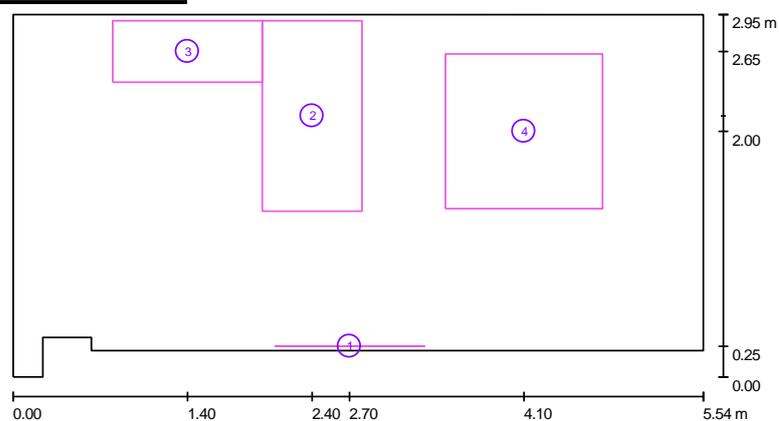
Factor de mantenimiento de las superficies del local:	0.97
Factor de mantenimiento de las luminarias:	0.88
Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
<b>Factor mantenimiento:</b>	<b>0.79</b>

### Resultados luminotécnicos:

Flujo luminoso total:	14910 lm
Potencia total:	163.6 W
Zona marginal:	0.100 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	313	206	520	/	/
Pizarra - Blanca	174	192	366	/	/
Mesa de trabajo_1	354	213	567	/	/
Mesa de trabajo_1a	334	212	546	/	/
Mesa de trabajo_2	399	264	662	/	/
Suelo	118	106	224	30	21
Techo	0.39	215	215	70	48
Pared 1	4.55	87	92	86	25
Pared 2	0.00	77	77	86	21
Pared 3	90	111	201	86	55
Pared 4	109	134	243	86	66
Pared 5	151	155	306	86	84
Pared 6	144	212	356	86	97
Pared 7	171	163	334	86	91
Pared 8	71	103	174	86	48

### Superficie de cálculo:



### Lista de superficies de cálculo

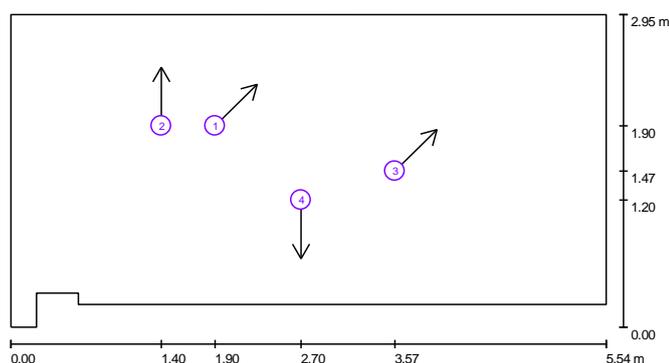
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Pizarra - Blanca	perpendicular	8 x 8	366	282	448	0.770	0.628

2	Mesa de trabajo_1	perpendicular	8 x 16	567	362	639	0.639	0.567
3	Mesa de trabajo_1a	perpendicular	8 x 4	546	487	587	0.893	0.830
4	Mesa de trabajo_2	perpendicular	8 x 8	662	584	699	0.881	0.836

### Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	4	546	282	699	0.52	0.40

### Observador UGR:



### Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1 - Mesa1	1.900	1.900	1.200	45.0	12
2	Punto de cálculo UGR 1a - Mesa1a	1.400	1.900	1.200	90.0	/
3	Punto de cálculo UGR 2 - Mesa 2	3.573	1.473	1.200	45.0	<10
4	Punto de cálculo UGR 3 - Pizarra blanca	2.700	1.200	1.800	-90.0	/

UGR máximo en la superficie de las mesa de trabajo: 13

#### ○ **Análisis de los resultados**

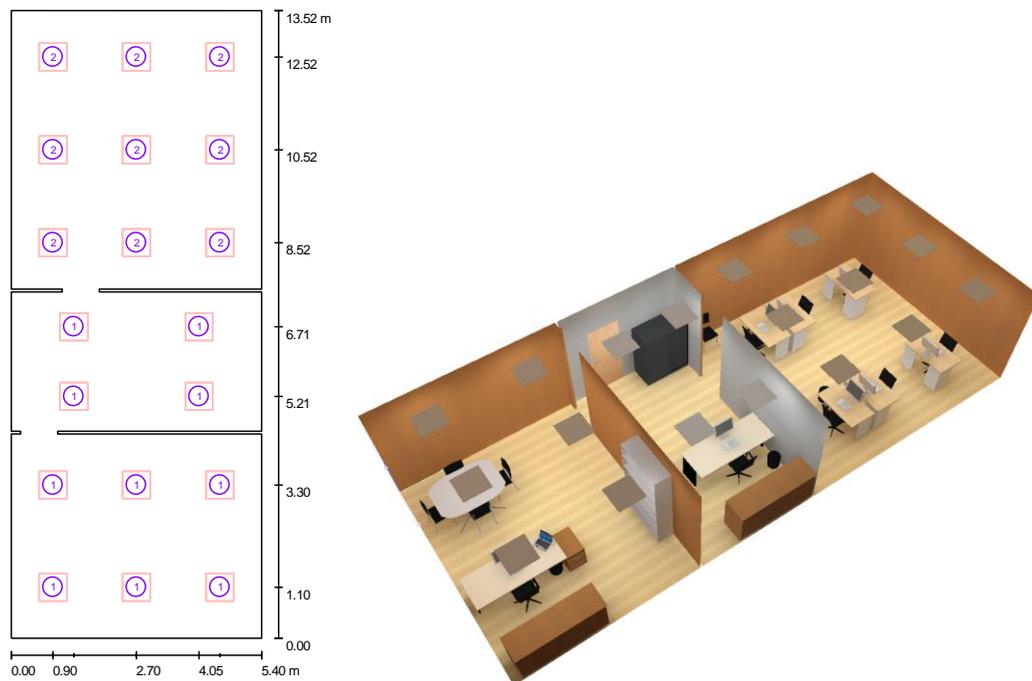
Lo analizamos de la misma forma que los casos anteriores. En este caso tomamos los valores con la referencia 5.26.2 y 5.26.4 de la tabla 8, podemos ver que en las mesa de trabajo (mesa 1) y la mesa auxiliar (mesa 2) tenemos una iluminancia mantenida ( $E_m$ ) superior a 500 lx, y además el UGR no es mayor a 19. Por lo tanto cumplimos con los criterios que nos dicta la norma.

Por otro lado en este caso se repite la misma situación que el caso anterior, en el cual la iluminación en la pizarra no alcanza los 500 lx. Pero como ya se redactó anteriormente debido a las características del lugar nos basta con un nivel de 200 lx, por lo que concluimos que con estos niveles el usuario tendrá un buen grado de confort.

- **B213: Despachos**

El caso que presentamos a continuación es especial, si observan el inventario (Anexo 1), pueden observar que el despacho 213 contiene 3 salas. Uno está formado únicamente por halógenas dicroicas, el central si tiene luminarias con tubos fluorescentes para su iluminación y finalmente el tercero tiene una mezcla entre halógenas dicroicas y FLC. Si se sustituyeran por la propuesta 2 (elemento a elemento) usaríamos un sustituto de esas mismas lámparas, pero como entenderán una iluminación formada por lámparas GU10 no mantiene unos buenos niveles de uniformidad para un despacho. Por lo tanto esta sala es aconsejable implementar la propuesta 3 y no la 2. A continuación realizamos el estudio DIALux únicamente con la solución de la propuesta 3.

**Datos generales de la escena:**



**Plan de mantenimiento:**

**Disposición en campo / EFECTOLED Panel LED 60x60cm 40W PN60X60**

Influencia de las superficies del local por reflexión:	pequeño ( $k \leq 1.6$ )
Tipo de iluminación:	Directo
Intervalo de mantenimiento de las luminarias:	Anual
Tipo de luminarias:	Cerrado IP2X (según CIE)
Período de operación por año (en 1000 horas):	2.58
Intervalo de cambio de lámparas:	Anual
Tipo de lámpara:	Lámpara LED (según CIE)
Intercambio inmediato de lámparas quemadas:	Sí
Factor de mantenimiento de las superficies del local:	0.97
Factor de mantenimiento de las luminarias:	0.88
Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
<b>Factor mantenimiento:</b>	<b>0.79</b>

**Disposición en campo / Efectoled Panel LED 60x60cm 40W PN60X60**

Influencia de las superficies del local por reflexión:	pequeño ( $k \leq 1.6$ )
--	--------------------------

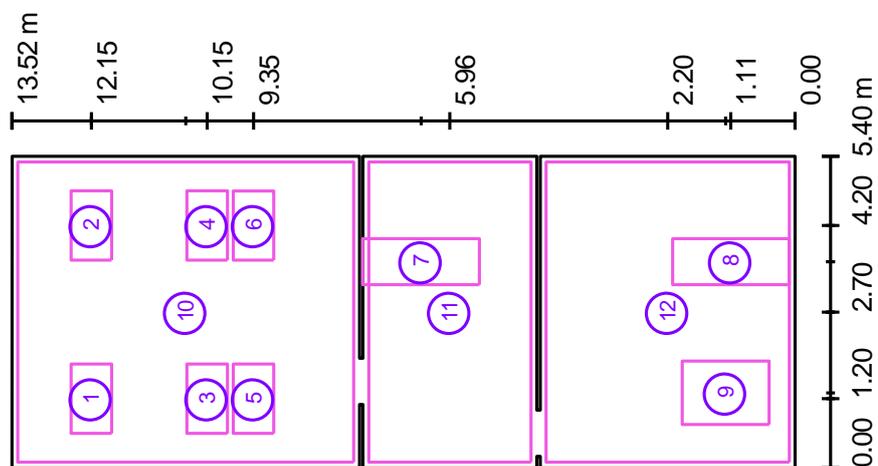
Tipo de iluminación:	Directo
Intervalo de mantenimiento de las luminarias:	Anual
Tipo de luminarias:	Cerrado IP2X (según CIE)
Período de operación por año (en 1000 horas):	2.58
Intervalo de cambio de lámparas:	Anual
Tipo de lámpara:	Lámpara LED (según CIE)
Intercambio inmediato de lámparas quemadas:	Sí
Factor de mantenimiento de las superficies del local:	0.97
Factor de mantenimiento de las luminarias:	0.88
Factor de mantenimiento del flujo luminoso:	0.93
Factor de durabilidad de las lámparas:	1.00
<b>Factor mantenimiento:</b>	<b>0.79</b>

### Resultados luminotécnicos:

Flujo luminoso total:	65454 lm
Potencia total:	771.7 W
Zona marginal:	0.150 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	404	202	606	/	/
Mesa de trabajo 2_1	421	192	613	/	/
Mesa de trabajo 2_2	418	160	578	/	/
Mesa de trabajo 2_3	476	192	668	/	/
Mesa de trabajo 2_4	461	153	614	/	/
Mesa de trabajo 2_5	466	196	662	/	/
Mesa de trabajo 2_6	432	162	594	/	/
Mesa de trabajo 1_1	386	305	691	/	/
Mesa de trabajo 3_1	438	168	606	/	/
Mesa de trabajo 3_2	432	197	629	/	/
Superficie de cálculo B213_2	417	181	598	/	/
Superficie de cálculo B213_1	365	300	665	/	/
Superficie de cálculo B213_3	410	185	595	/	/
Suelo	308	217	525	52	87
Techo	0.37	240	240	70	53
Pared 1	189	209	399	52	66
Pared 2	171	209	381	52	63
Pared 3	197	210	407	52	67
Pared 4	16	277	293	52	49
Pared 5	194	303	497	86	136
Pared 6	128	323	450	86	123
Pared 7	175	302	477	86	130

Pared 8	160	257	417	52	69
Pared 9	192	202	394	52	65
Pared 10	174	214	388	52	64
Pared 11	192	209	401	52	66
Pared 12	196	217	414	52	68
Pared 13	166	219	385	52	64
Pared 14	168	223	391	52	65
Pared 15	159	341	500	86	137
Pared 16	170	312	482	86	132
Pared 17	86	331	417	86	114
Pared 18	222	227	449	52	74
Pared 19	123	220	343	52	57
Pared 20	212	215	427	52	71

**Superficie de cálculo:****Lista de superficies de cálculo**

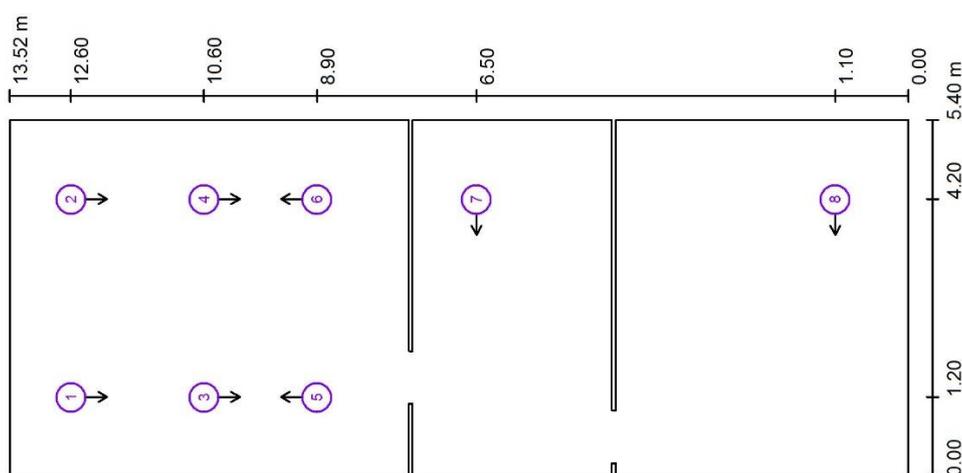
Nº	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
1	Mesa de trabajo 2_1	perpendicular	4 x 4	613	576	646	0.939	0.891
2	Mesa de trabajo 2_2	perpendicular	4 x 4	578	533	617	0.922	0.863
3	Mesa de trabajo 2_3	perpendicular	8 x 8	668	624	702	0.933	0.889
4	Mesa de trabajo 2_4	perpendicular	8 x 8	614	565	655	0.920	0.862
5	Mesa de trabajo 2_5	perpendicular	8 x 8	662	616	697	0.931	0.884
6	Mesa de trabajo 2_6	perpendicular	8 x 8	594	549	636	0.925	0.863
7	Mesa de trabajo 1_1	perpendicular	8 x 16	691	649	723	0.939	0.898
8	Mesa de trabajo 3_1	perpendicular	8 x 16	606	519	650	0.857	0.799
9	Mesa de trabajo 3_2	perpendicular	8 x 8	629	551	667	0.877	0.826
10	Superficie de cálculo B213_2	perpendicular	128 x 128	598	382	721	0.638	0.529

11	Superficie de cálculo B213_1	perpendicular	128 x 128	665	479	792	0.720	0.605
12	Superficie de cálculo B213_3	perpendicular	128 x 128	595	387	704	0.650	0.549

### Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
perpendicular	12	614	382	792	0.62	0.48

### Observador UGR:



### Lista de puntos de cálculo UGR

Nº	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 2_1	1.200	12.600	1.200	-90.0	17
2	Punto de cálculo UGR 2_2	4.200	12.600	1.200	-90.0	17
3	Punto de cálculo UGR 2_3	1.200	10.600	1.200	-90.0	16
4	Punto de cálculo UGR 2_4	4.200	10.600	1.200	-90.0	14
5	Punto de cálculo UGR 2_5	1.200	8.900	1.200	90.0	16
6	Punto de cálculo UGR 2_6	4.200	8.900	1.200	90.0	16
7	Punto de cálculo UGR 1_1	4.200	6.500	1.200	180.0	14
8	Punto de cálculo UGR 3_1	4.200	1.100	1.200	180.0	16

UGR máximo en la superficie de las mesa de trabajo: 16

#### ○ Análisis de los resultados

Si analizamos los resultados, podemos apreciar que los niveles de iluminancia en las mesas de trabajos son superiores a 500 lx, y la uniformidad es mayor a 0.6. Además el UGR es inferior a 19 en todos los puntos analizados. Por lo tanto esta propuesta cumple con los requisitos establecidos en la norma UNE En 12464, resumidos en la tabla 8 (referencia 5.26.2 y 5.26.4).

## ANEXO 5: Estudio energético, medioambiental y económico de las propuestas realizadas.

El objetivo del presente Capítulo es desarrollar los diferentes cálculos para analizar las propuestas realizadas desde el ámbito energético, medioambiental y una estimación económica.

Antes de empezar para evitar confusiones se puede observar que dentro de cada propuesta se ha analizado también las propuestas con el uso de detectores de presencia (propuestas 1.1, 2.1 y 3.1), se ha optado de esta forma para poder comprar los beneficios que contrae la instalación de elementos de control en la iluminación.

### 5.1. Propuesta 1: Sustitución balasto magnético por balasto electrónico

Antes de continuar con el análisis de la propuesta 1 que implica la sustitución de los balastos magnéticos por electrónicos, se quiere adelantar que observando los resultados de los criterios de eficiencia energética obtenidos (VEEI y potencia máxima instalada en el edificio por metro cuadrado), no es una propuesta aconsejable desde el punto de vista de eficiencia energética. Además que esta propuesta solamente aplica a una parte de la instalación de alumbrado actual y no globalmente como las propuesta 2 y 3. Pero se expresaran todos los resultados, ya que puede mostrar datos de interés y puede servir de referencia para otras situaciones.

#### 5.1.1. Disminución del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

El cálculo del consumo se ha calculado teniendo en cuenta el tiempo de encendido anual de las luminarias al año. En esta propuesta solamente se ha diferenciado entre luminarias situadas en los pasillos y despachos, ya que los pasillos como se ha mencionado en varias ocasiones permanecen encendidas 24h, por otro lado el tiempo estimado para el resto es de 9 horas, debido a que la jornada es de ocho de la mañana hasta las cinco de la tarde. Se quiere mencionar que el viernes solamente se trabaja de ocho de la mañana a dos de la tarde, y que los trabajadores pueden ir a trabajar sábados si así lo creen conveniente y/o extender la jornada más allá de las 5 de la tarde. Por lo tanto se ha tomado 9 horas de encendido al día, y en cuanto a los días al año se ha cogido los días de un año y se han restado los fines de semana (sábados y domingos) y los días festivos, teniendo 257 días de trabajo anuales. Esto lo relejamos en la tabla 1:

Zona	Al día	Días al Año	Horas al año
Salas	9	257	2313
Pasillo	24	257	6168

Tabla 1 Horas de encendido lámparas según la zona

A continuación en la tabla 2, podemos ver el consumo anual en kWh, para la obtención de los valores se ha utilizado la siguiente expresión:

**Consumo anual (kWh)**

$$= \text{Potencia instalada (kW)} \times \text{Horas de funcionamiento anuales (h)}$$

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	213.906,24	177.923,36	35.982,88	16,82
Ed. Mantenimiento	76.866,77	64.207,95	12.658,82	16,47
Sala de control	67.805,60	56.796,18	11.009,42	16,24
<b>Total</b>	<b>358.578,61</b>	<b>298.927,49</b>	<b>59.651,11</b>	<b>16,64</b>

Tabla 2 Energía anual consumida con la propuesta 1

Podemos observar como únicamente sustituyendo los antiguos balastos magnéticos por balastos electrónicos en las lámparas fluorescentes T8, podemos conseguir una disminución en el consumo anual en un 16,64%.

Como consecuencia de una disminución en el consumo, obtenemos una disminución en emisiones de CO<sub>2</sub> que se ve reflejado en la tabla 3, para ello utilizamos la siguiente expresión:

**Emisiones CO<sub>2</sub> (Tm/año)**

$$= \text{Consumo anual (kWh)} \times \text{Factor de emisiones (ton CO}_2 \text{ /kWh)}$$

Siendo;

Factor de emisiones = 0,000357 ton CO<sub>2</sub>/kWh

	Emisiones CO <sub>2</sub> (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO <sub>2</sub> (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	76,36	63,52	12,85	16,82
Ed. Mantenimiento	27,44	22,92	4,52	16,47
Sala de control	24,21	20,28	3,93	16,24
<b>Total</b>	<b>128,01</b>	<b>106,72</b>	<b>21,30</b>	<b>16,64</b>

Tabla 3 Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> con la propuesta 1

Se observa que la reducción de las emisiones es la misma en porcentaje respecto al consumo (tabla 2), esto es debido a que depende directamente del consumo eléctrico.

De forma equivalente se presentan en las tablas 5y 6, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 1.1). Pero antes debemos recordar que el tiempo de encendido varia debido al control que ejerce el DP, para ello se ha calculado el factor de dependencia de ocupación tal y como se indica en el documento 1, Memoria (apartado 6.4.2). Obteniendo un nuevo valor del número de horas de encendido de la lámpara, tal y como se indica en la tabla 4:

Zona	Factor de dependencia de ocupación (Fo)			Horas de Encendido de las Lámparas (con DP)		
	Foc	Fa	Fo	Al día	Días al Año	Horas al año
Salas	0,9	0,3	0,8	7,2	257	1850,4
Pasillos	1	0	1	24	257	6168

Tabla 4 Horas de encendido lámparas según la zona con detectores de presencia

Se puede observar como en los pasillos al no instalarse un DP no abría el tiempo de encendido, aunque al aplicar la fórmula nos aparece un Fo igual a 1, que no indica el mismo resultado. Una vez analizado el tiempo de encendido con DP, presentamos en consumo anual y las emisiones derivadas de este consumo

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	213.906,24	151.940,04	61.966,20	28,97
Ed. Mantenimiento	76.866,77	52.370,91	24.495,86	31,87
Sala de control	67.805,60	49.638,57	18.167,02	26,79
<b>Total</b>	<b>358.578,61</b>	<b>253.949,53</b>	<b>104.629,08</b>	<b>29,18</b>

Tabla 5 Energía anual consumida con la propuesta 1.1

Se quiere señalar que se ha considerado el propio consumo del detector para los cálculos, debido a que incluimos un elemento que anteriormente no se encuentra y este tiene un consumo.

	Emisiones CO2 (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO2 (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	76,36	54,24	22,12	28,97
Ed. Mantenimiento	27,44	18,70	8,75	31,87
Sala de control	24,21	17,72	6,49	26,79
<b>Total</b>	<b>128,01</b>	<b>90,66</b>	<b>37,35</b>	<b>29,18</b>

Tabla 6 Emisiones anuales de CO2 con la propuesta 1.1

Si lo comparamos con la tabla 2 con la 3 y la 5 con la 6, podemos ver que la implantación de detectores de presencia mejora el ahorro en un 29.17%, obteniendo una mejora en un 12.54% respecto a la propuesta 1.

### 5.1.2. Disminución del coste del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

Este apartado va directamente relacionado con el anterior, debido a que solamente multiplicaremos los valores por un valor que relaciona el producto con su valor monetario, en definitiva el precio.

A continuación en la tabla 7, se tiene el coste del consumo anual, que se ha calculado con la siguiente expresión:

$$\text{Coste anual kWh (€)} = \text{Consumo anual (kWh)} \times \text{Precio energía (€/kWh)}$$

Siendo;

$$\text{Precio de la energía} = 0,06 \text{ €/kWh}$$

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	12.834,37	10.675,40	2.158,97	16,82
Ed. Mantenimiento	4.612,01	3.852,48	759,53	16,47
Sala de control	4.068,34	3.407,77	660,57	16,24
<b>Total</b>	<b>21.514,72</b>	<b>17.935,65</b>	<b>3.579,07</b>	<b>16,64</b>

Tabla 7 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 1

Seguidamente en la tabla 8, se procede al coste que se genera por las emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionadas por el consumo de energía. Para ello se ha utilizado la siguiente expresión:

$$\text{Coste anual emisiones CO}_2(\text{€}) = \text{Emisiones CO}_2(\text{Tm/año}) \times \text{Precio CO}_2(\text{€/ton CO}_2)$$

Siendo;

Precio CO<sub>2</sub> = 6,17 €/ton CO<sub>2</sub>

	Coste Anual CO <sub>2</sub> (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	471,17	391,91	79,26	16,82
Ed. Mantenimiento	169,31	141,43	27,88	16,47
Sala de control	149,35	125,10	24,25	16,24
<b>Total</b>	<b>789,84</b>	<b>658,44</b>	<b>131,39</b>	<b>16,64</b>

Tabla 8 Coste de las emisiones anuales de CO<sub>2</sub> con la propuesta 1

Debido a que puede ser confuso el dato propuesto que se paga por las emisiones ocasionadas, a continuación realizaremos una breve explicación sobre el precio del CO<sub>2</sub> y quien lo regula.

El Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (ETS), es quien regula la normativa en cuanto a los derechos de emisiones, pero los precios están sujetos a una subasta, para dictaminar el precio se ha buscado su valor actual, pero debido a la fluctuación de los precios se ha escogido una media de los últimos 12 meses. La UE pretende ir reduciendo la cantidad de estos derechos de emisión, para “obligar” de una manera a que las compañías realicen auditorías para disminuir sus emisiones con instalaciones más eficientes. Hay que destacar que el ámbito de aplicación suele estar a plantas generadoras, pero también aplica a refinerías y por lo tanto se ha tenido en cuenta para los cálculos.

Una vez aclarado, observamos que una reducción en el consumo, influye directamente con menos emisiones de CO<sub>2</sub> y en consecuencia dado que se paga por volumen de emisiones, el coste será menor cuanto menos energía se consuma. Recordando que precio se fija por medio de subastas y que la idea es ir reduciendo estos bonos de emisión, supondrá que los bonos de emisiones vayan aumentando su precio, y en consecuencia la realización de instalaciones eficientes serán beneficiadas relativamente.

Asimismo se presentan en las tablas 9 y 10, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 1.1):

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	12.834,37	9.116,40	3.717,97	28,97
Ed. Mantenimiento	4.612,01	3.142,25	1.469,75	31,87
Sala de control	4.068,34	2.978,31	1.090,02	26,79
<b>Total</b>	<b>21.514,72</b>	<b>15.236,97</b>	<b>6.277,74</b>	<b>29,18</b>

Tabla 9 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 1.1

	Coste Anual CO2 (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	471,17	334,68	136,49	28,97
Ed. Mantenimiento	169,31	115,36	53,96	31,87
Sala de control	149,35	109,34	40,02	26,79
<b>Total</b>	<b>789,84</b>	<b>559,37</b>	<b>230,47</b>	<b>29,18</b>

Tabla 10 Coste de las emisiones anuales de CO2 con la propuesta 1.1

Si lo comparamos con la tabla 7 con la 9 y la 8 con la 10, podemos ver que la implantación de detectores de presencia mejora el ahorro en un 29.17%, obteniendo una mejora en un 12.54% respecto a la propuesta 1.

### 5.1.3. Disminución en reposiciones de los consumibles

En el estudio también se ha tenido en cuenta de número de reposiciones anuales que se necesitaran, de este modo se tiene en cuenta el mantenimiento de los equipos de forma directa.

La vida útil del tubo es distinta con balasto magnético que con balasto electrónico, como se explicó en el apartado 6.1, una de las ventajas de esta sustitución es que el balasto electrónico puede aumentar la vida útil de la lámpara hasta un 50%, pero se ha estimado solamente un 30%, por este motivo es una manera en ahorrar en reposiciones anuales debido a que su vida útil es mayor. Por último para el cálculo del número de reposiciones se ha calculado con la siguiente expresión:

$$N^{\circ} \text{ de reposiciones anuales} = \frac{\text{Unidades existentes} \times \text{Horas de encendido anuales (h)}}{\text{Vida útil de la lámpara (h)}}$$

Con esta ecuación podemos obtener de forma aproximada una estimación del número de lámparas que pueden llegar a fallar anualmente.

Finalmente una vez explicado cómo se ha obtenido la tabla agrupamos en la tabla 11 el gasto por reposiciones:

	DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	231,81	178,32	53,49	23,08
Ed. Mantenimiento	113,45	87,27	26,18	23,08
Sala de control	101,62	78,17	23,45	23,08
<b>Total</b>	<b>446,88</b>	<b>343,75</b>	<b>103,13</b>	<b>23,08</b>

Tabla 11 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 1

De forma equivalente se presentan en las tabla 12, con los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 1.1).

DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES				
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	231,81	151,55	80,26	34,62
Ed. Mantenimiento	113,45	72,18	41,27	36,38
Sala de control	101,62	66,58	35,03	34,47
<b>Total</b>	<b>446,88</b>	<b>290,32</b>	<b>156,56</b>	<b>35,03</b>

Tabla 12 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 1.1

Se observa que al implementar DP, estos provocan que el tiempo de encendido anual sea menor, por lo tanto se reduce el número de reposiciones al reducirse el uso anual.

#### 5.1.4. Disminución en horas de mantenimiento

Relacionado con la reposición de consumibles (lámparas), se procede a realizar el coste que suponer llevar a cabo la sustitución de las lámparas que han alcanzado su vida útil y deben ser reemplazadas.

DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO				
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3.068,58	2.360,45	708,13	23,08
Ed. Mantenimiento	1.362,74	1,048,26	314,48	23,08
Sala de control	1.204,69	926,68	278,00	23,08
<b>Total</b>	<b>5.636,01</b>	<b>4.335,39</b>	<b>1.300,62</b>	<b>23,08</b>

Tabla 13 Coste en mantenimiento de la propuesta 1

Del mismo modo en la tabla 14, se observa el coste si además implantamos DP:

DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO				
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3.068,58	2.008,16	1.060,42	34,56
Ed. Mantenimiento	1.362,74	864,11	498,63	36,59
Sala de control	1.204,69	795,91	408,78	33,93
<b>Total</b>	<b>5.636,01</b>	<b>3.668,18</b>	<b>1.967,83</b>	<b>34,92</b>

Tabla 14 Coste en mantenimiento de la propuesta 1.1

Si analizamos podemos observar como existe un gasto importante en mantenimiento, debido a la inmensa cantidad de lámparas instaladas. Por lo tanto la implantación de detectores de presencia reduce considerablemente este gasto, en consecencial comprar las tablas 13 y 14 vemos que conseguimos un ahorro adicional del 14,84% al utilizar detectores de presencia.

## 5.2. Propuesta 2: Sustitución por tecnología LED (elemento a elemento)

Antes de continuar como las formas de cálculo son similares que en la propuesta 1, no se repetirá las explicaciones similares, por ello se omitirán repetir las expresiones y la forma de cálculo. Solamente en caso de que exista alguna diferencia que deba ser explicada para facilitar su comprensión. Por ultimo recordar que esta propuesta es una sustitución global de todos los elementos y afecta a los 4 edificios estudiados.

### 5.2.1. Disminución del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

De forma análoga al apartado 5.1.1, realizaremos cálculo del consumo energético y emisiones de CO2.

Un pequeño cambio respecto a la propuesta 1, es que la zona de los baños se ha considerado que los actuales disponen de DP, el tiempo de encendido al año es el que mostramos en la tabla 15:

Zona	Al día	Días al Año	Horas al año
Salas	9	257	2313
Pasillo	24	257	6168
Baños	5,4	257	1.387,8

Tabla 15 Horas de encendido lámparas según la zona

A continuación en la tabla 16, podemos ver el consumo anual en kWh:

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	244.243,44	103.374,39	140.869,05	57,68
Nuevo ed. Administración	58.595,69	18.528,80	40.066,90	68,38
Ed. Mantenimiento	196.470,57	77.124,82	119.345,75	60,74
Sala de control	84.456,78	35.789,59	48.667,20	57,62
<b>Total</b>	<b>583.766,48</b>	<b>234.817,59</b>	<b>348.948,89</b>	<b>59,78</b>

Tabla 16 Energía anual consumida con la propuesta 2

Se observa como la sustitución de la actual instalación de iluminación interior por tecnología LED reporta una disminución de un 60,07%, y en consecuencia una reducción en las emisiones de CO2 como podemos ver en la tabla 17.

	Emisiones CO2 (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO2 (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	87,19	36,90	50,29	57,68
Nuevo ed. Administración	20,92	6,61	14,30	68,38
Ed. Mantenimiento	70,14	27,53	42,61	60,74
Sala de control	30,15	12,78	17,37	57,62
<b>Total</b>	<b>208,40</b>	<b>83,83</b>	<b>124,57</b>	<b>59,78</b>

Tabla 17 Emisiones anuales de CO2 con la propuesta 2

De forma equivalente se presentan en las tablas 18 y 19, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 2.1). Hay que tener en cuenta que al suponer que la zonas de baño disponen de DP, ahora con esta propuesta en esas zonas no se obtendrán beneficios en esos casos. Hay que tener en cuenta que las tablas que presentamos son resúmenes de las originales, pero debido al gran tamaño de las mismas, se ha tenido que presentar estos resultados englobados.

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	244.243,44	89.757,41	154.486,03	63,25
Nuevo ed. Administración	58.595,69	15.709,03	42.886,67	73,19
Ed. Mantenimiento	196.470,57	68.738,59	127.731,98	65,01
Sala de control	84.456,78	32.124,55	52.332,23	61,96
<b>Total</b>	<b>583.766,48</b>	<b>206.329,58</b>	<b>377.436,90</b>	<b>64,66</b>

Tabla 18 Energía anual consumida con la propuesta 2.1

	Emisiones CO2 (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO2 (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	87,19	32,04	55,15	63,25
Nuevo ed. Administración	20,92	5,61	15,31	73,19
Ed. Mantenimiento	70,14	24,54	45,60	65,01
Sala de control	30,15	11,47	18,68	61,96
<b>Total</b>	<b>208,40</b>	<b>73,66</b>	<b>134,74</b>	<b>64,66</b>

Tabla 19 Emisiones anuales de CO2 con la propuesta 2.1

Podemos observar que la implantación de detectores de presencia supone un ahorro aproximado del 5% respecto a no usarlos. Si recordamos en la propuesta 1.1 se conseguía un ahorro próximo a un 13%, este decremento tiene sentido debido a que al disminuir la potencia instalada, la energía que nos ahorramos es menor debido a que también hay menos potencia instalada.

### 5.2.2. Disminución del coste del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

A continuación en la tabla 20, se tiene el coste del consumo anual:

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	14.654,61	6.202,46	8.452,14	57,68
Nuevo ed. Administración	3.515,74	1.111,73	2.404,01	68,38
Ed. Mantenimiento	11.788,23	4.627,49	7.160,74	60,74
Sala de control	5.067,41	2.147,38	2.920,03	57,62
<b>Total</b>	<b>35.025,99</b>	<b>14.089,06</b>	<b>20.936,93</b>	<b>59,78</b>

Tabla 20 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 2

Seguidamente en la tabla 21, se procede al coste que se genera por las

emisiones de CO2 ocasionadas por el consumo de energía.

	Coste Anual CO2 (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	537,99	227,70	310,29	57,68
Nuevo ed. Administración	129,07	40,81	88,25	68,38
Ed. Mantenimiento	432,76	169,88	262,88	60,74
Sala de control	186,03	78,83	107,20	57,62
<b>Total</b>	<b>1.285,86</b>	<b>517,23</b>	<b>768,63</b>	<b>59,78</b>

Tabla 21 Coste de las emisiones anuales de CO2 con la propuesta 2

Asimismo se presentan en las tablas 22 y 23, se obtienen los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 2.1):

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	14.654,61	5.385,44	9.269,16	63,25
Nuevo ed. Administración	3.515,74	942,54	2.573,20	73,19
Ed. Mantenimiento	11.788,23	4.124,32	7.663,92	65,01
Sala de control	5.067,41	1.927,47	3.139,93	61,96
<b>Total</b>	<b>35.025,99</b>	<b>12.379,77</b>	<b>22.646,21</b>	<b>64,66</b>

Tabla 22 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 2.1

	Coste Anual CO2 (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	537,99	197,71	340,28	63,25
Nuevo ed. Administración	129,07	34,60	94,47	73,19
Ed. Mantenimiento	432,76	151,41	281,35	65,01
Sala de control	186,03	70,76	115,27	61,96
<b>Total</b>	<b>1.285,86</b>	<b>454,48</b>	<b>831,38</b>	<b>64,66</b>

Tabla 23 Coste de las emisiones anuales de CO2 con la propuesta 2.1

Si comparamos las tablas 20 con la 22 y la 21 con la 23, podemos ver que la implantación de detectores de presencia mejora el ahorro económico en un 4,89%.

### 5.2.3. Disminución en reposiciones de los consumibles

El cálculo se realiza de la misma manera que en el apartado 5.1.3, solamente que en este caso la vida útil de los tubos de la propuesta, no se calcula por una estimación de aumento de vida útil el cambio del equipo auxiliar, sino que cada componente (lámpara LED) tiene su propia vida útil.

Debido a que una lámpara LED es más cara que su homólogo en otras tecnologías, podemos apreciar en la tabla 24, como el ahorro en reposiciones es negativo.

	DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	360,84	2.380,73	-2.019,89	-559,77
Nuevo ed. Administración	302,56	623,44	-320,89	-106,06
Ed. Mantenimiento	452,57	1.726,46	-1.273,89	-281,48
Sala de control	167,84	734,77	-566,93	-337,77
<b>Total</b>	<b>1.283,82</b>	<b>5.465,40</b>	<b>-4.181,59</b>	<b>-325,72</b>

Tabla 24 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 2

De forma equivalente se presentan en la tabla 25, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 2.1).

	DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	360,84	558,56	-197,71	-54,79
Nuevo ed. Administración	302,56	558,56	-256,00	-84,61
Ed. Mantenimiento	452,57	1.613,96	-1.161,39	-256,62
Sala de control	167,84	741,48	-573,63	-341,76
<b>Total</b>	<b>1.283,82</b>	<b>3.472,55</b>	<b>-2.188,74</b>	<b>-170,49</b>

Tabla 25 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 2.1

Se observa que al implementar DP, estos provocan que el tiempo de encendido anual sea menor, por lo tanto se reduce el número de reposiciones al reducirse su uso anual. Pese a que se sigue teniendo pérdidas con el uso de detectores de presencia, observamos que estas se reducen.

#### 5.2.4. Disminución en horas de mantenimiento

A continuación en la tabla 26 podemos apreciar el coste que supone el cambio de las lámparas que deben ser renovadas:

	DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3.793,42	1.353,17	2.440,25	64,33
Nuevo ed. Administración	2.163,14	542,53	1.620,61	74,92
Ed. Mantenimiento	2.480,29	881,06	1.599,22	64,48
Sala de control	1.596,93	540,09	1.056,85	66,18
<b>Total</b>	<b>10.033,77</b>	<b>3.316,85</b>	<b>6.716,93</b>	<b>66,94</b>

Tabla 26 Coste en mantenimiento de la propuesta 2

Del mismo modo en la tabla 27, se observa el coste si además implantamos DP:

	DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3.793,42	1.231,00	2.562,41	67,55
Nuevo ed. Administración	2.033,03	481,16	1.551,88	76,33
Ed. Mantenimiento	2.480,29	778,74	1.701,54	68,60
Sala de control	1.596,93	518,28	1.078,65	67,55
<b>Total</b>	<b>9.903,67</b>	<b>3.009,18</b>	<b>6.894,48</b>	<b>69,62</b>

Tabla 27 Coste en mantenimiento de la propuesta 2.1

Como se mencionó anteriormente, el ahorro derivado por la disminución de horas mantenimiento, dado que la vida útil de las lámparas LED es mayor a las otras tecnologías, se consigue un ahorro mayor a las reposiciones de dichas lámparas, obteniendo un balance positivo.

### 5.3. Propuesta 3: Sustitución por tecnología LED (con redistribución)

#### 5.3.1. Disminución del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

De forma análoga al apartado 5.2.1, realizaremos cálculo del consumo energético y emisiones de CO2.

A continuación en la tabla 28, podemos ver el consumo anual en kWh:

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	244.243,44	84.239,24	160.004,20	65,51
Nuevo ed. Administración	58.595,69	24.874,48	33.533,86	57,41
Ed. Mantenimiento	196.470,57	64.755,03	131.715,54	67,04
Sala de control	84.456,78	31.775,90	52.680,88	62,38
<b>Total</b>	<b>583.766,48</b>	<b>205.644,65</b>	<b>377.934,48</b>	<b>64,77</b>

Tabla 28 Energía anual consumida con la propuesta 3

Seguidamente mostramos en la tabla 29 las emisiones de CO2 con la actual propuesta:

	Emisiones CO2 (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO2 (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	87,19	30,07	57,12	65,51
Nuevo ed. Administración	20,92	8,88	11,97	57,41
Ed. Mantenimiento	70,14	23,12	47,02	67,04
Sala de control	30,15	11,34	18,81	62,38
<b>Total</b>	<b>208,40</b>	<b>73,42</b>	<b>134,92</b>	<b>64,77</b>

Tabla 29 Emisiones anuales de CO2 con la propuesta 3.1

Podemos observar que la propuesta 3, es la que se consigue una mayor reducción del consumo de energía (un 5% más que con la propuesta 2).

De forma equivalente se presentan en las tablas 30 y 31, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 3.1).

	Consumo anual (kWh)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (kWh)	%
Antiguo ed. Administración	244.243,44	70.903,04	173.340,40	70,97
Nuevo ed. Administración	58.595,69	20.781,71	37.813,98	64,53
Ed. Mantenimiento	196.470,57	57.142,00	139.328,57	70,92
Sala de control	84.456,78	28.166,33	56.290,46	66,65
<b>Total</b>	<b>583.766,48</b>	<b>176.993,07</b>	<b>406.773,40</b>	<b>69,68</b>

Tabla 30 Energía anual consumida con la propuesta 3.1

	Emisiones CO2 (Tm/año)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (CO2 (Tm/año))	%
Antiguo ed. Administración	87,19	25,31	61,88	70,97
Nuevo ed. Administración	20,92	7,42	13,50	64,53
Ed. Mantenimiento	70,14	20,40	49,74	70,92
Sala de control	30,15	10,06	20,10	66,65
<b>Total</b>	<b>208,40</b>	<b>63,19</b>	<b>145,22</b>	<b>69,68</b>

Tabla 31 Emisiones anuales de CO2 con la propuesta 3.1

Podemos observar que la implantación de detectores de presencia supone un ahorro aproximado del 5% respecto a no usarlos. Si recordamos en la propuesta 1.1 se conseguía un ahorro próximo a un 13%, este decremento tiene sentido debido a que al disminuir la potencia instalada, la energía que nos ahorramos es menor debido a que también hay menos potencia instalada.

### 5.3.2. Disminución del coste del consumo anual (kWh) y emisiones de CO2

A continuación en la tabla 32, se tiene el coste del consumo anual:

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	14.654,61	5.054,35	9.600,25	65,51
Nuevo ed. Administración	3.515,74	1.492,47	2.023,27	57,55
Ed. Mantenimiento	11.788,23	3.885,30	7.902,93	67,04
Sala de control	5.067,41	1.906,55	3.160,85	62,38
<b>Total</b>	<b>35.025,99</b>	<b>12.338,68</b>	<b>22.687,31</b>	<b>64,77</b>

Tabla 32 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 3

Seguidamente en la tabla 33, se procede al coste que se genera por las emisiones de CO2 ocasionadas por el consumo de energía.

	Coste Anual CO2 (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	537,99	185,55	352,44	65,51
Nuevo ed. Administración	129,07	54,79	74,28	57,55
Ed. Mantenimiento	432,76	142,64	290,13	67,04
Sala de control	186,03	69,99	116,04	62,38
<b>Total</b>	<b>1.285,86</b>	<b>452,97</b>	<b>832,89</b>	<b>64,77</b>

Tabla 33 Coste de las emisiones anuales de CO2 con la propuesta 3

Asimismo se presentan en las tablas 34 y 35, se obtienen los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 3.1):

	Coste anual kWh (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	14.654,61	4.254,18	10.400,42	70,97
Nuevo ed. Administración	3.515,74	1.246,90	2.268,84	64,53
Ed. Mantenimiento	11.788,23	3.428,52	8.359,71	70,92
Sala de control	5.067,41	1.689,98	3.377,43	66,65
<b>Total</b>	<b>35.025,99</b>	<b>10.619,58</b>	<b>24.406,40</b>	<b>69,68</b>

Tabla 34 Coste de la energía anual consumida con la propuesta 3.1

	Coste Anual CO2 (€)			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	537,99	156,18	381,82	70,97
Nuevo ed. Administración	129,07	45,78	83,29	64,53
Ed. Mantenimiento	432,76	125,87	306,90	70,92
Sala de control	186,03	62,04	123,99	66,65
<b>Total</b>	<b>1.285,86</b>	<b>389,86</b>	<b>896,00</b>	<b>69,68</b>

Tabla 35 Coste de las emisiones anuales de CO2 con la propuesta 3.1

Con un sistema de control basado en detectores de presencia, se consigue un ahorro de un 5% aproximado respecto a no usarlos.

### 5.3.3. Disminución en reposiciones de los consumibles

El cálculo se realiza de la misma manera que en el apartado 5.2.3.

Podemos apreciar en la tabla 36, como el ahorro en reposiciones sigue en negativo. Pero el gasto es menor al obtenido en la propuesta 2 (tabla 24).

	DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	360,84	1.741,30	-1.380,45	-382,56
Nuevo ed. Administración	302,56	528,43	-225,87	-74,66
Ed. Mantenimiento	452,57	1.363,09	-910,52	-201,19
Sala de control	167,84	659,85	-492,00	-293,13
<b>Total</b>	<b>1.283,82</b>	<b>4.292,66</b>	<b>-3.008,85</b>	<b>-234,37</b>

Tabla 36 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 3

De forma equivalente se presentan en la tabla 37, los mismos resultados pero incluyendo la instalación de detectores de presencia (propuesta 3.1).

	DISMINUCION EN REPOSICION CONSUMIBLES			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	360,84	1.538,43	-1.177,58	-326,34
Nuevo ed. Administración	277,32	418,81	-141,49	-51,02
Ed. Mantenimiento	452,57	1.235,84	-783,27	-173,07
Sala de control	167,84	584,35	-416,51	-248,15
<b>Total</b>	<b>1.258,58</b>	<b>3.777,43</b>	<b>-2.518,85</b>	<b>-200,13</b>

Tabla 37 Coste en reposiciones consumibles con la propuesta 3.1

Se observa que al implementar DP, estos provocan que el tiempo de encendido anual sea menor, por lo tanto se reduce el número de reposiciones al reducirse el uso anual. Pese a que se sigue teniendo pérdidas, observamos cómo se reducen si así comparamos sin la instalación de detectores de presencia. Con esto podemos observar como la tecnología LED pese a su disminución de precio de los últimos años, sigue siendo una tecnología con un precio de las lámparas elevado.

#### 5.3.4. Disminución en horas de mantenimiento

A continuación en la tabla 38 podemos apreciar el coste que supone el cambio de las lámparas que deben ser renovadas:

	DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3.793,42	938,44	2.854,98	75,26
Nuevo ed. Administración	2.163,14	290,86	1.872,28	86,55
Ed. Mantenimiento	2.480,29	530,00	1.950,29	78,63
Sala de control	1.596,93	365,58	1.231,35	77,11
<b>Total</b>	<b>10.033,77</b>	<b>2.124,88</b>	<b>7.908,90</b>	<b>78,82</b>

Tabla 38 Coste en mantenimiento de la propuesta 3

Del mismo modo en la tabla 39, se observa el coste si además implantamos DP:

	DISMINUCION EN HORAS MANTENIMIENTO			
	Actual	Propuesto	Ahorro (€)	%
Antiguo ed. Administración	3,793.42	840.29	2,953.13	77.85
Nuevo ed. Administración	2,033.03	230.53	1,802.50	88.66
Ed. Mantenimiento	2,480.29	463.65	2,016.64	81.31
Sala de control	1,596.93	339.87	1,257.06	78.72
<b>Total</b>	<b>9,903.67</b>	<b>1,874.33</b>	<b>8,029.33</b>	<b>81.07</b>

Tabla 39 Coste en mantenimiento de la propuesta 3.1

Observamos como con esta propuesta se consigue un ahorro en el mantenimiento muy elevado (superior al 80%).

## ANEXO 6: Fichas Técnicas

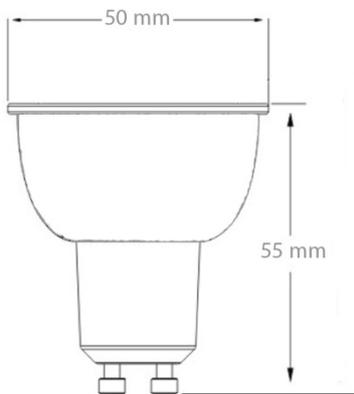
En este anexo juntaremos la lista con la documentación de los equipos que se instalarán para implementar las propuestas realizadas:

- Lámpara LED GU10 COB Cristal 5W
- Driver Regulable 1-10V LIFUD 40W
- Panel LED Slim 60x60cm 3200lm
- Panel LED Slim 60x60cm 3800lm
- Panel LED Slim 120x30cm
- Panel LED Slim 120x60cm
- Fiche Cloche HE SMD 200W
- DICROMAT + CR



BOMBILLAS / LÁMPARAS LED

## Lámpara LED GU10 COB Cristal 5W



### Parámetros Técnicos

Potencia	5 W
Alimentación	220-240V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Luminosidad	450 lm
Haz de luz	45°
CRI	80
Fuente Lumínica	COB
Dimensiones	Ø50x55 mm
Vida Útil	30.000 Horas
Material	Aluminio/Cristal
Certificados	CE & RoHS
Garantía	2 Años

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Lámpara LED con una potencia de 5W, cuerpo de cristal y conexión GU10 que nos proporciona un agradable tono de luz. Ahorro de hasta un 80% reemplazando a los halógenos tradicionales, ofreciendo una luz focalizada y de alta calidad. Supone una alternativa muy buena con amplias posibilidades de decoración y gran ahorro energético.

Su instalación es muy sencilla, basta con retirar el halógeno tradicional y situar la nueva lámpara con casquillo GU10 con conexión directa a la red. Esta lámpara LED permite eliminar los consumos de los balastos convencionales (electromagnéticos o electrónicos) aumentando el ahorro energético.

Gracias a su reducido tamaño, potencia y escaso consumo, son ideales para iluminar escaparates, vitrinas, pasillos, armarios, baños, cocinas, etc....



ACCESORIOS PANELES LED

## Driver Regulable 1-10V LIFUD 40W



### Parámetros Técnicos

Potencia	40 W
Tensión	100-240 V
Frecuencia	50-60 Hz
Tª Ambiente trabajo	-30°C ~ +40°C
Dimensiones	139x64x29 mm
Peso	250 g
Certificados	CE & RoHS
Garantía	2 Años

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Driver Regulable LIFUD cuenta con una potencia máxima de salida de hasta 40W, este driver permite regular la intensidad lumínica permitiendo crear ambientes según el uso que se le vaya a dar. Tiene una tensión de entrada 100-240V, frecuencia 50/60Hz, tensión de salida 27-42V, corriente de salida 950mA (CC), factor de potencia >0.9 y un flujo regulable 10%-100%. Compatible solo con reguladores 1-10V.



PANEL LED

## Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm



### Parámetros Fuente Alimentación

Modelo	GS 3078-C
Intensidad	0.05 A
Tensión de entrada	100-240V AC
Tensión de salida	27-40V 1000 mA

### Parámetros Técnicos

Potencia	40 W
Tensión	220-240V AC
Multitensión	100-240V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Factor de Potencia	0.95
Driver	GS 3078-C
Clase	II
Intensidad	0.179 A

### Parámetros Generales

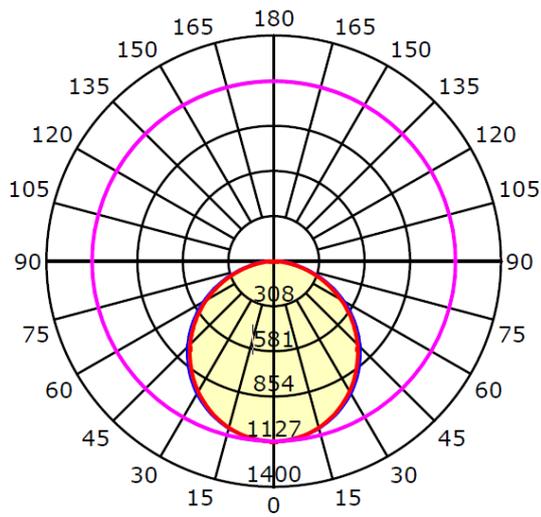
Protección IP	IP40
Dimensiones	595x595x9 mm
Tª Ambiente Trabajo	-20°C ~ +45°C
Vida Útil	30.000 h
Material	Aluminio/PC
Certificados	CE & RoHS

### Parámetros Lumínicos

Luminosidad	3.192 lm
Eficiencia	83 lm/W
CRI	87
Difusor	Opal
Fuente Lumínica	Epistar SMD-4014
Haz de Luz	120°
Factor Deslumbramiento	UGR 19
Tª Color	BN (4800-4500 K) BF (6000 K-6500K) BI (8000K)

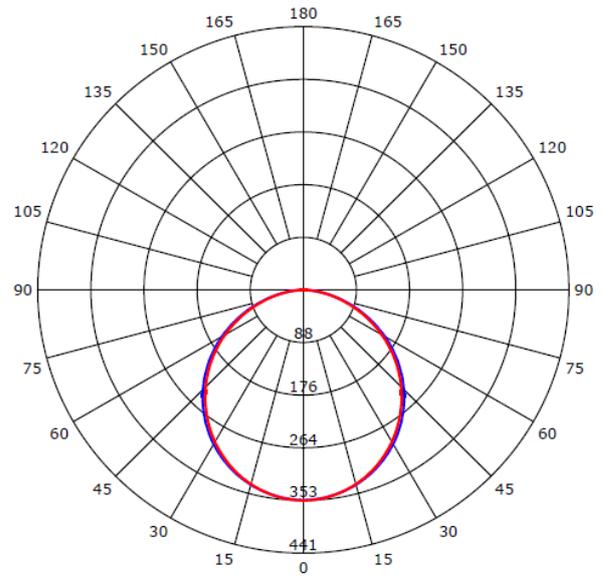


**FOTOMETRÍA**



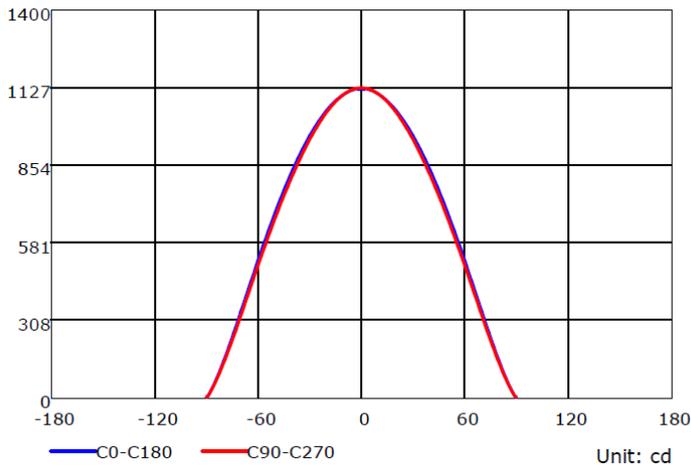
Unit: cd

— C0-C180 — C90-C270 — G0



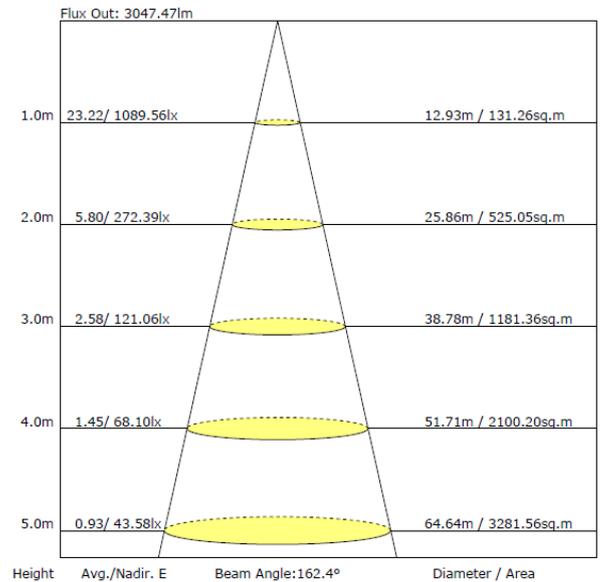
cd/klm  
— C0-C180  
— C90-C270

IC=100%  
LED EPISTAR



Unit: cd

— C0-C180 — C90-C270



Flux Out: 3047.47lm

Height Avg./Nadir, E Beam Angle: 162.4° Diameter / Area



## Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm



### Parámetros Técnicos

Potencia	40 W
Voltaje	220-240V AC
Multitensión	85-265V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Intensidad	0.182 A
Luminosidad	3800 lm
Haz de luz	120°
CRI	83
Factor de Potencia	0.95
Factor de Protección	IP40
Factor de Deslumbramiento	UGR 19
Fuente Lumínica	Epistar
Eficiencia	95 lm/W
Vida Útil	30.000 Horas
Temperatura de trabajo	-20°C ~ +55°C
Dimensiones	595x595x9 mm
Material	Aluminio
Difusor	Opal
Certificados	CE & RoHS

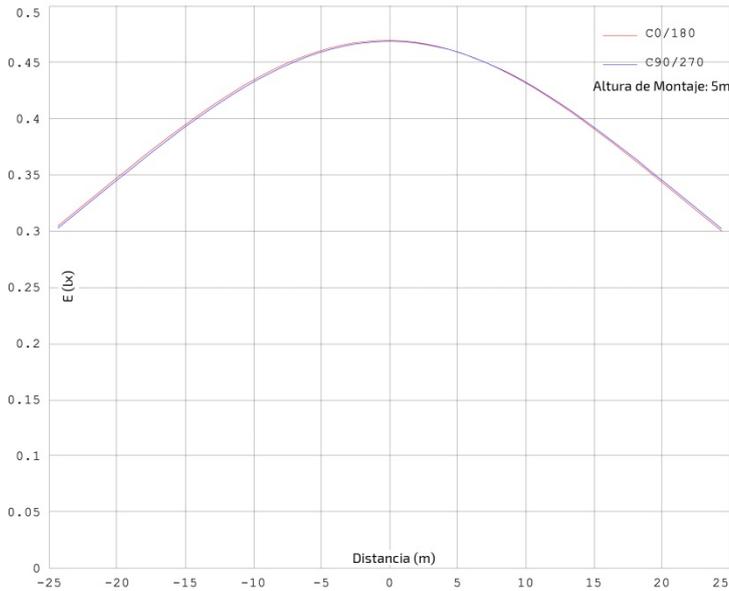
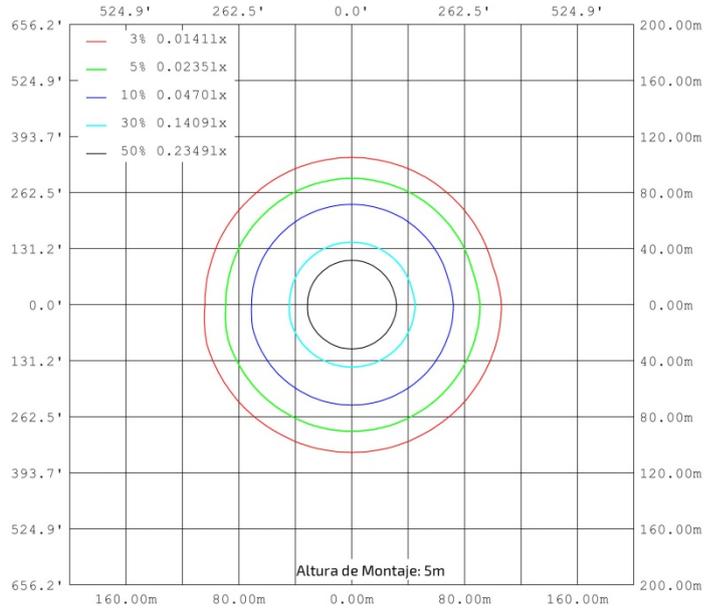
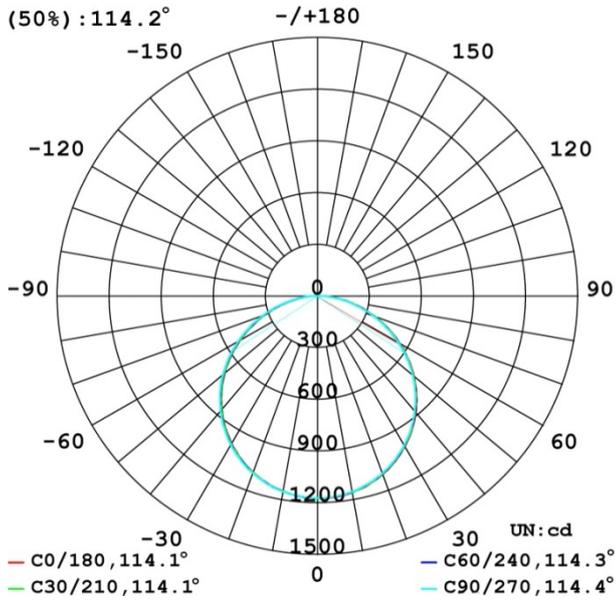
### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Panel LED Slim que cuenta con un diseño ultra-fino, un acabado elegante y marco de aluminio. Tiene unas dimensiones de 595x595x9 mm y 40W de potencia. Posee un flujo lumínico de 95 lm/w reales, Cuenta con 180 LEDs Epistar-SMD4014 que emiten una luminosidad de 3800 lúmenes, equivalente a la emitida por los paneles convencionales de 80W. Ostenta un factor de potencia de 0.95, un factor de protección IP40, un factor de deslumbramiento UGR<19 y una vida útil estimada de 30.000 horas, 10 veces más que la vida estimada de un panel convencional. Por lo tanto, no sólo consume un 85% menos sino que además dura un promedio de 10 veces más.

Este panel LED es la elección ideal si se busca un panel con buenas prestaciones y un mínimo consumo. Tiene un uso ampliamente extendido en oficinas, centros comerciales, hospitales, almacenes, restaurantes, supermercados, museos..., así como en viviendas y residencias.



**FOTOMETRÍA**



Altura	lx max	Flujo de Salida: 2569 lm	Diámetro
1m	1174 lx		308.44 cm
2m	293.61 lx		616.88 cm
3m	130.51 lx		925.32 cm
4m	73.401 lx		1233.75 cm
5m	46.981 lx		1542.19 cm

Ángulo: 114.08°



## Panel LED Slim 120x30cm 40W



### Parámetros Técnicos

Potencia	40 W
Voltaje	220-240V AC
Multitensión	85-265V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Luminosidad	3702 lm
Eficiencia	99.8 lm/W
Haz de luz	120°
CRI	74
Factor de Potencia	0.94
Factor de Protección	IP40
Clase	II
UGR	19
Fuente Lumínica	Epistar
Vida Útil	30.000 Horas
Temperatura de Trabajo	-20°C ~ +45°C
Dimensiones	1195x295x9 mm
Material	Aluminio
Incluye	Driver
Difusor	Opal
Certificados	CE & RoHS

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Panel LED Slim 120x30 de 40W de potencia cuenta con un diseño rectangular y un acabado elegante, con marco de aluminio lacado en blanco y unas medidas de 1195x295x9mm.

Emite una luminosidad de 3702 lúmenes, lo que equivaldría en luminosidad a los paneles convencionales de 80W. Esto supone una mayor eficiencia respecto a estos. Ostenta una vida útil estimada de 30.000 horas, 10 veces la vida estimada de un panel convencional. Por lo tanto, no sólo consume un 80% menos de energía, sino que además dura un promedio de 10 veces más.

Se instalan en falso techo, para ser instalados en techos el panel necesita el kit de superficie o el kit de suspensión. Tienen un uso ampliamente extendido en hoteles, restaurantes, supermercados, salas de exposiciones, museos, residencias, etc.



PANELES LED

## Panel LED Slim 120x60cm 72W



### Parámetros Técnicos

Potencia	72 W
Tensión	220-240V AC
Multitensión	85-265V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Intensidad	0.309 A
Luminosidad	5698 lm
Eficiencia	84 lm/W
Haz de luz	120°
CRI	87
Factor de Potencia	0.97
Protección IP	IP40
Clase	II
UGR	17
Fuente Lumínica	Epistar
Vida Útil	30.000 Horas
Temperatura de trabajo	-20°C ~ +45°C
Dimensiones	1195x595x9 mm
Material	Aluminio / PC
Difusor	Opal
Incluye	Driver
Certificados	CE & RoHS

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El Panel LED Slim 120x60 de 72W de potencia cuenta con un diseño rectangular y un acabado elegante, con marco de aluminio y unas medidas de 1195x595x9mm que ofrecen unos óptimos resultados.

Posee una eficiencia de 84 lm/W y emite una luminosidad de 5698 lúmenes, lo que equivaldría en luminosidad a los paneles convencionales de fluorescencia de 160W. Esto supone una mayor eficiencia respecto a estos. Ostenta un factor de protección IP40 y una vida útil estimada de 30.000 horas, 10 veces la vida estimada de un panel convencional.

Tienen un uso ampliamente extendido en hoteles, restaurantes, supermercados, salas de exposiciones, museos, residencias, etc.



## Cloche LED High Efficiency SMD 200W 135lm/W



### Paramètres Techniques

Puissance	200 W
Tension	210-260V AC
Fréquence	50-60 Hz
Luminosité	27.000 lm
Efficacité	135 lm/W
Faisceau Lumineux	90°
CRI	80
Protection	IP60
Source Lumineuse	Luxeon3030 2D Philips
Durée de Vie	40.000 Heures
Dimensions	Ø367x530x375 mm
Matériel	Aluminium
Diffuseur	Transparent
Certificats	CE & RoHS
Garantie	3 Ans

### DESCRIPTION DU PRODUIT

La cloche LED haute efficacité est dotée de la dernière technologie en éclairage LED. Ses LEDs Luxeon 3030 2D de Philips offrant des performances jusqu'à 135 lm/W, ce qui permet des économies d'énergie allant jusqu'à 80% par rapport aux lampes halogénures métalliques traditionnelles.

Le système d'alimentation 'Driverless', libres d'éléments capacitifs et résonnants, sans conducteur telle que les condensateurs et les bobines, lui donnant une durée de vie supérieure au LEDs, un facteur de puissance élevé et une l'efficacité énergétique très élevée.

Le boîtier intègre une couverture électro-phorétique qui crée une excellente résistance à la corrosion et son dissipateur modulaire thermique en aluminium 1060 avec ailettes de dissipation et tubes thermosiphon "caloduc" optimise sont refroidissement, réduisant drastiquement la température des puces LED et étend sa durée de vie. Montage de fixation Hook.

Les LEDs sont protégés par un panneau de verre trempé, les parties internes et le vis sont en acier inoxydable, avec son facteur de protection IP60, font de cette cloche un éclairage idéale dans des conditions inhabituelles (froid /chaud) tels que les entrepôts, les ateliers, les centres logistiques, etc.

Ficha Técnica  
Technical Data Sheet



Descripción	Description
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para empotrar en techo</li> <li>- 360° de ángulo de cobertura</li> <li>- 7 m de campo de detección</li> <li>- Ajuste de los parámetros sin necesidad de subir a una escalera.</li> <li>- Con la posibilidad de conectar sensores adicionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- For flush ceiling installation</li> <li>- 360° detection angle</li> <li>- 7 m detection diameter</li> <li>- Facilitates the setting of parameters without having to climb a ladder</li> </ul>
Aplicaciones	Areas of application
<p>Ideal para instalaciones con varios detectores como hoteles, oficinas, edificios de viviendas, etc.</p>	<p>Ideal for installations with several detectors such as hotels, offices, buildings, etc</p>

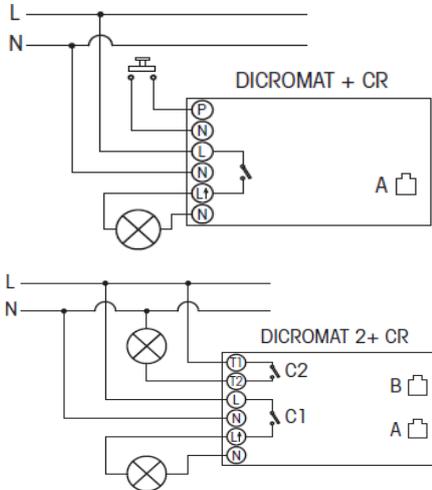
Modelos		DICROMAT + CR		DICROMAT 2+ CR	
Models		1 circuito 1 circuit		2 circuitos 2 circuits	
Características técnicas					
Technical data					
Alimentación	V c.a.	230 ± 10 %			
Power supply	V AC				
Frecuencia nominal	Hz	50			
Nominal frequency					
Consumo propio	W	1,1 W ( 7 VA capacitivos)	3,1 W ( 4,2 VA inductivos)		
Stand-by consumption		1,1 W ( 7 VA capacitivos)	3,1 W ( 4,2 VA inductivos)		
Poder de ruptura		μ 10 A / 230 V~ cosφ = 1	μ 2x10 A / 230 V~ cosφ = 1		
Switching capacity					
Detección de paso por cero		Si			
Zero-cross switching		Yes			
Número de circuitos		1	2		
Number of circuits					
Ángulo de detección		360 °			
Detection angle					
Campo de detección		Hasta 7 m de diámetro a 2,5 m de altura			
Detection field		Up to 7m diameter at 2,5m height			
Parámetros regulables		Tiempo (T1 y T2) Sensibilidad luminica (T1) Distancia de captación (T1 y T2)			
Adjustable parameters		Timing (T1 y T2) Brighness range (T1) Detection distance (T1 y T2)			
Sensibilidad luminica	lux	2...2.000			
Brightness range		2...2,000			
Rango de temporización		1 s ... 10 min	T1: 1 s ... 10 min T2: 10 s ... 15 min		
Tming range					
Pulsadores externos luminosos (neón o LED)		2	NO		
External luminous push buttons (neon or LED)					
Sensores adicionales (DICROMAT SENSOR +)		hasta 4	hasta 15		
Additional sensors (DICROMAT SENSOR +)		up to 4	up to 15		
Clase de protección		Clase II en condiciones correctas de montaje			
Protection class		Class II in correct mounting conditions			
Grado de protección		IP 20 según EN 60529			
Degree of protection		IP 20 according to EN 60529			
Montaje del equipo		Techo (empotrable)			
Method of mounting control		Ceiling (recessed)			
Conexión		borne de tornillo			
Connection		screw terminals			
Sección de conductor	mm²	1 x 0,75 1 x 1,5 2 x 1,5 max.			
Wire cross section		1 x 0.75 1 x 1.5 2 x 1.5 max.			
Temperatura de funcionamiento	°C	-10 ... + 45			
Operating temperature					
Temperatura de transporte y almacenamiento	°C	-10 ... + 60			
Transportation and storage temperature					
Peso neto	g	277	294		
Net weight					

## DICROMAT + CR

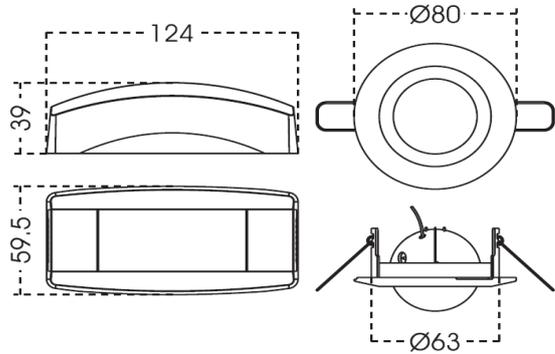
### Cargas máximas recomendadas Maximum recommended load

Incandescentes <i>Incandescent</i>	Fluorescentes <i>Fluorescent</i>	Halógenas baja tensión (12 V c.a.) <i>Low voltage halogen (12 V AC)</i>	Halógenas (230 Vc.a.) <i>Halogen (230 V AC)</i>	Lámparas bajo consumo <i>Low consumption lamps</i>	Downlights <i>Downlights</i>	LED
2200 W	1200 VA	2000 VA	2200 W	1000 VA	900 VA	500 VA

### Conexión *Wiring diagram*



### Dimensiones exteriores *Overall dimensions*



### Accesorios *Accessories available*

Sensor adicional <i>Additional sensor</i>	Mando a distancia <i>Remote control</i>	
DICROMAT SENSOR + Código Code: OB133412	MANDO A DISTANCIA CR Código Code: OB134712 	Código Code:
Código Code:	Código Code:	Código Code:

Código Code	DICROMAT + CR	DICROMAT 2+ CR
	OB134512	OB134612

### Marcado *Approvals and marking*



### Directivas de referencia *Reference Directives*

2004/108/EC; 2006/95/EC

### Normas de referencia *Reference standards*

EN 60669-2-1:2004 + A1:2009

***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**DOCUMENTO 3: PLANOS**

AUTOR

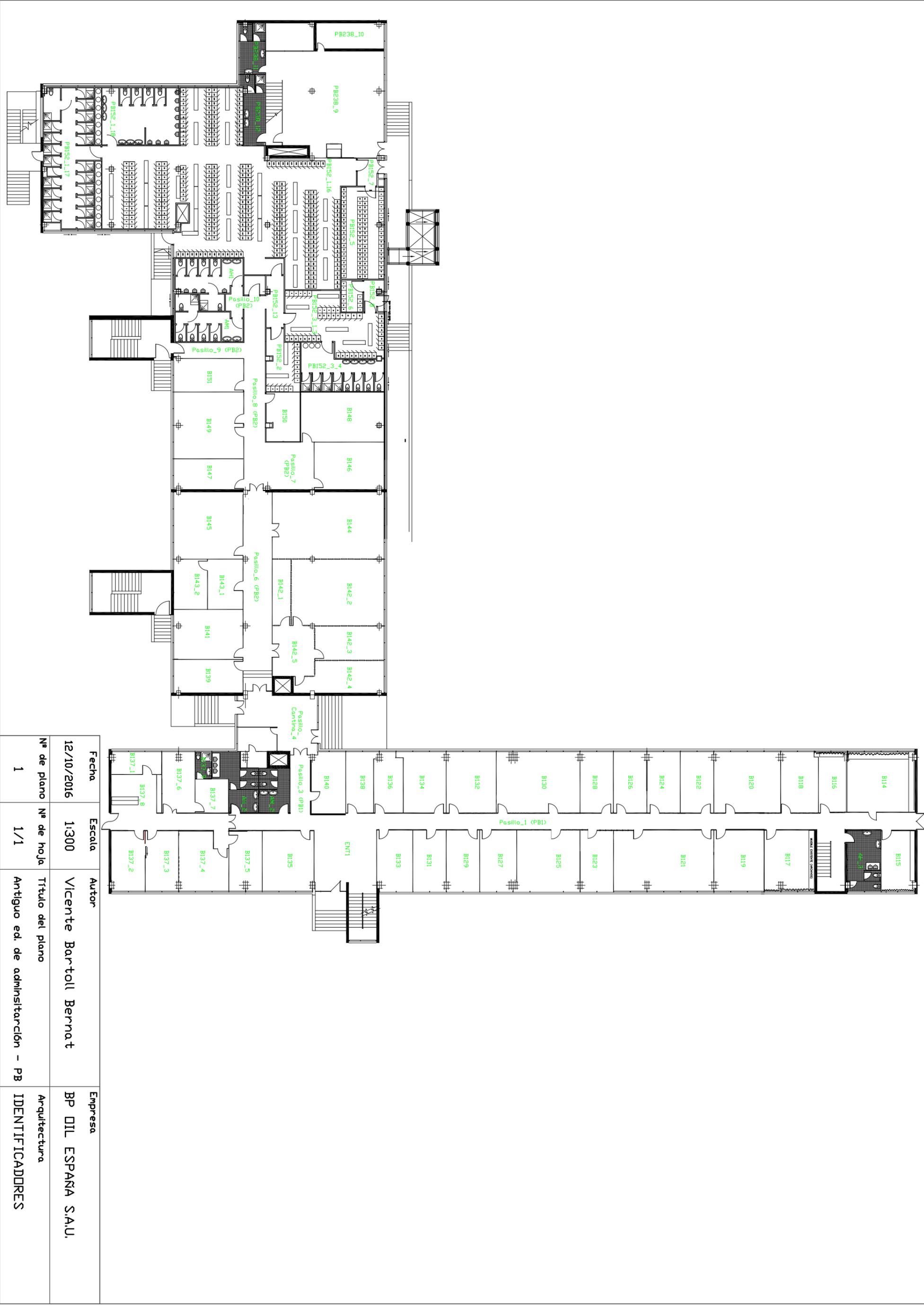
Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

## Índice

1	–	Antiguo edificio de administración PB; Identificadores
2	–	Antiguo edificio de administración PB; Iluminación
3	–	Antiguo edificio de administración P1; Identificadores
4	–	Antiguo edificio de administración P1; Iluminación
5	–	Nuevo edificio de administración P-1; Identificadores
6	–	Nuevo edificio de administración P-1; Iluminación
7	–	Nuevo edificio de administración PB; Identificadores
8	–	Nuevo edificio de administración PB; Iluminación
9	–	Nuevo edificio de administración P1; Identificadores
10	–	Nuevo edificio de administración P1; Iluminación
11	–	Nuevo edificio de administración P2; Identificadores
12	–	Nuevo edificio de administración P2; Iluminación
13	–	Edificio de mantenimiento PB; Identificadores
14_1	–	Edificio de mantenimiento PB; Iluminación
14_2	–	Edificio de mantenimiento Taller; Iluminación
15	–	Edificio de mantenimiento Taller; Isolíneas
16	–	Edificio de mantenimiento Taller; Gráfico de valores
17	–	Edificio Sala de Control; Identificadores
18	–	Edificio Sala de Control; Iluminación

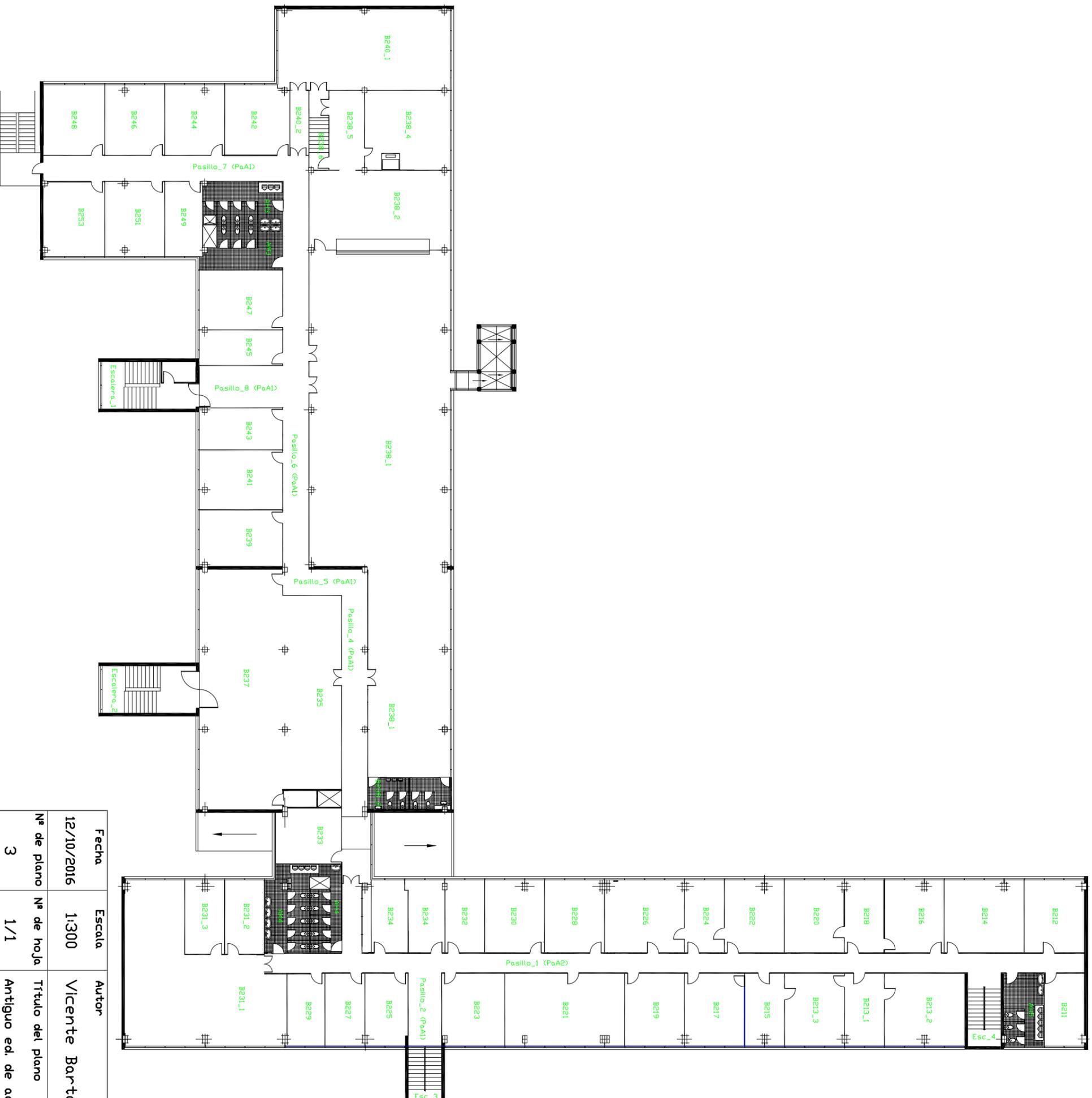


<b>Fecha</b>	<b>Escala</b>	<b>Autor</b>	<b>Empresa</b>
12/10/2016	1:300	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
<b>Nº de plano</b>	<b>Nº de hoja</b>	<b>Título del plano</b>	<b>Arquitectura</b>
1	1/1	Antiguo ed. de administración - PB	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACIÓN	
	Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco
	Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco
	Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
	Detector de Movimiento Dicomat +



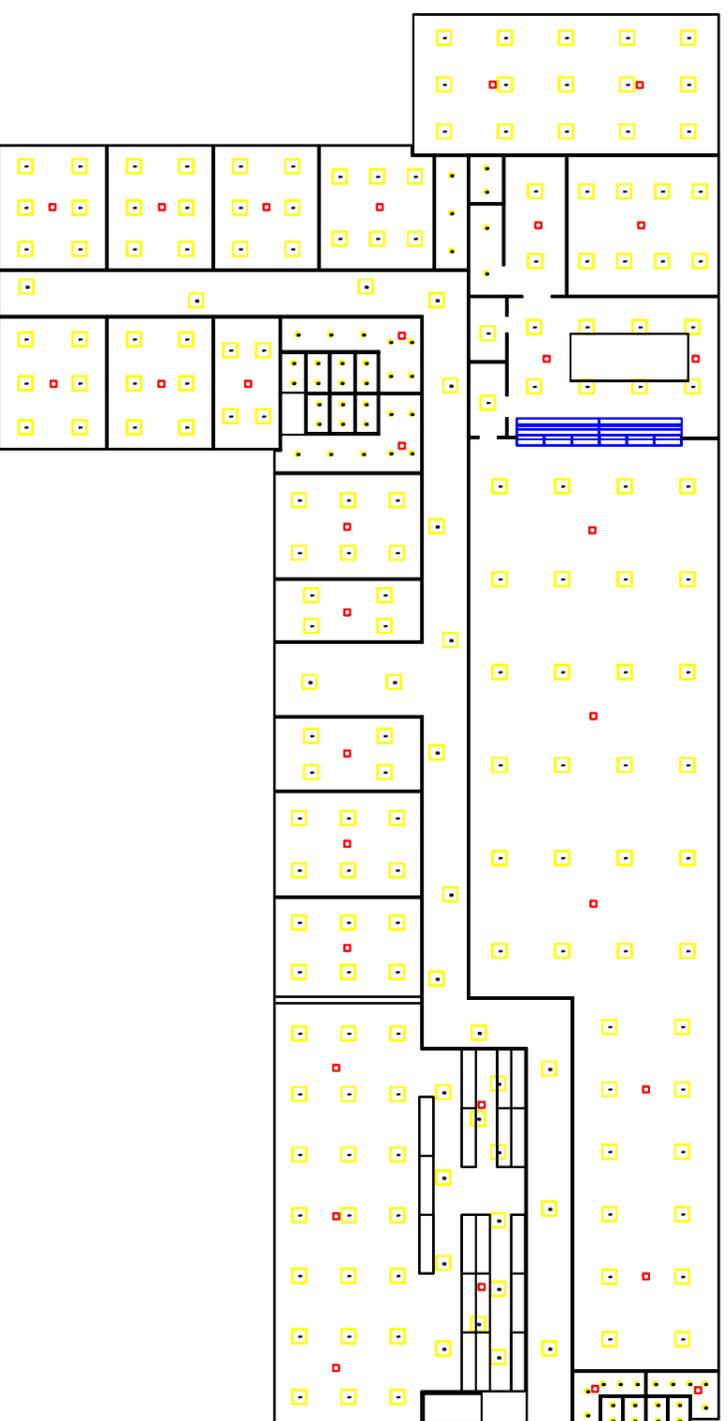
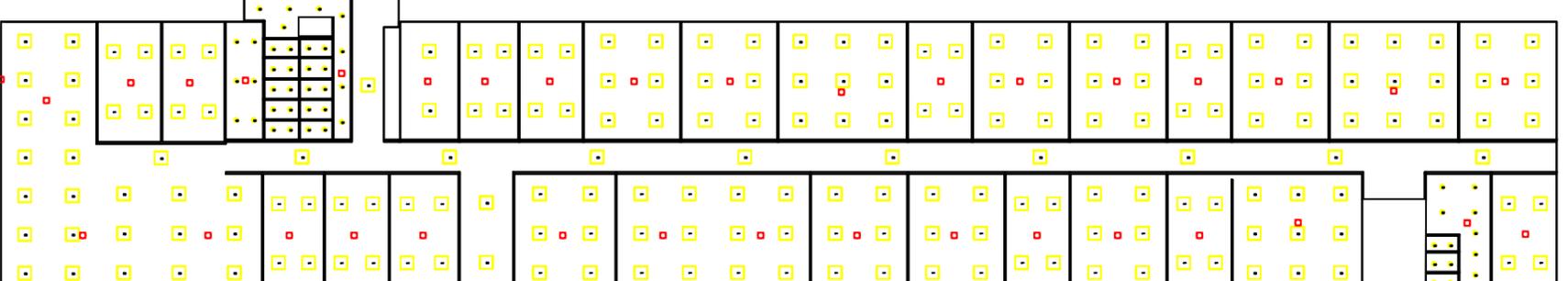
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:300	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
2	1/1	Antiguo ed. de administración - PB	ILUMINACIÓN



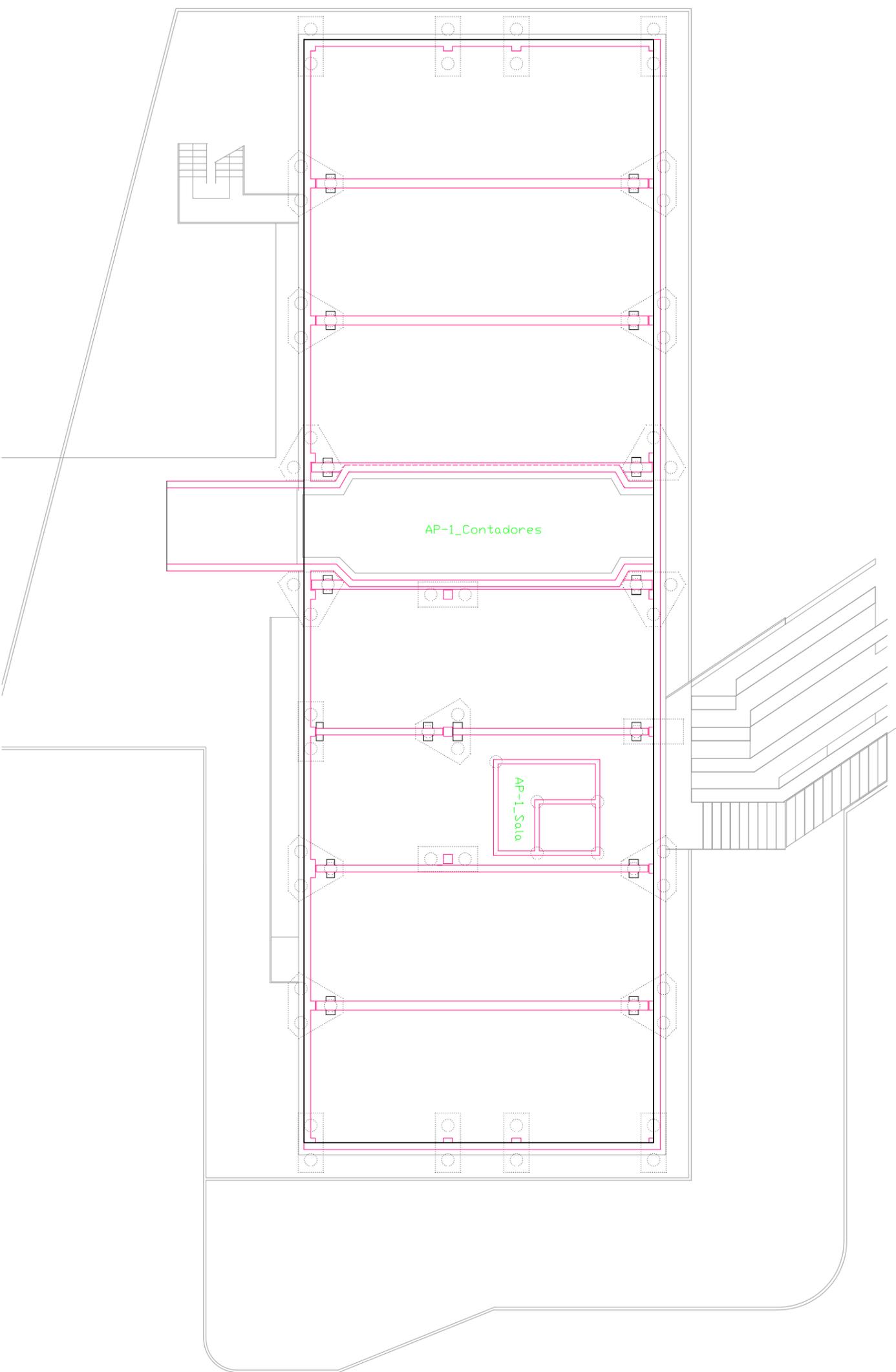
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:300	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
3	1/1	Antiguo ed. de administración - P1	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACIÓN

	Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco
	Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco
	Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
	Detector de Movimiento Dicomet +



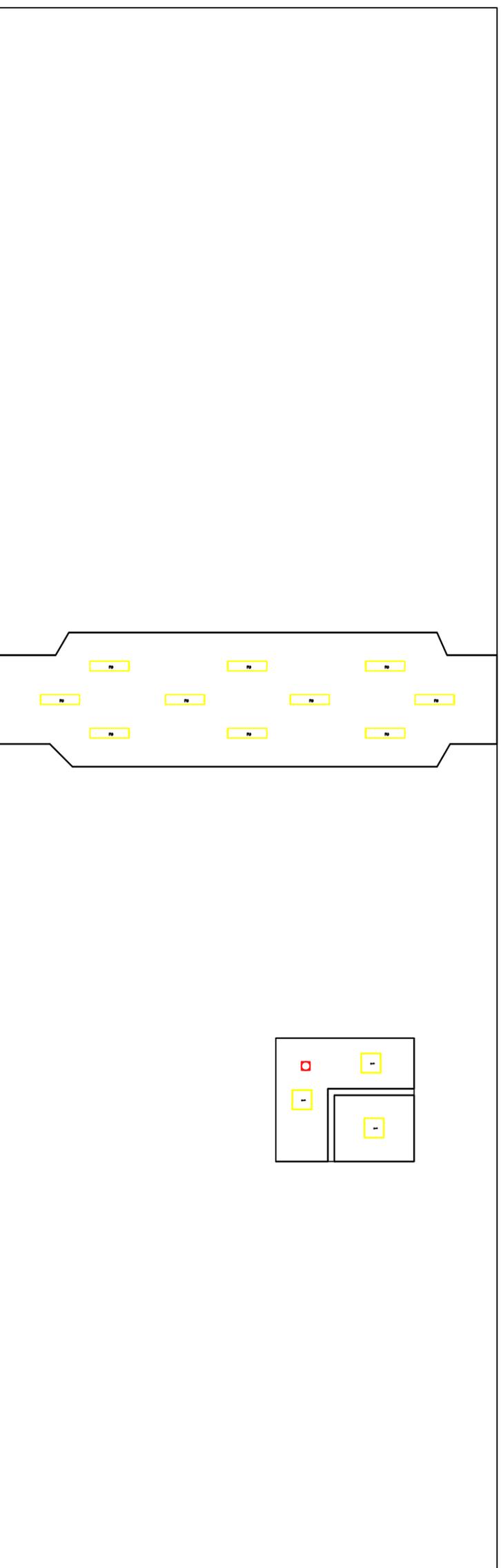
Fecha	12/10/2016	Escala	1:300	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	4	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Antiguo ed. de administración - P1	Arquitectura	ILUMINACIÓN



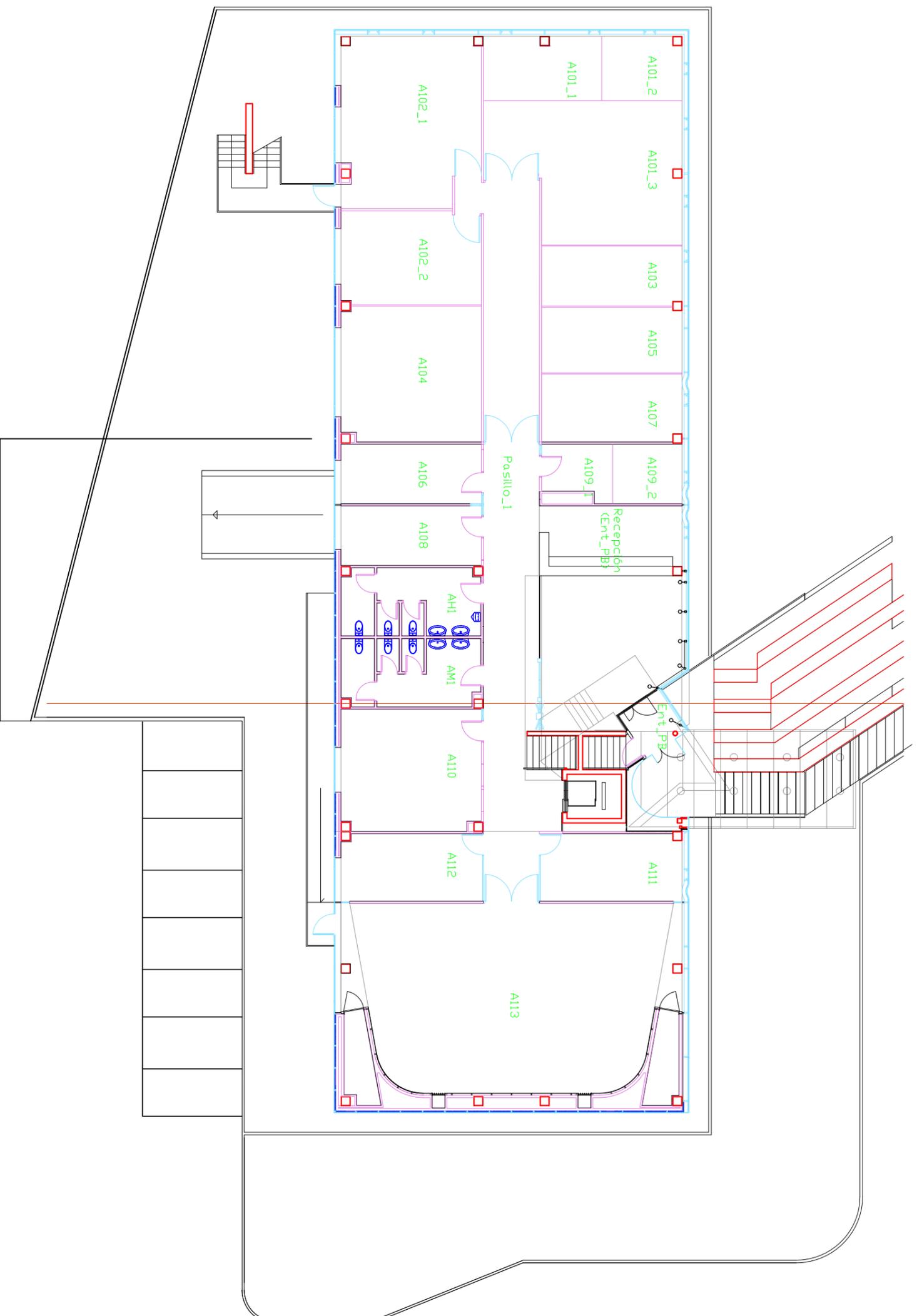
Fecha	12/10/2016	Escala	1:200	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	5	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Nuevo ed. de administración - P-1	Arquitectura	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACIÓN

-  Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco
-  Panel LED Slim 120x30cm 40W 3800lm Marco Blanco
-  Detector de movimiento Dicroma++



Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:200	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
6	1/1	Nuevo ed. de admnistración - P-1	ILUMINACIÓN



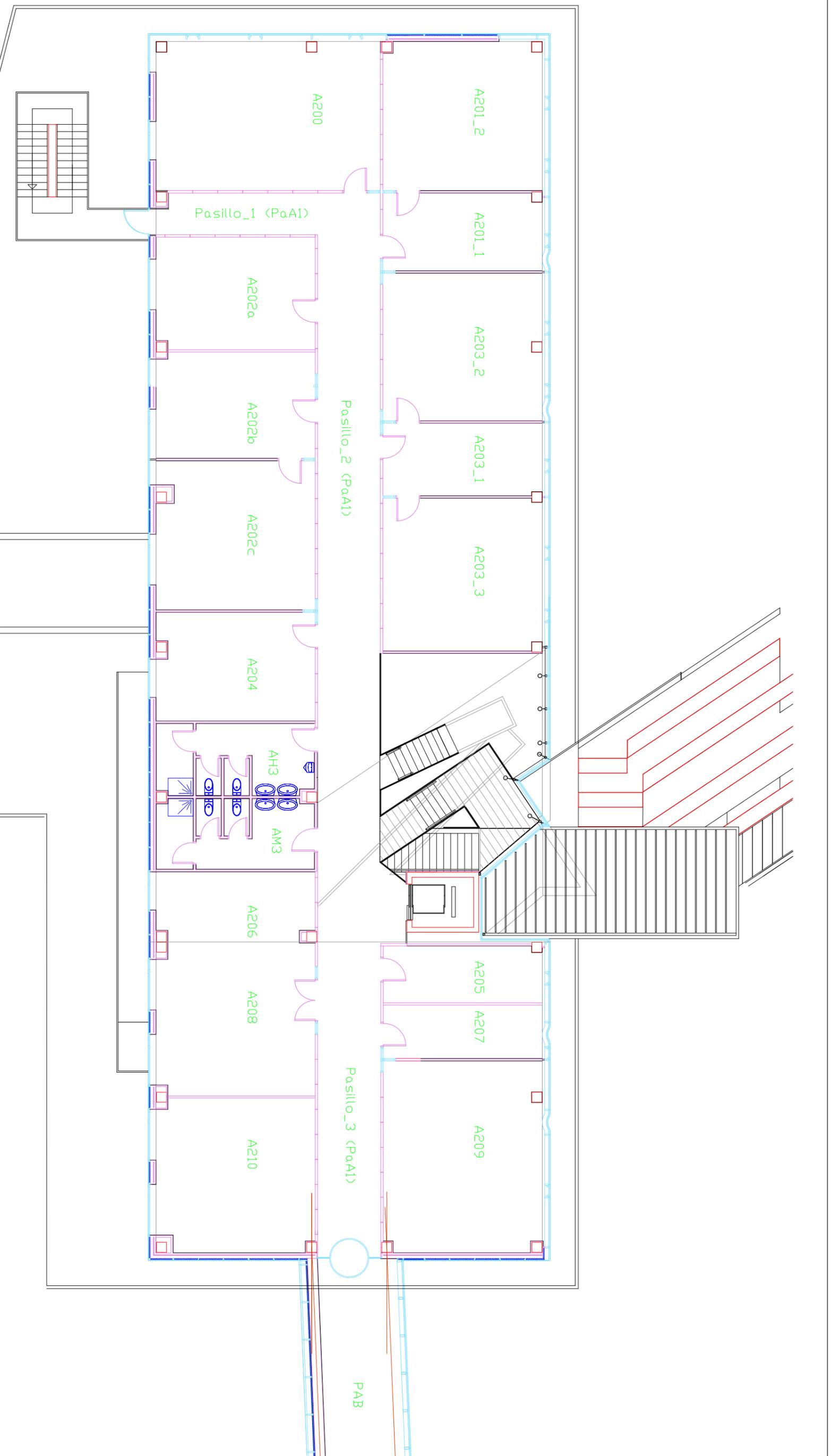
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:200	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
7	1/1	Nuevo ed. de admnistración - PB	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACION

- Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco
- Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco
- ▭ Panel LED Slim 120x30cm 40W 3800lm Marco Blanco
- Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
- ◻ Detector de Movimiento Dicromat +



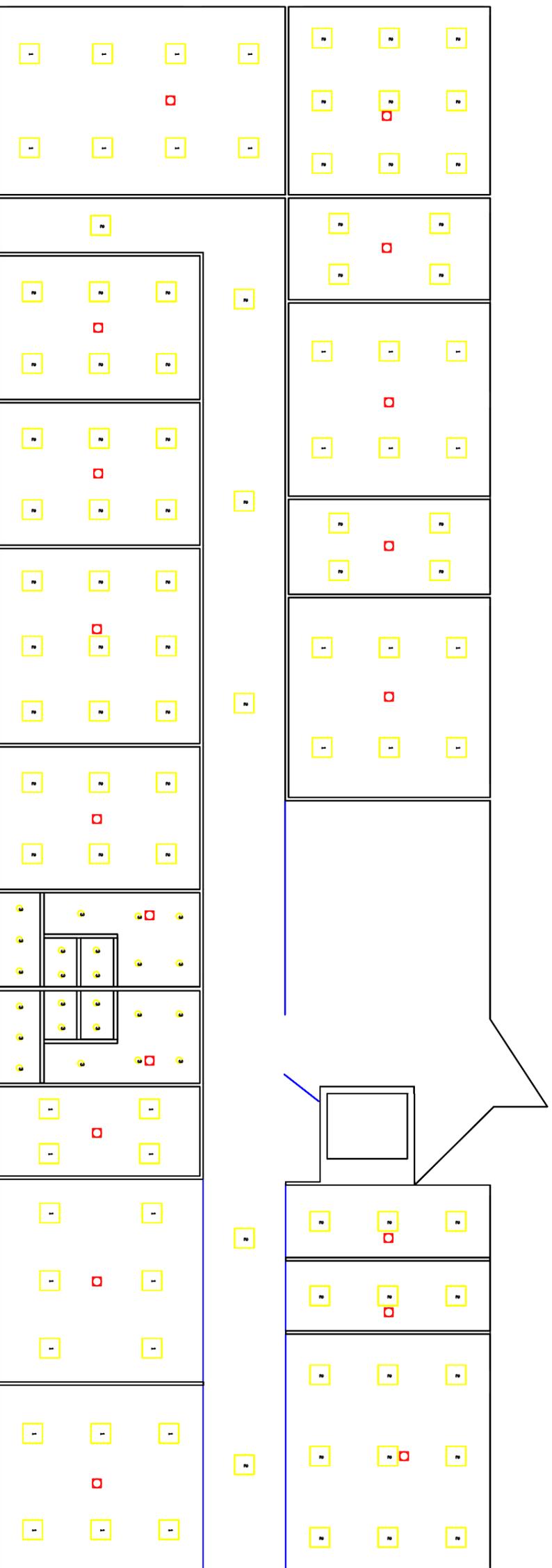
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:150	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
8	1/1	Nuevo ed. de administración - PB	ILUMINACIÓN



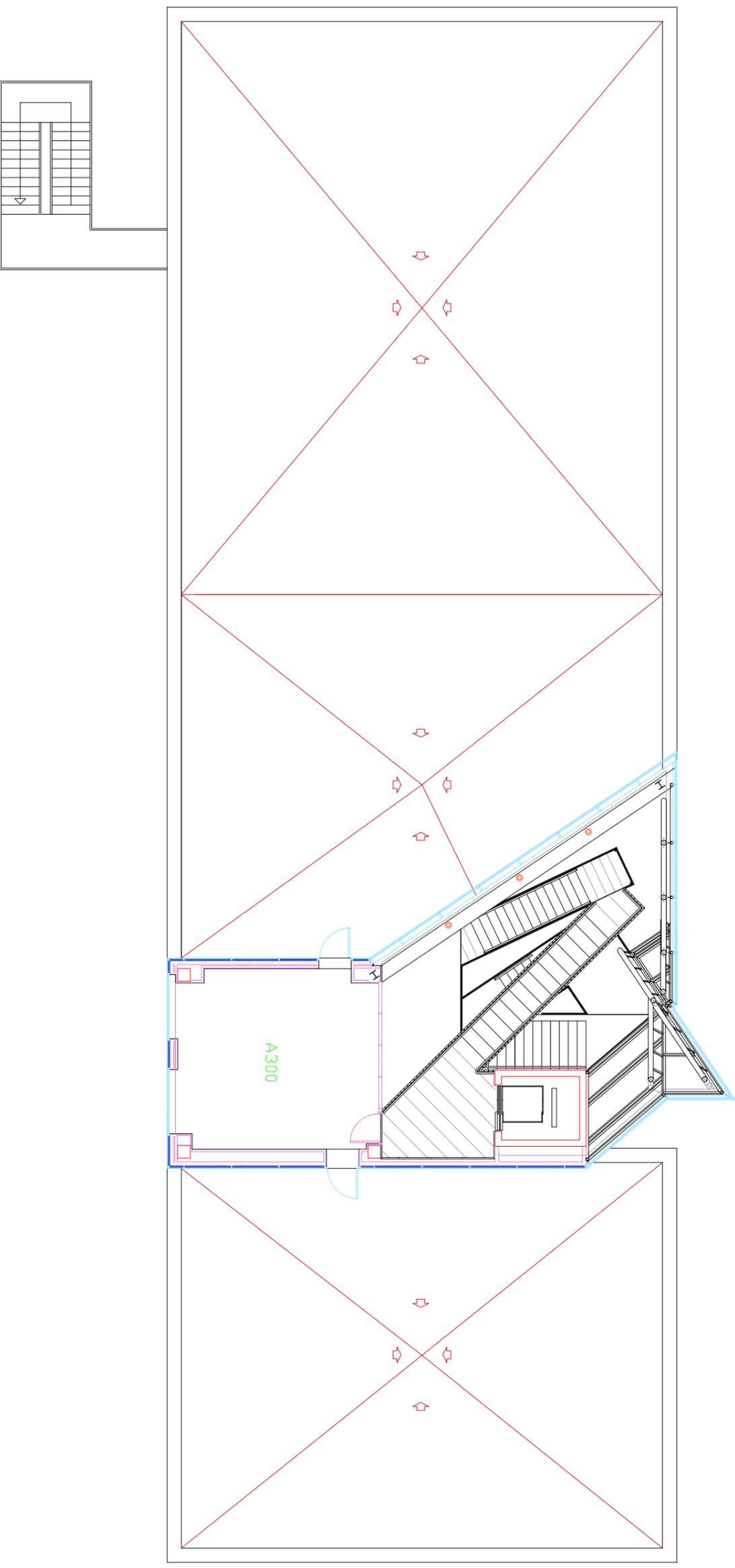
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:150	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
9	1/1	Nuevo ed. de admnistración - P1	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACION

- Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Blanco
- ▣ Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco
- Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
- ◻ Detector de Movimiento Dicromat +



Fecha	12/10/2016	Escala	1:150	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	10	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Nuevo ed. de administración - P1	Arquitectura	ILUMINACION

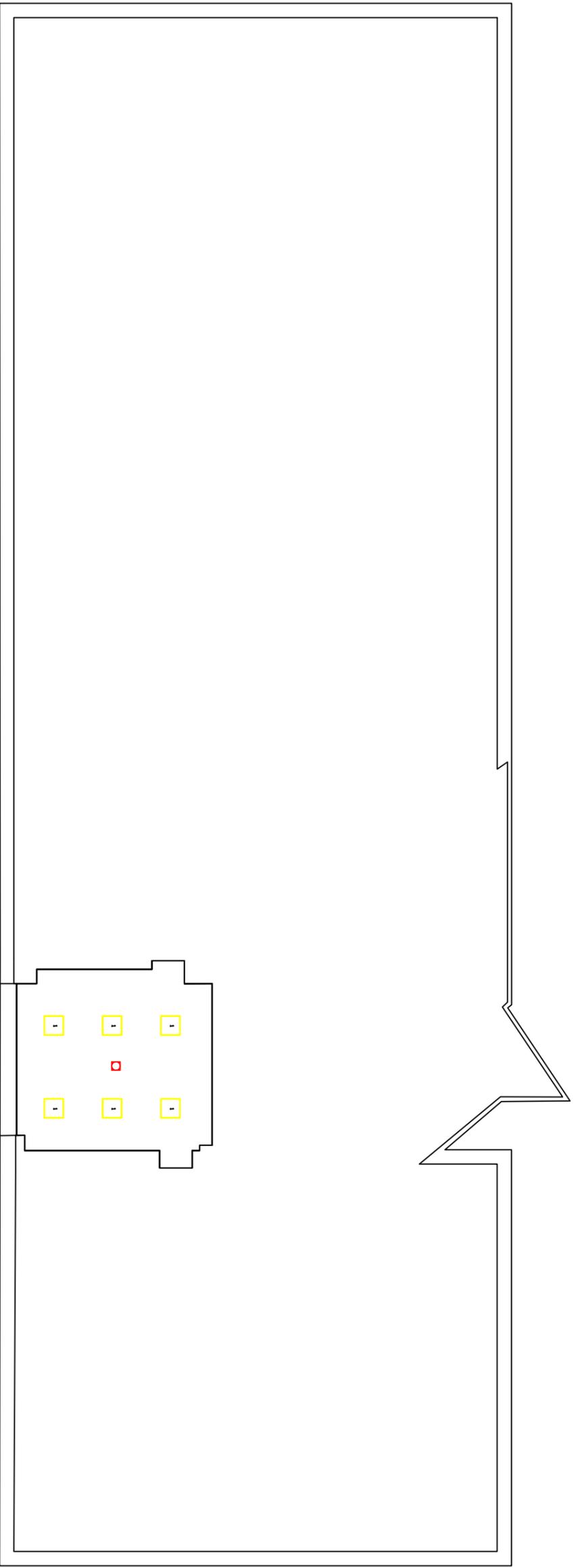


Fecha	12/10/2016	Escala	1:150	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	11	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Nuevo ed. de admnistración - P2	Arquitectura	IDENTIFICADORES

LEYENDA ILUMINACION

□ Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Blanco

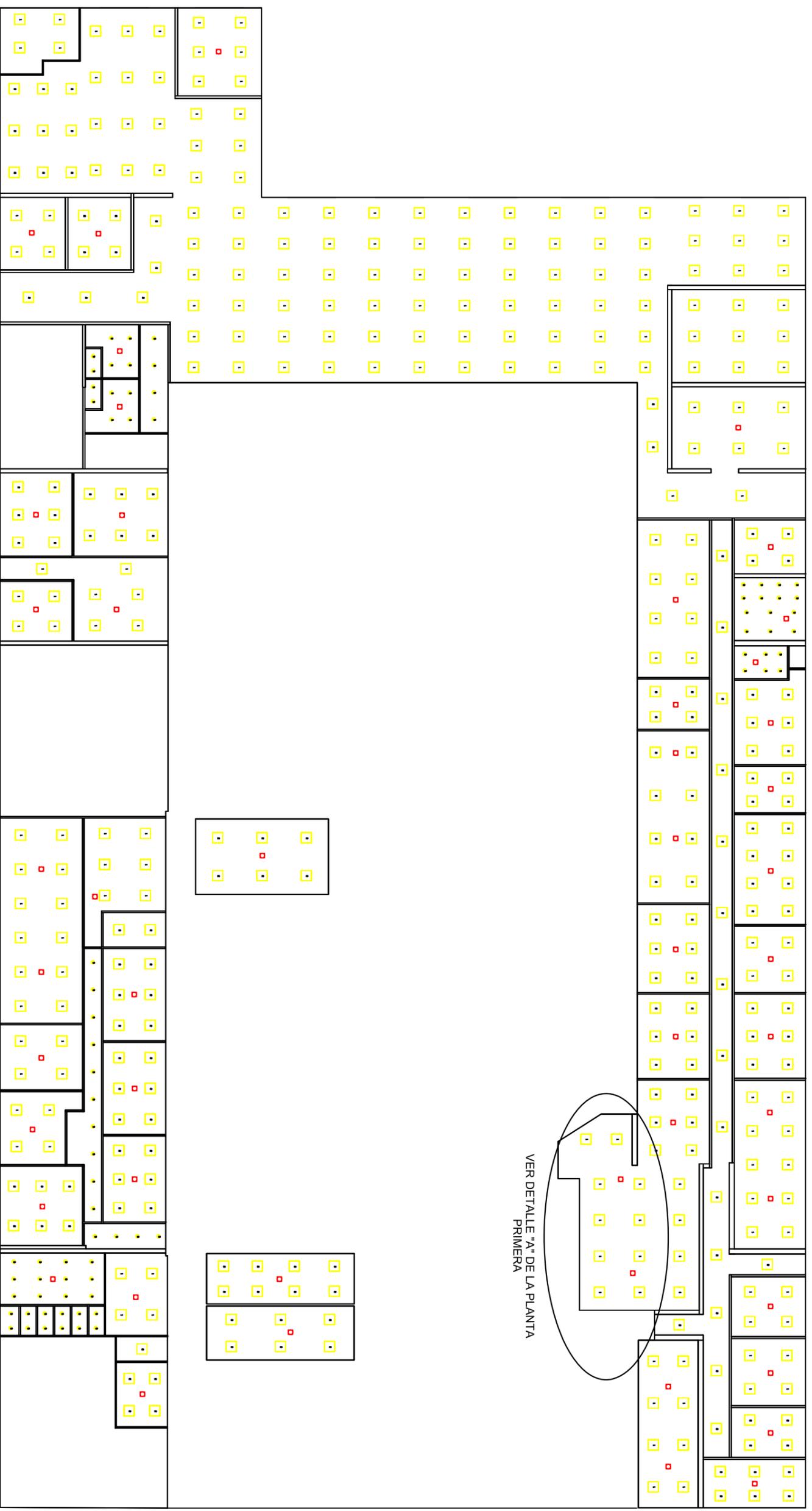
□ Detector de Movimiento Dicromat +



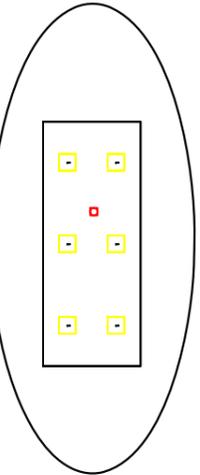
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:150	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
12	1/1	Nuevo ed. de admnistración - P2	ILUMINACION



LEYENDA ILUMINACIÓN	
	Panel LED Slim 60x60cm 40w 3800lm Marco Blanco
	Panel LED Slim 60x60cm 40w 3200lm Marco Blanco
	Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
	Detector de Movimiento Dicromat +



VER DETALLE "A" DE LA PLANTA PRIMERA



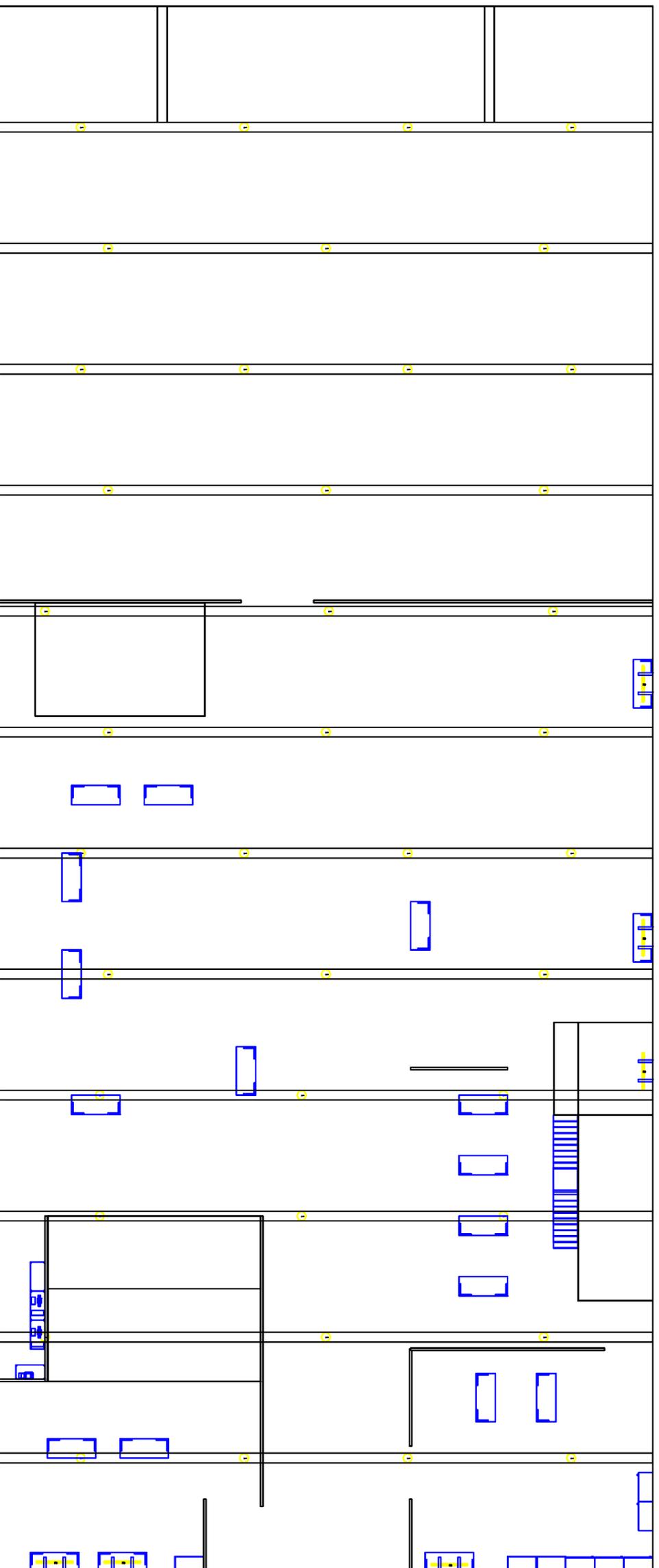
DETALLE "A" DE LA PLANTA PRIMERA

Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:250	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
14	1/2	Ed. mantenimiento	ILUMINACIÓN

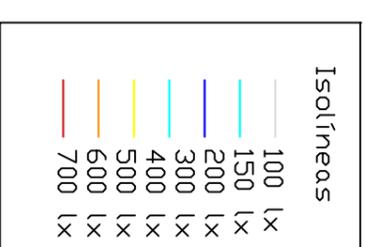
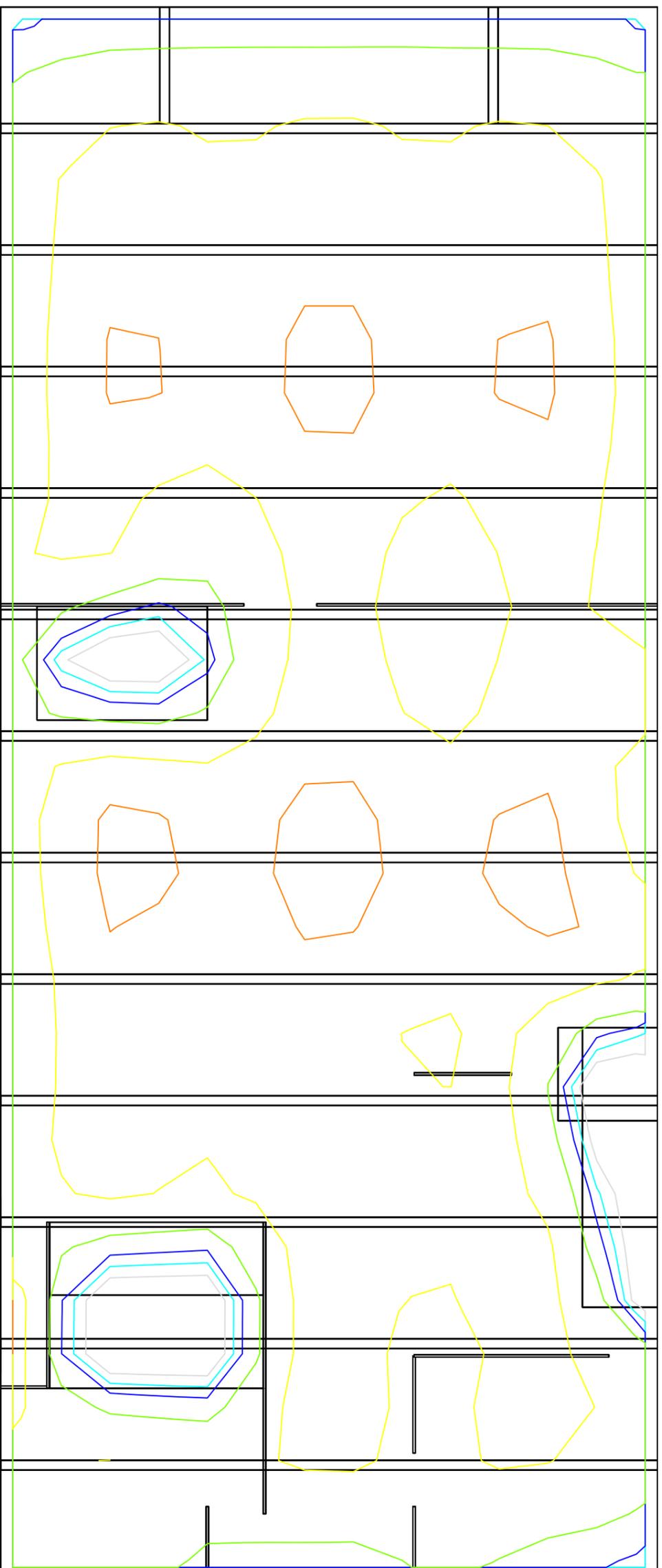
LEYENDA ILUMINACION

○ Campana LED High Efficiency SMD 200W 30079lm

—●— PHILIPS WT120C L1500 1xLED345/840 3400lm



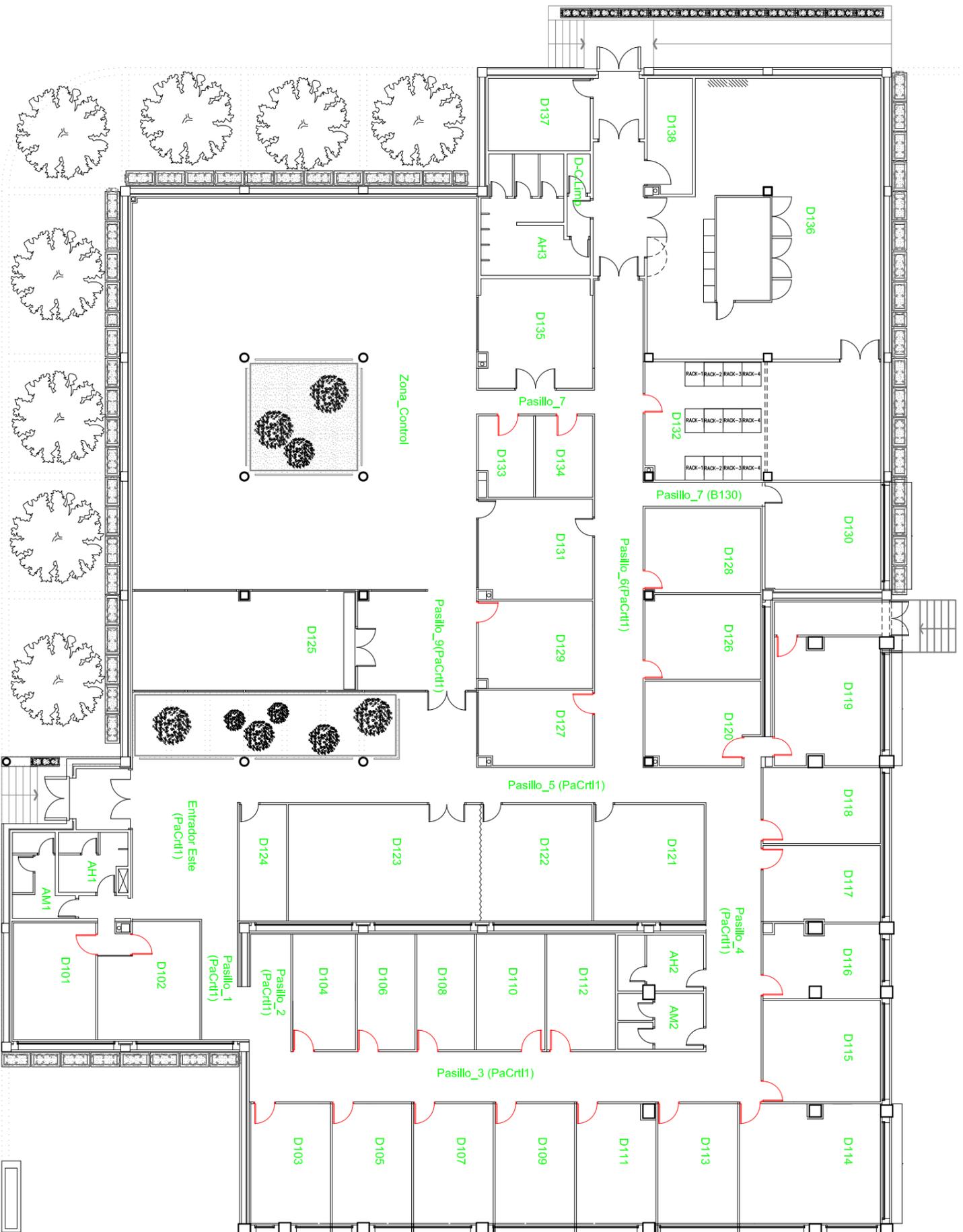
Fecha	Escala	Autor	Empresa
12/10/2016	1:200	Vicente Bartoll Bernat	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	Nº de hoja	Título del plano	Arquitectura
14	2/2	Ed. Mantenimehnto - TALLER	ILUMINACION



Fecha	12/10/2016	Escala	1:200	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	15	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Ed. Mantenimiento - TALLER	Arquitectura	ISDLÍNEAS

328	496	496	511	504	482	523	502	521	598				370	488	326
360	586	570	611	595	595	578	574	621	607	595	576	540	564	590	367
373	570	536	604	546	495	481	518	618	566	555	589	549	538	570	398
362	525	524	533	528	440	429	492	513	543	482	522	491	478	410	374
371	594	566	625	585	580	566	569	640	595	562	551	549	530	601	386
369	593	568	623	585	567	558	566	642	603	592	598	561	560	587	382
364	524	524	532	521	384	320	485	513	543	493	526			503	349
374	569	535	603	530	380		491	616	565	520	529			496	392
356	581	568	603	584	542		516	624	609	599	593			573	405
325	491	489	503	499	548		451	521	510	484	498	579	344	558	381

Fecha	12/10/2016	Escala	1:200	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	16	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Ed. Mantenimiento - TALLER	Arquitectura	GRÁFICO DE VALDRES



Fecha	12/10/2016	Escala	1:200	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP OIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	17	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Ed. Sala de control	Arquitectura	IDENTIFICADORES



LEYENDA ILUMINACIÓN

- Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm Marco Bianco
- Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm Marco Bianco
- Lámpara LED GU10 CDB Cristal 220V 7W
- ▭ Panel LED Slim 30x120cm 40W 3200lm Marco Bianco
- Detector de Movimiento Dicromat +

Fecha	12/10/2016	Escala	1:200	Autor	Vicente Bartoll Bernat	Empresa	BP DIL ESPAÑA S.A.U.
Nº de plano	18	Nº de hoja	1/1	Título del plano	Ed. Sala de control	Arquitectura	ILUMINACIÓN

***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES**

AUTOR

Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

## Índice

<b>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS</b> .....	260
<b>1.1. Objeto</b> .....	260
<b>1.2. LEGISLACIÓN APLICABLE</b> .....	260
<b>1.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES</b> .....	262
<b>1.4. MANTENIMEINTO</b> .....	263

# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

## 1.1. Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de alumbrado interior. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

## 1.2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Todos los productos incluidos en este ámbito están sometidos obligatoriamente al mercado CE, que indica que todo elemento o componente que exhibe dicho marcado cumple con la siguiente legislación y cualquier otra asociada que en cada momento sea de aplicación.

La modificación de una luminaria ya instalada y equipada con lámpara de descarga o de otra tecnología, adaptándola a diferentes soluciones con fuentes de luz tipo LED (ya sea mediante “lámparas de reemplazo”, “sustitución del sistema óptico” o “sistema LED Retrofit”) implica operaciones técnicas, mecánicas y/o eléctricas (por ejemplo, desconectar o puentear el equipo existente), que comprometen la seguridad y características de la luminaria original y pueden originar diferentes problemas en el ámbito de seguridad, funcionamiento, compatibilidad electromagnética, marcado legal, consideraciones medioambientales, distribución fotométrica, características de disipación térmica, flujo, eficiencia de la luminaria, consumo, vida útil y garantía.

En estos casos, el producto resultante de las modificaciones anteriormente mencionadas se convierte en una nueva luminaria; por tanto, quien efectúa dichas modificaciones, sea fabricante, distribuidor, instalador o la propiedad, pasa a convertirse en fabricante de la misma, siéndole aplicable la totalidad de la Legislación y Normativa, así como la responsabilidad sobre el producto, sobre su correcto funcionamiento, sobre la seguridad eléctrica y mecánica tanto del producto como de la instalación eléctrica asociada.

En cualquier caso esta transformación deberá cumplir las prescripciones incluidas en los diferentes apartados de este documento. En la actualidad, las luminarias de alumbrado interior, y en concreto aquellas que incorporan tecnología LED, están sometidas a la siguiente Legislación:

- Directiva de Baja Tensión- 2006/95/CEE. Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva de Compatibilidad Electromagnética - 2004 /108/CEE.
- Relativa a la aproximación de las Legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la directiva 89/336/CE.
- Directiva ROHS 2011/65/UE. Relativa a las restricciones a la utilización de

- determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE. Por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
  - Reglamento N° 1194/2012 de la Comisión, por el que se aplica la Directiva de Ecodiseño 2009/125/CE a las lámparas direccionales, lámparas LED y sus equipos.
  - Real Decreto 154/1995, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión y su Guía de Interpretación.
  - CTE: DB HE3 "Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación".
  - UNE-EN 12464-1: "Iluminación de los lugares de trabajo en interiores"
  - Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23/04/1997:
  - Artículo 8 y Anexo IV. (Existe una guía técnica, edición del 2006, para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo).
  - Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja
  - Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-51.
  - Reglamento CE nº 245/2009, de la Comisión de 18 de marzo por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo relativo a los requisitos de diseño ecológico, para lámparas, balastos y luminarias.
  - Reglamento 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.

### **GARANTIAS**

El fabricante, suministrador, distribuidor o instalador aportará las garantías que estime oportunas o le sean demandadas, que en cualquier caso no deberían ser inferiores a un plazo de 3 años para cualquier elemento o material de la instalación que provoque un fallo total o una pérdida de flujo superior a la prevista en la propuesta (factor de mantenimiento y vida útil), garantizándose las prestaciones luminosas de los productos. Estas garantías se basarán en un uso de 4.100 horas/año, para una temperatura ambiente inferior a 35°C y no disminuirá por el uso de controles y sistemas de regulación.

Los aspectos principales a cubrir son los siguientes:

- Fallo del LED: Se considerará fallo total de la luminaria LED, cuando no funcionen al menos un porcentaje del 10% de los LEDs totales que componen una luminaria. En el caso de COB, se considera cada COB como una única fuente de luz indivisible por su naturaleza, aunque sabemos que en su interior está compuesto de múltiples LED.

- Reducción indebida del flujo luminoso: La luminaria deberá mantener el flujo luminoso indicado en la garantía, de acuerdo a la fórmula de vida útil propuesta. Por ejemplo: L70 B10 60.000h  $t_a=25^{\circ}\text{C}$  (como valor referencia, L70 indica que sí el flujo luminoso baja del 70% del flujo nominal dado por el fabricante en los estudios fotométricos realizados a priori, se llevarán a cabo las acciones estipuladas en la garantía).

- Fallo del sistema de alimentación: Los drivers o fuentes de alimentación, deberán mantener su funcionamiento sin alteraciones en sus características, durante el plazo de cobertura de la garantía, normalmente quedarán excluidos en la garantía los elementos de protección como fusibles y protecciones contra sobretensiones.

- Otros defectos (defectos mecánicos): Las luminarias pueden presentar otros defectos mecánicos debidos a fallas de material, ejecución o fabricación por parte del fabricante. Estos defectos deben quedar debidamente reflejados en los términos de garantía acordados.

- Todos los términos de garantía deben ser acordados entre el comprador y el fabricante, considerándose necesario que todos los aspectos y componentes a los que afecte la misma queden reflejados y recogidos en el documento de garantía.

### **1.3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

#### **MATERIALES**

Todos los materiales empleados estarán de acuerdo con las proporciones, características y modos de ejecución que a continuación se describen.

#### **LUMINARIAS**

Se utilizaran las luminarias descritas en el proyecto, en caso de utilizar otro modelo, este deberá tener las mismas características técnicas, o en consecuencia realizar un estudio con la nueva luminaria, de este modo comprobar que se sigue cumpliendo con las normativas.

#### **CONDUCTORES**

Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores serán de cobre aislado, con tensión nominal de aislamiento de 750 V. La sección de éstos bien determinada por la ITC-BT-19.

## **1.4. MANTENIMIENTO**

### Uso y precauciones

Durante las fases de realización del mantenimiento (tanto en la reposición de las lámparas como durante la limpieza de los equipos) se mantendrán desconectados los interruptores automáticos correspondientes a los circuitos de la instalación de alumbrado.

### Mantenimiento por personal cualificado

EL mantenimiento preventivo se realiza de forma anual, el cual constara de una revisión y limpieza de las luminarias, y si es necesario en la reposición de las lámparas, en todas las zonas.

### Mediciones con luxómetro

El departamento medico deberá realizar mediciones de forma anual en las instalaciones para verificar que los niveles en todos los lugares de trabajo permanecen dentro de los criterios establecidos por la norma UNE EN 12464.

***AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS  
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN DE LOS  
EDIFICIOS DE LA PLANTA BP OIL ESPAÑA  
S.A.U. PROPUESTAS DE MEJORA***

**DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO**

AUTOR

Vicente Antonio Bartoll Bernat

DIRECTOR

Enrique Belenguer Balaguer

## Índice

<b>Propuesta 1: Balasto magnético por electrónico .....</b>	<b>266</b>
<b>Propuesta 1.1: Balasto magnético por electrónico con sistema de regulación por detectores de presencia .....</b>	<b>267</b>
<b>Propuesta 2: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (elemento a elemento).....</b>	<b>268</b>
<b>Propuesta 2.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (elemento a elemento) con sistema de regulación por detectores de presencia .....</b>	<b>269</b>
<b>Propuesta 3: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución).....</b>	<b>270</b>
<b>Propuesta 3.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución) con sistema de regulación por detectores de presencia .....</b>	<b>271</b>

## Propuesta 1: Balasto magnético por electrónico

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 20.717,54 € (no incluye el I.V.A).

<b>1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos</b>	<b>18.963,71 €</b>
1253 balastos PHILIPS HF-P 236 TL-D III 220-240V	14.309,26 €
15 balastos PHILIPS HF-P 158 TL-D III 220-240V	162,60 €
19 balastos OSRAM QT-FIT8 2x58-70 220-240V	221,35 €
450 balastos OSRAM QTP-OPTIMAL 2X18-40 220-240V	4.270,50 €
<b>2) Sistemas de control y regulación</b>	<b>0 €</b>
<b>3) Instalaciones eléctricas</b>	<b>1.753,83€</b>
438,46 horas MO Oficial electricista	1.753,83 €
<b>4) Elementos auxiliares necesarios</b>	<b>0 €</b>
<b>5) Obra civil</b>	<b>0 €</b>
<b>6) Otros gastos asociados al proyecto</b>	<b>0 €</b>

Por último se quiere destacar que cada cierto tiempo salen ayudas del IVACE (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial). Estas ayudas varían en cada año, si nos limitamos a la última convocatoria, la ayuda puede llegar a cubrir hasta el 30% del presupuesto de la instalación, con lo cual en el caso de estudio, la inversión sería de 14.502,28 €.

Para poder acceder a estas ayudas hay que cumplir unos requisitos y presentar un informe, los puntos del cual se detallan en el Diario Oficial de la Comunidad Valenciana, que hemos recogido en la tabla 1.

### Artículo 4. Actuaciones apoyables y ayudas previstas

1. Las actuaciones objeto de ayuda se resumen en el siguiente cuadro, clasificadas por programas según el sector de actividad:

Programa	Código	Actuación
Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en la Industria	IN12	Inversiones en medidas de ahorro de energía en la industria
Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en la Edificación	ED32	Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes
	ED33	Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes
Programa de Implantación de Sistemas de Gestión Energética	SGE1	Implantación de sistemas de gestión energética basados en la norma ISO 50001

Tabla 1 Actuaciones apoyables y ayudas previstas

## Propuesta 1.1: Balasto magnético por electrónico con sistema de regulación por detectores de presencia

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 28.529,35 € (no incluye el I.V.A).

<b>1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos</b> .....	<b>18.963,71 €</b>
1253 ___ balastos PHILIPS HF-P 236 TL-D III 220-240V.....	14.309,26 €
15 ___ balastos PHILIPS HF-P 158 TL-D III 220-240V.....	162,60 €
19 ___ balastos OSRAM QT-FIT8 2x58-70 220-240V.....	221,35 €
450 ___ balastos OSRAM QTP-OPTIMAL 2X18-40 220-240V.....	4.270,50 €
<b>2) Sistemas de control y regulación</b> .....	<b>7.654,08 €</b>
238 ___ equipos DICROMAT + .....	7.654,08 €
<b>3) Instalaciones eléctricas</b> .....	<b>1.329,42€</b>
498,53 ___ horas MO Oficial electricista.....	1.753,83 €
<b>4) Elementos auxiliares necesarios</b> .....	<b>101,53 €</b>
714 ___ metros CABLE FLEXIBLE 1.5mm² .....	101,53 €
<b>5) Obra civil</b> .....	<b>0 €</b>
<b>6) Otros gastos asociados al proyecto</b> .....	<b>0 €</b>

Si se obtiene la subvención del IVACE, suponiendo una cobertura de un 30% de la inversión. Se obtiene que la inversión es de 20.099,42 €.

## Propuesta 2: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (elemento a elemento)

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 76.318,34 € (no incluye el I.V.A).

### 1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos.....72,810.68 €

144	lámparas Philips CorePro LED PL-C 6.5-18W 4P G24q-2.....	1.422,26 €
924	lámparas Philips CorePro LED PL-C 8.5-26W 2P G24d-3.....	10.985,90 €
194	lámparas PL-L 2G11 15W LED Lamp.....	3.061,09 €
1287	lámparas Philips LEDtube UO 18-36W 840 - 120cm .....	22.495,66 €
53	lámparas Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm .....	1.263,47 €
222	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm.....	5.516,58 €
101	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm .....	2.868,85 €
288	lámparas Panel LED Slim 120x60cm 72W.....	15.347,36 €
97	lámparas Lámpara LED GU10 COB Cristal 220V 7W.....	341,39 €
94	lámparas Foco LED Downlight Circular Direccionable 9x1W.....	732,26 €
61	lámparas Bombilla Led 120W E40.....	8.631,50 €
9	lámparas HQI TUBULAR 13W.....	143,91 €

### 2) Sistemas de control y regulación.....0 €

### 3) Instalaciones eléctricas.....3.507,65 €

868.5	horas MO Oficial electricista.....	3.507,65 €
-------	------------------------------------	------------

### 4) Elementos auxiliares necesarios.....0 €

### 5) Obra civil .....0 €

### 6) Otros gastos asociados al proyecto.....0 €

Si se obtiene la subvención del IVACE, suponiendo una cobertura de un 30% de la inversión. Se obtiene que la inversión es de 53.422,84 €.

## Propuesta 2.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (elemento a elemento) con sistema de regulación por detectores de presencia

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 85.691,70 € (no incluye el I.V.A).

<b>1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos</b>	<b>72,810.68 €</b>
144 lámparas Philips CorePro LED PL-C 6.5-18W 4P G24q-2	1.422,26 €
924 lámparas Philips CorePro LED PL-C 8.5-26W 2P G24d-3	10.985,90 €
194 lámparas PL-L 2G11 15W LED Lamp	3.061,09 €
1287 lámparas Philips LEDtube UO 18-36W 840 - 120cm	22.495,66 €
53 lámparas Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm	1.263,47 €
222 lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm	5.516,58 €
101 lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm	2.868,85 €
288 lámparas Panel LED Slim 120x60cm 72W	15.347,36 €
97 lámparas Lámpara LED GU10 COB Cristal 220V 7W	341,39 €
94 lámparas Foco LED Downlight Circular Direccionable 9x1W	732,26 €
61 lámparas Bombilla Led 120W E40	8.631,50 €
9 lámparas HQI TUBULAR 13W	143,91 €
<b>2) Sistemas de control y regulación</b>	<b>8.972,64 €</b>
279 equipos DICROMAT+	8.972,64 €
<b>3) Instalaciones eléctricas</b>	<b>3.789,36 €</b>
938,25 horas MO Oficial electricista	3.789,36 €
<b>4) Elementos auxiliares necesarios</b>	<b>119,02 €</b>
837 metros CABLE FLEXIBLE 1.5mm <sup>2</sup>	119,02 €
<b>5) Obra civil</b>	<b>0 €</b>
<b>6) Otros gastos asociados al proyecto</b>	<b>0 €</b>

Si se obtiene la subvención del IVACE, suponiendo una cobertura de un 30% de la inversión. Se obtiene que la inversión es de 59.984,19 €.

## Propuesta 3: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución)

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 57.770,76 € (no incluye el I.V.A).

### 1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos.....52,701.11 €

20	lámparas Philips LEDtube UO 18-36W 840 - 120cm .....	349,58 €
6	lámparas Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm .....	143,03 €
651	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm .....	16.176,99 €
876	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm .....	24.882,30 €
42	lámparas Panel LED Slim 120x60cm 72W .....	1.431,78 €
458	lámparas Lámpara LED GU10 COB Cristal 220V 7W .....	1.611,91 €
40	lámparas Campana LED High Efficiency SMD 200W .....	7.961,60 €
9	lámparas HQI TUBULAR 13W .....	143,91 €

### 2) Sistemas de control y regulación.....2.167,60 €

107	equipos Driver Regulable 1-10V LIFUD 40W .....	1.898,18 €
19	equipos Regulador LED 1/10V con Mando a Distancia IR .....	269,42 €

### 3) Instalaciones eléctricas.....2.249,58 €

562,4	horas MO Oficial electricista .....	2.249,58 €
-------	-------------------------------------	------------

### 4) Elementos auxiliares necesarios.....652,47 €

286	metros CABLE FLEXIBLE 1.5mm² .....	40,67 €
230	unidades Aro Downlight Circular Basculante .....	319,70 €
230	unidades Techo acústico GABELEX TAURUS C-3 .....	292,10 €

### 5) Obra civil .....0 €

### 6) Otros gastos asociados al proyecto .....0 €

Si se obtiene la subvención del IVACE, suponiendo una cobertura de un 30% de la inversión. Se obtiene que la inversión es de 40.439,08 €.

## Propuesta 3.1: Sustitución de la iluminación actual por tecnología LED (con redistribución) con sistema de regulación por detectores de presencia

A continuación se detalla el presupuesto, incluyendo nº de unidades y precio total. El presupuesto total es de 67.144,12 € (no incluye el I.V.A).

### 1) Inversión en luminarias, lámparas y equipos.....52,701.11 €

20	lámparas Philips LEDtube UO 18-36W 840 - 120cm .....	349,58 €
6	lámparas Philips Master LEDtube UO 25W 840 150cm .....	143,03 €
651	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3200lm .....	16.176,99 €
876	lámparas Panel LED Slim 60x60cm 40W 3800lm .....	24.882,30 €
42	lámparas Panel LED Slim 120x60cm 72W .....	1.431,78 €
458	lámparas Lámpara LED GU10 COB Cristal 220V 7W .....	1.611,91 €
40	lámparas Campana LED High Efficiency SMD 200W .....	7.961,60 €
9	lámparas HQI TUBULAR 13W .....	143,91 €

### 2) Sistemas de control y regulación.....11.140,24 €

107	equipos Driver Regulable 1-10V LIFUD 40W .....	1.898,18 €
19	equipos Regulador LED 1/10V con Mando a Distancia IR .....	269,42 €
279	equipos DICROMAT + .....	8.972,64 €

### 3) Instalaciones eléctricas.....2.531,29 €

626,75	horas MO Oficial electricista .....	2.531,29 €
--------	-------------------------------------	------------

### 4) Elementos auxiliares necesarios.....771,49€

1123	metros CABLE FLEXIBLE 1.5mm² .....	159,69 €
230	unidades Aro Downlight Circular Basculante .....	319,70 €
230	unidades Techo acústico GABELEX TAURUS C-3 .....	292,10 €

### 5) Obra civil ..... 0 €

### 6) Otros gastos asociados al proyecto.....0 €

Si se obtiene la subvención del IVACE, suponiendo una cobertura de un 30% de la inversión. Se obtiene que la inversión es de 47.000,89 €.