

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de la reducción del consumo eléctrico en el edificio Isaac Peral

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Carlos Martínez Bonmatí

DIRECTORA: Araceli Regueiro Pereira

CURSO ACADÉMICO: 2022-2023

Universidade Vigo



Centro Universitario de la Defensa
en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio de la reducción del consumo eléctrico en el edificio Isaac Peral

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General

Universidade Vigo

RESUMEN

El propósito primordial del presente trabajo es proponer una transición de la tecnología fluorescente a la tecnología LED, así como la reconfiguración de las luminarias en el esquema de iluminación interna del edificio "Isaac Peral". Dicho edificio se distingue por ser el centro de enseñanza de los próximos oficiales de la Armada Española, donde se imparten continuamente clases de materias militares y civiles. Por lo tanto, es esencial establecer un entorno de trabajo cómodo para obtener un mayor rendimiento de los estudiantes. Tras examinar los parámetros luminotécnicos del sistema de iluminación actual dentro del edificio, se ha detectado que algunos de ellos no se ajustan a la normativa.

Para remediar esta dificultad, se ha llevado a cabo una simulación 3D del edificio y diversas simulaciones mediante el software DIALux evo para encontrar un sistema de alumbrado más eficiente que cumpla con los mínimos requisitos luminotécnicos estipulados por la normativa. Además, la modificación del sistema de iluminación también contribuye al medio ambiente al desechar los tubos fluorescentes que contienen mercurio. Finalmente, tras un estudio de amortización, se ha demostrado que el proyecto es viable y que en menos de seis años se recupera la inversión inicial y se comienza a ahorrar.

PALABRAS CLAVE

Luminarias, DIALux evo, Eficiencia energética, Consumo eléctrico, LED.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría aprovechar esta oportunidad para manifestar públicamente mi sincera gratitud a todas las personas que, con su compañía y apoyo, han contribuido en mi desarrollo personal y profesional, permitiéndome alcanzar el lugar en el que me encuentro.

Quiero destacar la ayuda continua de la directora del trabajo, Araceli Regueiro Pereira, sin sus recomendaciones hubiese sido imposible concluir de manera satisfactoria este proyecto. Le estoy profundamente agradecido por su dedicación y guía, que me han permitido aprender y crecer profesionalmente.

CONTENIDO

Contenido 1
Índice de Figuras 4
Índice de Tablas 6
1 Introducción y objetivos 7
1.1 Antecedentes 7
1.2 Objetivo 7
1.3 Ubicación 8
1.4 Marco legal 8
1.5 Herramientas informáticas utilizadas 9
2 Estado del arte 10
2.1 Introducción 10
2.2 Conceptos de iluminación 10
2.2.1 Luz y luz visible 10
2.2.2 Temperatura de color 11
2.2.3 Eficiencia o rendimiento luminoso 12
2.2.4 Índice de reproducción cromática 12
2.2.5 Deslumbramiento 12
2.2.6 Alumbrado de interiores 13
2.3 Magnitudes luminotécnicas 13
2.3.1 Flujo luminoso 13
2.3.2 Intensidad luminosa 14
2.3.3 Nivel de iluminación 14
2.3.4 Luminancia 15
2.3.5 Uniformidad 15
2.4 Tecnologías de iluminación 16
2.4.1 Lámparas incandescentes 16
2.4.2 Lámparas fluorescentes 16
2.4.3 Bombillas LED 17
2.4.4 Comparativa 18
2.5 Software de simulación DIALUX evo 18
3 Desarrollo del TFG 20
3.1 Introducción 20
3.2 Metodología propuesta 20

3.3 Análisis del lugar 21
3.3.1 Descripción del edificio Isaac Peral 21
3.3.2 Situación actual....22
3.3.2.1 Aulas....23
3.3.2.2 Laboratorios....24
3.3.2.3 Despachos....24
3.3.2.4 Aseos 25
3.3.2.5 Zonas de paso 25
3.3.2.6 Sala de juntas....26
3.3.2.7 Seminarios....26
3.3.3 Análisis de datos....26
3.4 Selección de los equipos de iluminación 26
3.4.1 Lámparas....26
3.4.2 Detector de movimiento 30
3.5 Diseño del sistema de iluminación....30
3.5.1 Importación de planos a DIALux evo 30
3.5.2 Menú Construcción....31
3.5.2.1 Submenú Planos 32
3.5.2.2 Submenú Terreno 32
3.5.2.3 Submenú Construcción de plantas y edificios....32
3.5.2.4 Submenú Aberturas de edificio. 33
3.5.2.5 Submenú Áreas....34
3.5.2.6 Submenú Elementos del ambiente 35
3.5.2.7 Submenú Tejados 36
3.5.2.8 Submenú Techos 36
3.5.2.9 Submenú Recorte 37
3.5.2.10 Submenú Muebles y objetos....37
3.5.2.11 Submenú Materiales 38
3.5.3 Menú Luz....38
3.5.3.1 Instalación de plugins....38
3.5.3.2 Submenú Luminarias....39
3.5.3.3 Submenú Lámparas 40
3.5.3.4 Submenú Filtro 41
3.5.3.5 Submenú Escenas de luz 41
3.5.3.6 Submenú Áreas....42
3.5.3.7 Submenú Consumo de energía 42
3.5.4 Menú Objetos de cálculo 42

3.6 Comparativa entre el alumbrado actual y el propuesto 43
3.7 Estudio de amortización 45
3.7.1 Introducción 45
3.7.2 Variables 45
4 Resultados / Validación / Prueba 46
4.1 Introducción 46
4.2 Modelado 3D 46
4.3 Valores luminotécnicos simulación DIALux evo 50
4.3.1 Aulas 53
4.3.2 Laboratorios 53
4.3.3 Despachos 54
4.3.4 Aseos 54
4.3.5 Zonas de paso 54
4.3.6 Sala de juntas 55
4.3.7 Seminarios 55
4.4 Estudio de amortización 55
4.4.1 Cálculos 55
4.4.2 Evaluación de los resultados 58
5 Conclusiones y líneas futuras 60
5.1 Descripción del apartado 60
5.2 Estudio de la situación actual 60
5.3 Modelado 3D 60
5.4 Simulación del sistema de alumbrado propuesto 60
5.5 Resultados 61
5.6 Líneas futuras 61
6 Bibliografía 62
Anexo I: Implicaciones Sociales, y/o Económicas, y/o Ambientales 66
Anexo II: Reflexiones Éticas y Sociales 67
Anexo III: Informe de la instalación propuesta 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Edificio Isaac Peral 7
Figura 1-2. Posición geográfica del edificio Isaac Peral 8
Figura 1-3. Procedimiento para guardar un objeto 3D con *pCon.planner* 9
Figura 2-1. Espectro electromagnético [31] 10
Figura 2-2. Espectro visible [8] 11
Figura 2-3. Temperatura de color [9] 11
Figura 2-4. Índice de reproducción cromática [12] 12
Figura 2-5. Flujo luminoso [14] 13
Figura 2-6. Intensidad luminosa [14] 14
Figura 2-7. Sólido fotométrico de una lámpara incandescente [15] 14
Figura 2-8. Luminancia [14] 15
Figura 2-9. Bombilla incandescente [17] 16
Figura 2-10. Tubo fluorescente [18] 17
Figura 2-11. Diodo [19] 17
Figura 3-1. Telémetro láser GLM 100 C Professional de Bosch 21
Figura 3-2. Planta baja del edificio Isaac Peral. 21
Figura 3-3. Planta alta del edificio Isaac Peral 22
Figura 3-4. Orientación del edificio Isaac Peral 22
Figura 3-5. Luxómetro PCE-174 22
Figura 3-6. Requisitos para iluminación en interiores según la norma UNE-EN 12464-1 [13] 23
Figura 3-7. TL-D Super 80 18W/840 1SL/25 [22] 27
Figura 3-8. Tubo LED T8 Nano Plástico 9W 60cm [23] 28
Figura 3-9. Detector de movimiento PIR deleyCON 30
Figura 3-10. Menú inicial de DIALux evo 31
Figura 3-11. Menú *Construcción* 31
Figura 3-12. Submenú *Terreno* 32
Figura 3-13. Submenú *Construcción de plantas y edificio* 33
Figura 3-14. Nueva sala definida 33
Figura 3-15. Planta baja con todas las salas definidas 33
Figura 3-16. Submenú *Aberturas de edificio* 34
Figura 3-17. Submenú *Aberturas de edificio*. Ejemplo colocación de abertura 34
Figura 3-18. Submenú *Áreas*. Posibles modificaciones 35
Figura 3-19. Submenú *Elementos del ambiente*. Escalera principal 35

Figura 3-20. Submenú *Tejados*. Tejado del edificio Isaac Peral en modo 3D 36
Figura 3-21. Submenú *Techos*. Techos de los despachos de los profesores 36
Figura 3-22. Submenú *Recorte*. Hueco de la escalera en la segunda planta 37
Figura 3-23. Submenú Muebles y objetos. Catálogo de objetos (fuente: propia) 37
Figura 3-24. Submenú *Materiales* 38
Figura 3-25. Menú de búsqueda de DIALux Luminaire Finder 39
Figura 3-26. Luminaria 861 Comfortlight UGR<19 de Disano (fuente: propia). 39
Figura 3-27. Submenú *Luminarias* 40
Figura 3-28. Submenú Lámparas 40
Figura 3-29. Submenú *Filtros* 41
Figura 3-30. Submenú Escenas de luz 41
Figura 3-31. Submenú Consumo de energía 42
Figura 3-32. Submenú Objetos de cálculo 43
Figura 3-33. Resultados de los cálculos. Isolíneas (izquierda). Simultáneo (derecha) 43
Figura 3-34. Comparativa de la 1ª planta entre la situación actual y la propuesta 44
Figura 3-35. Comparativa de la 2ª planta entre la situación actual y la propuesta 44
Figura 4-1. Cara este del edificio 46
Figura 4-2. Vista en planta de la planta inferior 47
Figura 4-3. Vista en planta de la planta superior 47
Figura 4-4. Pasillo de la planta inferior 47
Figura 4-5. Aula con ordenadores de la primera planta 47
Figura 4-6. Laboratorio de Química 48
Figura 4-7. Aseo de profesores 2ª planta 48
Figura 4-8. Seminario 49
Figura 4-9. Despacho de profesor 49
Figura 4-10. Resultados del aula 55-57 de la simulación de DIALux evo 51
Figura 4-11. Resultados de la simulación de la superficie de cálculo 52
Figura 4-12. Punto de amortización 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Índices de reproducción cromática 12
Tabla 2-2. Niveles mínimos de iluminación en lugares de trabajo [13]....15
Tabla 2-3. Resumen comparativo de los distintos tipos de lámparas....18
Tabla 3-1. Situación actual de las aulas 23
Tabla 3-2. Situación actual de los laboratorios 24
Tabla 3-3. Situación actual de los despachos 24
Tabla 3-4. Situación actual de los aseos....25
Tabla 3-5. Situación actual de las zonas de paso 25
Tabla 3-6. Situación actual de la sala de juntas....26
Tabla 3-7. Situación actual de los seminarios 26
Tabla 3-8. Especificaciones técnicas TL-D Super 80 18W/840 1SL/25....27
Tabla 3-9. Especificaciones tubo LED T8 Nano Plástico 9W 60cm 28
Tabla 3-10. Especificaciones bombilla fluorescente Philips MASTER PL-C 26W/840 29
Tabla 3-11. Características Bombilla LED E27 Regulable A65 18W 29
Tabla 3-12. Comparativa del número de luminarias entre la situación actual y la propuesta....44
Tabla 4-1. Situación propuesta de aulas....53
Tabla 4-2. Situación propuesta de laboratorios 53
Tabla 4-3. Situación propuesta de despachos....54
Tabla 4-4. Situación propuesta de aseos 54
Tabla 4-5. Situación propuesta de zonas de paso....54
Tabla 4-6. Situación propuesta de sala de juntas....55
Tabla 4-7. Situación propuesta de seminarios....55
Tabla 4-8. Horario de funcionamiento estimado....55
Tabla 4-9. Número de luminarias en el edificio 56
Tabla 4-10. Consumos individuales de tubos y bombillas....56
Tabla 4-11. Consumos específicos de tubos y bombillas....56
Tabla 4-12. Consumos totales de la instalación actual e instalación propuesta 56
Tabla 4-13-. Precios de tubos y bombillas 57
Tabla 4-14. Coste total de adquisición 57
Tabla 4-15. Coste energético anual de la instalación actual y de la instalación propuesta 57
Tabla 4-16. Gastos anuales en instalación actual y propuesta 58

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes

El edificio Isaac Peral (Figura 1-1), situado en la Escuela Naval Militar de Marín, cuenta tanto con aulas para impartir clases como con despachos para el profesorado. La luminaria que está instalada actualmente es inadecuada y como consecuencia posee una alta demanda eléctrica. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio para lograr una mayor eficiencia del consumo eléctrico, alcanzando así un ahorro económico y una reducción del impacto ambiental.



Figura 1-1. Edificio Isaac Peral

1.2 Objetivo

Este trabajo fin de grado tiene por objeto mejorar la eficiencia energética del edificio Isaac Peral, centrándose fundamentalmente en la reducción del consumo eléctrico, y el ahorro económico que ello conlleva. Para ello, será necesario el estudio y cálculo del ahorro sobre el consumo eléctrico del edificio, mediante un análisis técnico y comparativo de costes, haciendo hincapié en los consumos eléctricos y el precio que supone la compra, instalación y mantenimiento de nuevos sistemas.

Finalmente, se valorará la eliminación de aquella luminaria que contenga mercurio. El consumo de este tipo de lámparas provoca emisiones de dióxido de carbono, que afectan gravemente al medio ambiente.

1.3 Ubicación

La luminaria del edificio que se va a estudiar se encuentra situado en Marín, en la provincia de Pontevedra, más específicamente en el terreno de la escuela naval militar (en adelante ENM). Dentro de la ENM, está situado entre la pista militar y el muelle Almirante Vierna (Figura 1-2).



Figura 1-2. Posición geográfica del edificio Isaac Peral

1.4 Marco legal

La normativa que se ha empleado para desarrollar este proyecto es la siguiente:

- Código Técnico de Edificación (CTE), más en concreto el Documento Básico HE de ahorro de energía, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Este recoge información detallada sobre las medidas de ahorro de energía implementadas en un edificio o instalación [1].
- La norma europea sobre la iluminación para interiores UNE-EN 12464-1, la cual regula la iluminación en los lugares de trabajo interiores, y que se resume en dos términos: confort visual y rendimiento de colores [2].
- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, aprueba los procedimientos básicos para lograr la certificación de eficiencia energética en edificios [3].
- Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, regula la sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa [4].

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, regula las normativas mínimas de seguridad y salud de los trabajadores en la utilización de los equipos de trabajo [5].
- Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020 [6].

1.5 Herramientas informáticas utilizadas

- AutoCAD: Una vez se han tomado todas las medidas del edificio, este programa ha sido empleado para generar los planos en formato *.dwg*.
- DIALux evo: Este programa permite generar un modelo del edificio Isaac Peral en 3D y planificar el sistema de alumbrado mediante la simulación de fuentes de luz virtuales. Proporciona cálculos precisos de alumbrado que ayudan a cumplir con los estándares de iluminación requeridos para el proyecto. En resumen, DIALux evo es una herramienta útil para diseñar y planificar sistemas de iluminación eficientes y efectivos.
- PCon.planner: Esta herramienta permite agregar objetos virtuales como sillas, mesas y accesorios (que no aparecen en el catálogo de DIALux evo) al modelo 3D del edificio. Para ello, primero hay que descargar el objeto de algún catálogo de Internet como puede ser *3D Warehouse – SketchUp*, abrir el objeto con *PCon.planner*, y finalmente exportar la geometría en 3D a una carpeta del ordenador para luego poder abrir el objeto en DIALux evo (Figura 1-3).

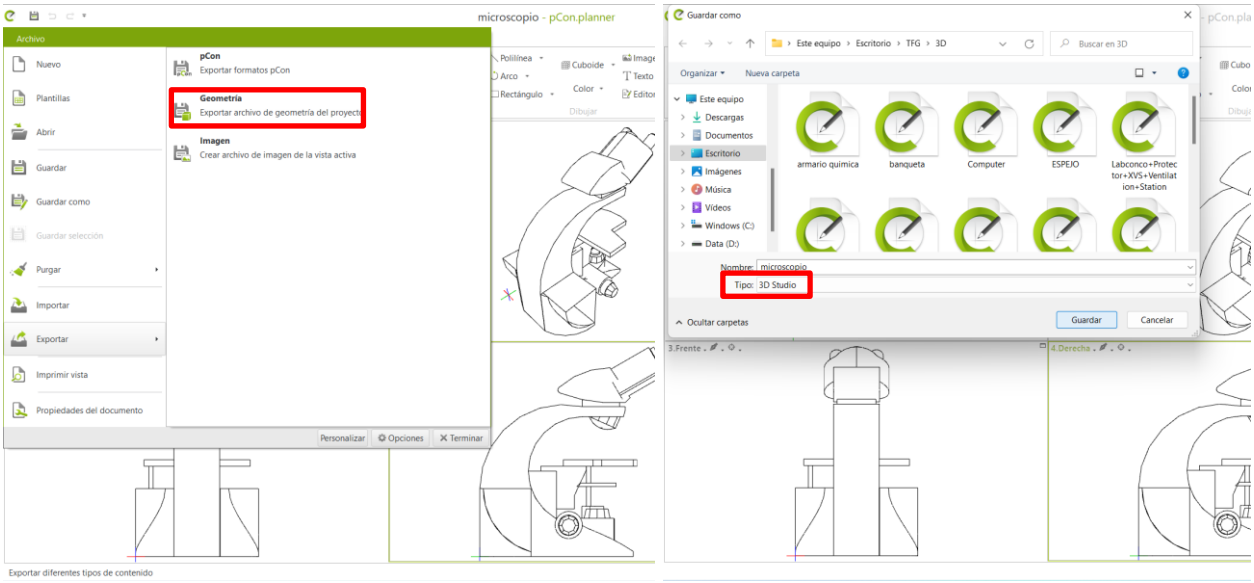


Figura 1-3. Procedimiento para guardar un objeto 3D con *pCon.planner*

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción

En este capítulo, se definirán los conceptos clave necesarios para llevar a cabo este trabajo, como son: la luz, las magnitudes luminotécnicas, las tecnologías de iluminación, y el software de simulación empleado. Una vez definidos todos estos conceptos fundamentales, se pasará a desarrollar la parte técnica del trabajo.

2.2 Conceptos de iluminación

2.2.1 Luz y luz visible

El físico James Clerk Maxwell concluyó que la luz es producida por campos eléctricos y magnéticos que se propagan por el espacio, es decir, la luz está formada por ondas electromagnéticas, que se encuentran dentro del espectro electromagnético (Figura 2-1). Se está continuamente rodeado de radiación electromagnética: desde que uno se levanta hasta que se acuesta, incluso cuando se duerme.

Una onda electromagnética viene definida por:

- E es el campo eléctrico
- H el campo magnético
- λ la longitud de onda
- A la amplitud
- c la velocidad de onda
- x la dirección de propagación
- f la frecuencia

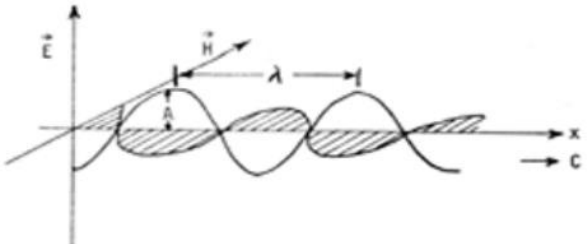


Figura 2-1. Espectro electromagnético [31]

La ecuación de la velocidad de una onda es $c = \mathrm{f} \cdot \lambda$, y el valor de la velocidad de la luz es $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Según la teoría de la relatividad de Einstein[1], esta es la velocidad máxima permitida en el universo.

Además, según el físico alemán Max Planck, las ondas electromagnéticas se desplazan como fotones, es decir, como partículas sin masa. Su energía es directamente proporcional a su frecuencia, y viene definida por la ecuación de Planck:

[1] La teoría de la relatividad de Einstein, publicada en 1905, es una teoría física que describe cómo la gravedad está relacionada no sólo con el espacio y tiempo, sino también con la materia y energía. También afirma que la velocidad de la luz es constante para todos los observadores inerciales, independientemente de la velocidad del objeto que emite la luz [29].

$$E = h \cdot f \text{ [J]}$$

Donde:

- h es la constante de Planck, equivalente a $6{,}625 \cdot 10^{-34}$ [J · s]
- f es la frecuencia de la onda [Hz]

Llegado a este punto y debido a la naturaleza del trabajo, hay que definir la luz visible como una parte de ese espectro electromagnético, denominado espectro visible (Figura 2-2). Las ondas que se encuentran en la parcela del espectro visible pueden ser captadas por el ojo humano, y traducidas a una serie de colores que ya se conocen. Esta gama de colores está limita por la longitud de onda (en nm), siendo los límites: 380 nm (violeta) y 760 nm (rojo) [7].

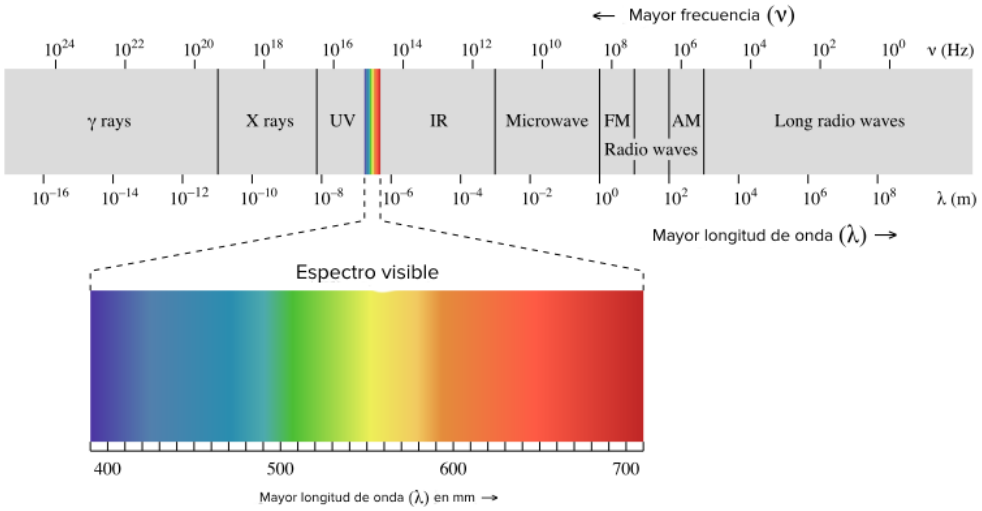


Figura 2-2. Espectro visible [8]

2.2.2 Temperatura de color

El color de una luz no sólo va a venir definido por la longitud de onda, sino que también tiene correlación con la temperatura de color (Figura 2-3). Esta medida, expresada en Kelvin, indica cual es la sensación de color de una luz. Además, está demostrado que la temperatura de color afecta de manera directa al rendimiento y salud de la persona afectada, de tal manera que se escogerá una determinada temperatura de color en función de las tareas que se tengan que realizar.

A mayor temperatura, mayor será la presión, y por tanto mayor será la frecuencia, esto provocará una tonalidad más azul de la luz, ofreciendo mayor frescura en la visual. Por el contrario, a menor temperatura, menor será la presión, y por ende menor será la frecuencia, aportando así un tono más cálido a la luz [9].



Figura 2-3. Temperatura de color [9]

2.2.3 Eficiencia o rendimiento luminoso

Expresa el cociente entre el flujo luminoso que emite una fuente de luz y la potencia consumida por esa fuente de luz [10].

$$\varepsilon = \frac{\Phi}{P}\ [lm/W]$$

2.2.4 Índice de reproducción cromática

El índice de reproducción cromática (IRC) es un porcentaje que indica lo bien o lo mal que una fuente luminosa reproduce los colores (Figura 2-4), jugando así un papel importante en el ambiente de trabajo.

Un IRC alto mejora la percepción de los colores y la calidad de la iluminación, lo que puede tener un efecto positivo en la productividad, el rendimiento y el bienestar de los trabajadores.

Sin embargo, un IRC bajo puede afectar negativamente al ambiente laboral, ya que puede distorsionar los colores y afectar a la percepción visual de los objetos, esto puede causar problemas de fatiga ocular, problemas de concentración, errores visuales y otros problemas relacionados con la salud visual. Además, una iluminación de baja calidad puede afectar negativamente al estado de ánimo y al bienestar general de los usuarios [11].

Los índices se encuentran escalafonados de la siguiente manera:

%	Valor
85-100	Muy bueno
70-84	Bueno
40-69	Regular
<40	Malo

Tabla 2-1. Índices de reproducción cromática

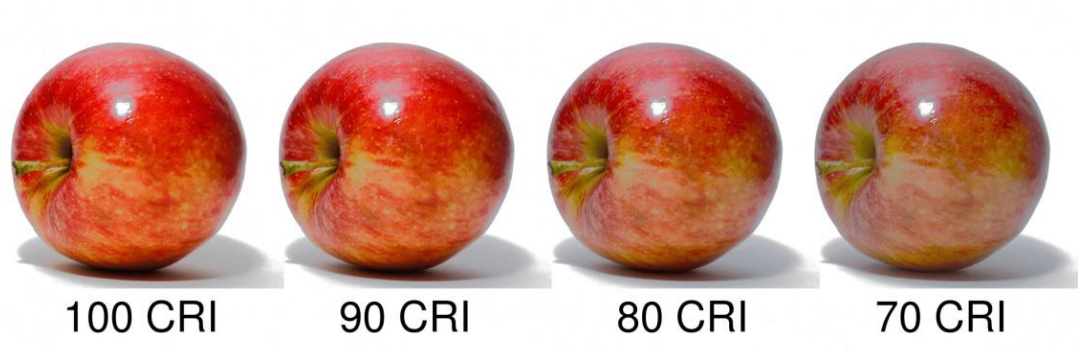


Figura 2-4. Índice de reproducción cromática [12]

2.2.5 Deslumbramiento

El deslumbramiento es un fenómeno que ocurre cuando incide sobre el ojo mayor cantidad de luz de la que puede soportar, dificultando así su visión en ese momento, hasta alcanzar el incordio y molestia.

El deslumbramiento puede presentarse de dos maneras diferentes:

1. De manera directa, cuando una luminancia incide directamente en el campo visual. Por ejemplo, cuando se mira directamente a la bombilla.

2. De manera indirecta, cuando la luminancia incide en un objeto y el reflejo cae en el campo visual. Por ejemplo, cuando no se puede leer lo que pone en la pizarra debido a que coincide el reflejo de la luminaria y dificulta la visión.

El Índice UGR (*Unified Glare Rating*) es un sistema de medida utilizado para evaluar el deslumbramiento producido por una fuente de luz. Fue desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) y se utiliza para evaluar las condiciones de iluminación y para ayudar a diseñar sistemas de iluminación que reduzcan el deslumbramiento y mejoren el confort visual. El índice UGR se basa en el valor de la luminancia de una fuente de luz y en el ángulo de visión desde el cual se percibe el deslumbramiento. Un valor UGR más bajo indica una menor cantidad de deslumbramiento, mientras que un valor UGR más alto indica una mayor cantidad de deslumbramiento. Los valores óptimos varían según el espacio y la actividad que se realice en el mismo. En general, se recomienda un valor de UGR de 19 o menos para espacios de trabajo [13].

2.2.6 Alumbrado de interiores

Una iluminación adecuada en los lugares de trabajo situados en interiores es esencial para garantizar el bienestar del personal, y para mejorar la productividad y la calidad del trabajo.

Existen normativas específicas para la iluminación en lugares de trabajo, como la norma europea UNE-EN 12464-1 que regula la iluminación en interiores de los lugares de trabajo. Es importante seguir las normativas y recomendaciones específicas para la iluminación en lugares de trabajo para lograr mejores resultados.

Como norma básica, la iluminación general en el espacio de trabajo será uniforme, y en aquellas zonas donde se realicen tareas específicas se añadirá una iluminación particular. Además, se recomienda utilizar luces con un índice de reproducción cromática elevado para reducir la fatiga ocular y el estrés visual. Por otra parte, se buscará que apenas exista deslumbramiento.

2.3 Magnitudes luminotécnicas

2.3.1 Flujo luminoso

El flujo luminoso (Figura 2-5) es la cantidad de energía luminosa radiada por una fuente de luz durante un segundo, y su unidad es el lumen. El flujo luminoso no siempre viaja en todas las direcciones, sino que depende del tipo de fuente de luz empleado. Por ejemplo, en un puntero láser el flujo luminoso se concentra en una sola dirección [13].

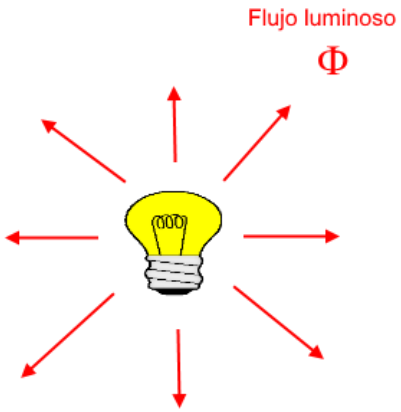


Figura 2-5. Flujo luminoso [14]

2.3.2 Intensidad luminosa

La intensidad luminosa (Figura 2-6) consiste en la cantidad de flujo luminoso que circula en una determinada dirección por un ángulo sólido cualquiera medido en estereorradianes, y se expresa en candelas.

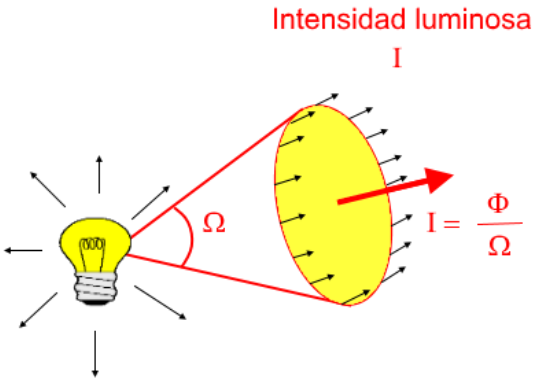


Figura 2-6. Intensidad luminosa [14]

Para determinar la intensidad luminosa total de una luminaria hace falta saber la intensidad luminosa en todas las direcciones del espacio, para ello se empleará un gonio-fotómetro. Este aparato calculará todas las intensidades luminosas en todas las direcciones del espacio respecto a un eje vertical. A partir de los resultados, se generará un sólido fotométrico (Figura 2-7) que indicará el flujo de la luminaria [13].

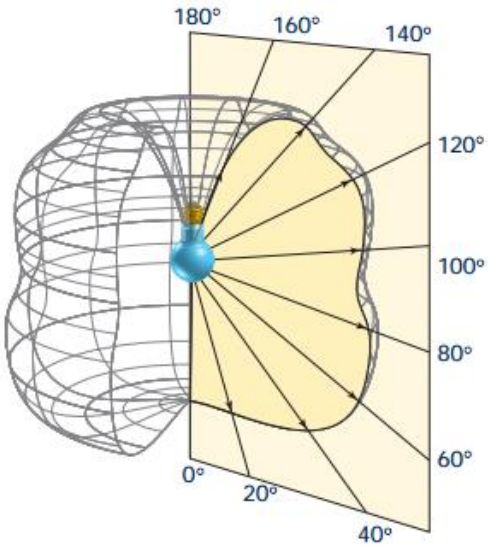


Figura 2-7. Sólido fotométrico de una lámpara incandescente [15]

2.3.3 Nivel de iluminación

El nivel de iluminación se refiere a la cantidad de luz que hay en un área determinada, es decir, el flujo luminoso que incide sobre la superficie. Su unidad de medida es el lux [13].

$$E = \frac{\Phi}{s}\ [lm/m^2]$$

Es una unidad comúnmente utilizada para medir la iluminación en interiores, el nivel de iluminación recomendado varía según la función del espacio y las necesidades de los usuarios. Estos son los niveles mínimos de iluminación para lugares de trabajo:

Lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
• Bajas exigencias visuales	100
• Exigencias visuales moderadas	200
• Exigencias visuales altas	500
• Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Tabla 2-2. Niveles mínimos de iluminación en lugares de trabajo [13]

2.3.4 Luminancia

La luminancia (Figura 2-8) es la intensidad luminosa de una fuente de luz que incide sobre una superficie. Viene determina por la suma de la cantidad de flujo luminoso incidente y reflejado. Estos flujos están relacionados mediante un factor de reflexión, que es característico del material de la superficie. La luminancia se mide en unidades de candela por metro cuadrado (cd/m²) [13].

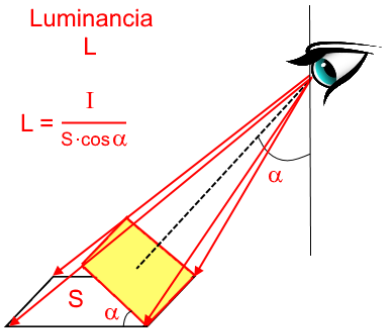


Figura 2-8. Luminancia [14]

2.3.5 Uniformidad

Este factor, en un estudio de iluminación en interiores, se refiere a la relación entre la cantidad de luz en las zonas más brillantes y las zonas más oscuras de un espacio iluminado. Es una medida de la distribución uniforme de la luz en un área determinada y se expresa como un porcentaje.

En términos generales, cuanto más alto es este valor, más uniformemente se distribuye la luz en todo el espacio. Para lograr una buena uniformidad, es importante considerar factores como la posición y la orientación de las luminarias, su altura y la reflexión de la luz en las superficies del espacio [16].

El valor de la uniformidad va a ser obtenido a partir de la siguiente fórmula:

$$U = \frac{E_{min}}{E_m}$$

Donde:

- E_{min} es el nivel de iluminación más bajo.
- E_m es el nivel de iluminación medio.

2.4 Tecnologías de iluminación

2.4.1 Lámparas incandescentes

Las lámparas incandescentes (Figura 2-9) son aquellas que funcionan al calentar un filamento de tungsteno a altas temperaturas hasta alcanzar un color rojizo que emite luz, necesitando para ello paso de corriente eléctrica. El filamento de tungsteno se encierra en una ampolla de vidrio para protegerla de exterior, y se rellena con un gas de relleno inerte (argón o kriptón) para que pueda alcanzar elevadas temperaturas.

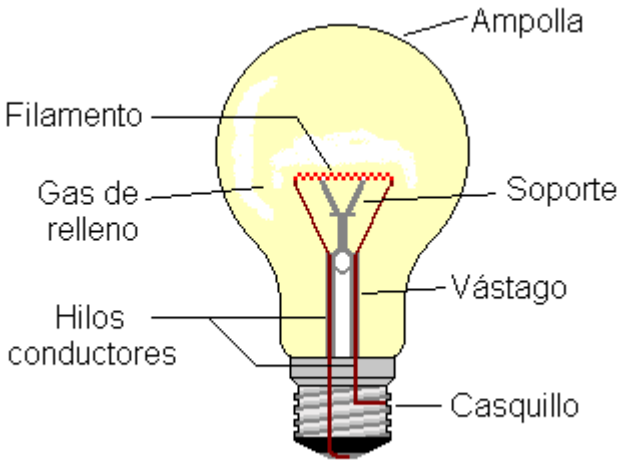


Figura 2-9. Bombilla incandescente [17]

Desde su invención hasta hace poco ha sido el método más empleado para emitir luz en la gran mayoría de sitios, pero con el paso del tiempo estas bombillas han demostrado una eficiencia energética muy baja y una vida útil corta, prohibiendo en 2016 su fabricación.

Sin embargo, emite luz en un espectro cromático continuo alcanzando niveles de IRC entre 85 y 100%, esto supone que la reproducción de colores es muy buena.

Por otro lado, las lámparas halógenas son un tipo de lámpara incandescente que utilizan un gas halógeno para mejorar su eficiencia energética y prolongar su vida útil. El gas halógeno reacciona con el filamento de tungsteno y forma un ciclo que regenera el filamento y lo mantiene en buen estado por más tiempo que una lámpara incandescente convencional. Debido a esto, este tipo de lámparas pueden alcanzar mayores temperaturas que las convencionales obteniendo un color más blanco, y una mejor eficiencia energética [13].

2.4.2 Lámparas fluorescentes

En este tipo de lámparas la luz se genera en una película fluorescente que se encuentra en la pared interior del tubo. La fluorescencia ocurre cuando la radiación ultravioleta, producida por una descarga eléctrica, incide con el vapor de mercurio que contiene el tubo.

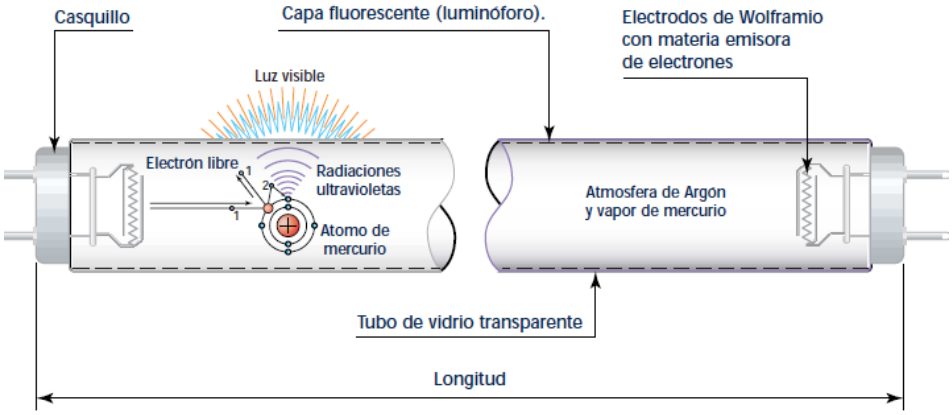


Figura 2-10. Tubo fluorescente [18]

Las lámparas fluorescentes (Figura 2-10) tienen una eficiencia energética y una vida útil mayor en comparación con las lámparas incandescentes, pero su capacidad de reproducción de colores es ligeramente inferior.

La luz emitida por las lámparas fluorescentes fluctúa con una frecuencia igual al doble de la frecuencia de la red eléctrica, lo que puede causar parpadeos y efectos estroboscópicos que deben ser atenuados mediante el uso de dispositivos electrónicos auxiliares. Sin embargo, este tipo de lámparas son una buena opción para diseñar sistemas de iluminación homogéneos y con niveles de brillo moderados que producen poco deslumbramiento [13].

2.4.3 Bombillas LED

Las lámparas LED (*Light Emitting Diodes*) utilizan diodos[2] (Figura 2-11) para generar luz.

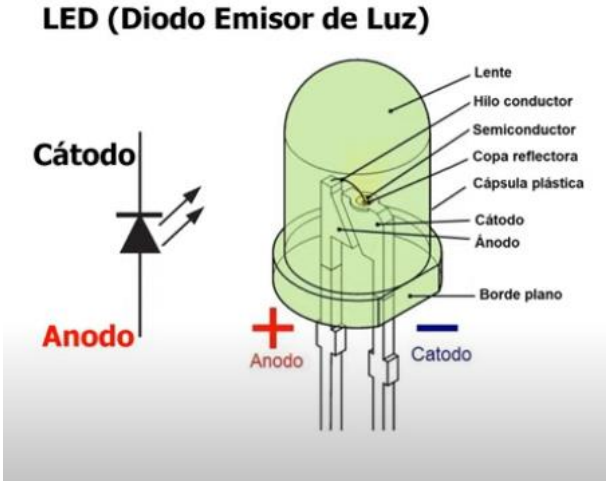


Figura 2-11. Diodo [19]

Entre las principales ventajas de la tecnología LED se encuentran:

- Ahorro energético: Consumen hasta un 90% menos de energía que las bombillas incandescentes y hasta un 30% menos que las fluorescentes.
- Larga duración: Tienen una vida útil significativamente más larga que las bombillas incandescentes y fluorescentes, lo que reduce la frecuencia de reemplazo y el costo total a largo plazo.

[2] Un diodo es un componente electrónico con dos terminales (ánodo y cátodo) que permite pasar la electricidad en un solo sentido, como un interruptor.

- Libre de mercurio: No contienen mercurio, un metal tóxico, lo que las hace más seguras y sostenibles desde un punto de vista medioambiental.
- Rápido encendido: Se encienden de forma inmediata, sin tener que esperar a que se calienten, lo que las hace ideales para aplicaciones en las que la rapidez es importante.
- Temperatura de funcionamiento es muy baja.

El problema de esta tecnología es que supone un alto coste inicial, pero sale rentable a largo plazo debido a su eficiencia energética y bajo consumo. Sin embargo, es necesario hacer un estudio para cada caso para ver si sale rentable la inversión inicial.

2.4.4 Comparativa

En la Tabla 2-3 se puede consultar un resumen comparativo de los distintos tipos de lámparas mencionados en el apartado de Tecnologías de iluminación:

	Incandescentes	**Fluorescentes**	**LED**
Eficiencia energética [lm/W]	10/20	50/80	60/100
Potencia [W]	25/2000	15/65	2/50
Vida útil	1.000 horas	20.000 horas	50.000 horas
Luz	Cálida y poco brillante	Fría y brillante	Brillante y uniforme
Coste	Inicialmente más bajo, pero más caro a largo plazo	Inicialmente más bajo, pero más económico a largo plazo que las incandescentes	Inicialmente más alto, pero más económico a largo plazo que las fluorescentes
Contenido de mercurio	Sí	Poco	No

Tabla 2-3. Resumen comparativo de los distintos tipos de lámparas

2.5 Software de simulación DIALUX evo

DIALux es un software gratuito de diseño de iluminación profesional para proyectos de iluminación. Ofrece una amplia gama de herramientas y funciones para planificar y visualizar proyectos de iluminación, incluyendo su simulación y el análisis de los requisitos de luz. Es compatible con una amplia gama de dispositivos de iluminación y es utilizado por profesionales en todo el mundo.

DIALux evo nació como una actualización y mejora de la versión anterior de DIALux, con el objetivo de brindar a los usuarios una experiencia de diseño de iluminación aún más eficiente y avanzada. Se desarrolló para abordar las necesidades y desafíos actuales en el campo de la iluminación, como la creciente demanda de soluciones más eficientes y sostenibles [20].

Entre todas las herramientas que ofrece DIALux evo, las más características son las siguientes:

- Creación de planos: Permite a los usuarios crear planos detallados y precisos de los espacios a ser iluminados.
- Selección de dispositivos de iluminación: Ofrece una amplia biblioteca de dispositivos de iluminación, que permite a los usuarios seleccionar el mejor equipo para sus proyectos.
- Simulación de iluminación: La herramienta ofrece una simulación de iluminación en tiempo real, lo que permite a los usuarios ver cómo se verá el espacio una vez que esté iluminado.
- Análisis de la luz: Incluye herramientas para el análisis de la luz, como el cálculo de iluminancia y luminancia, el análisis de uniformidad y el cálculo de la eficiencia energética.

- Generación de informes: Permite a los usuarios generar informes detallados que incluyen resultados de análisis de la luz, información sobre dispositivos de iluminación y detalles sobre el consumo energético.
- Integración con otros programas: Ofrece una mejor integración con otras herramientas de diseño, lo que permite una experiencia de diseño más fluida y eficiente.
- Interfaz de usuario intuitiva: La interfaz de usuario de DIALux evo es más intuitiva y fácil de usar, lo que permite a los usuarios planificar y visualizar proyectos de iluminación de manera más eficiente.
- Visualización en 3D: Ofrece visualizaciones en 3D, que permiten a los usuarios ver su proyecto en detalle y realista.

3 DESARROLLO DEL TFG

3.1 Introducción

En esta sección se busca analizar detalladamente el sistema de iluminación actual que se encuentra instalado en el edificio Isaac Peral, así como proponer la actualización del alumbrado a tecnología LED. Se utilizará un software especializado para crear un modelo 3D del edificio y simular el efecto de la nueva iluminación LED. Además, se evaluará la viabilidad económica de la propuesta y se determinará el tiempo que tomará recuperar la inversión realizada en este cambio.

3.2 Metodología propuesta

En primer lugar, se han definido los problemas y objetivos del proyecto. Es imprescindible que los objetivos sean claros y razonables, para poder aportar soluciones a los problemas. En este caso, el gran problema es que la luminaria está mal distribuida y su tecnología está anticuada, esto hace que la eficiencia energética sea deficiente y conlleve a un malgasto de energía innecesario. Por lo tanto, la solución propuesta es cambiar la distribución del sistema de iluminación y optar por una tecnología más eficiente.

A continuación, se ha realizado un análisis del lugar donde se va a llevar a cabo el proyecto. Se ha dimensionado el edificio, y elaborado los respectivos planos. También se ha tenido en cuenta su posición respecto al norte verdadero y si tiene o no edificios al lado para saber la cantidad de luz natural que incidirá sobre él. Otro factor importante es la meteorología en la ubicación geográfica donde se encuentra el edificio, al encontrarse en Galicia, hay épocas muy nubosas y lluviosas que reducirán la cantidad de luz solar en las inmediaciones.

Llegados a este punto, toca evaluar las distintas lámparas que existen en el mercado y seleccionar la más rentable y eficiente. Como se ha visto anteriormente en el apartado 2.4.4, existen desde lámparas incandescentes (prácticamente obsoletas) hasta tecnología LED. Se ha decidido escoger la luz LED por las prestaciones que ofrece, especialmente por su eficiencia energética y por la poca energía que consume.

Una vez se ha escogido la iluminación adecuada, se procede a diseñar el sistema de iluminación. Este proceso implica considerar la distribución de la luz, la ubicación de los equipos de iluminación, la cantidad de luz necesaria, etc. Es necesario asegurarse de que el diseño sea eficiente, seguro y cumpla con las normativas técnicas. Este proceso es clave para garantizar el éxito del proyecto y lograr los objetivos de iluminación deseados. Posteriormente, se realizarán las suficientes simulaciones que permitan prever el rendimiento del sistema de iluminación en un entorno virtual antes de su implementación en el mundo real.

3.3 Análisis del lugar

3.3.1 Descripción del edificio Isaac Peral

El cometido principal del edifico Isaac Peral es la instrucción de los futuros oficiales de la Armada Española, los cuales pasan en él una gran cantidad de tiempo recibiendo clases y realizando exámenes y prácticas.

Actualmente cuenta con 13 aulas donde se imparten tanto las asignaturas militares como las asignaturas de la ingeniería. Hay 6 laboratorios (física, química, aparatos auxiliares, motores, materiales, y electricidad) donde los alumnos realizan prácticas y experimentos. También hay 4 seminarios de inglés, donde se realizan exámenes de *speaking*. El profesorado cuenta con 12 despachos. Además, en él existe una sala de juntas donde se celebran reuniones.

El edificio tiene dos plantas, la primera de 4,1 m de alto y la segunda de 2,7 m. Cuenta con una cubierta a cuatro aguas. La entrada principal se encuentra en la cara este del edificio, mientras que en la cara oeste hay 3 entradas secundarias, y en la segunda planta hay una salida de emergencia. Prácticamente todo el edificio se encuentra rodeado de ventanas, por lo que entra gran cantidad de luz natural. El material tanto de las ventanas como de las puertas exteriores es cristal monolítico[3]. La pared exterior tiene 35 cm de grosor y las interiores 10 cm.

El instrumento empleado para conocer las dimensiones del edificio ha sido un telémetro láser de distancias GLM 100 C Professional de Bosch (Figura 3-1). Este aparato tiene un alcance de hasta 100 m con un error de +/- 1,5 mm. Tiene la posibilidad de transmitir directamente las mediciones a un dispositivo móvil [21].



Figura 3-1. Telémetro láser GLM 100 C Professional de Bosch

Tras la obtención de todas las medidas del edificio, se han elaborado los planos de la planta baja y alta con AutoCAD. Pudiéndose observar los resultados en Figura 3-2 y Figura 3-3.

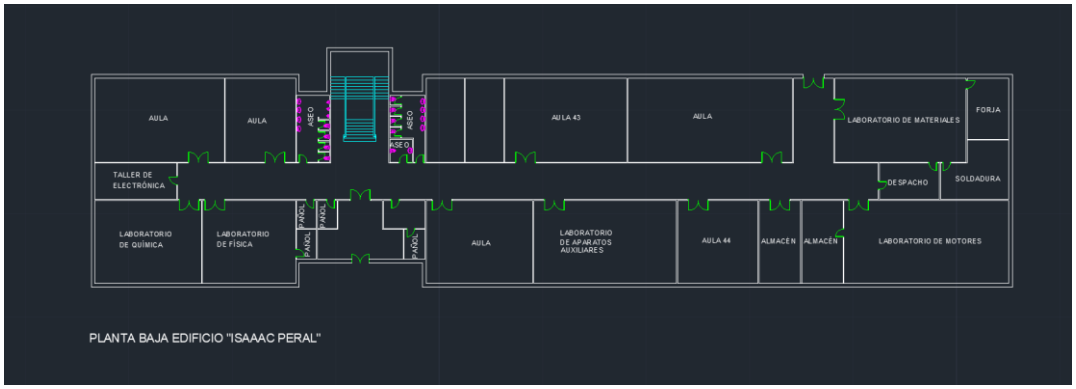


Figura 3-2. Planta baja del edificio Isaac Peral.

3

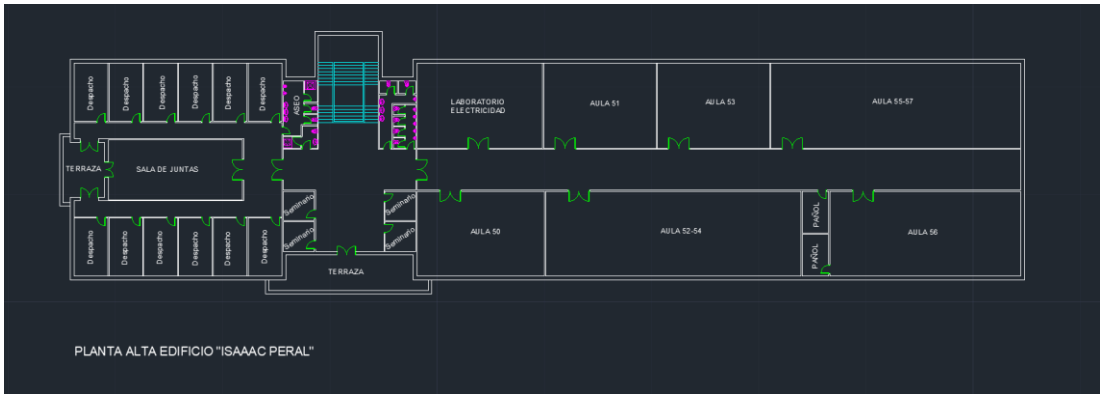


Figura 3-3. Planta alta del edificio Isaac Peral

Como se puede apreciar, en la primera planta hay un local sin puerta y sin información, es una subcentral eléctrica. No se ha tenido en cuenta en este trabajo dado que es un local al que no se accede habitualmente y por lo tanto no va a generar ninguna repercusión en el proyecto.

La Figura 3-4 muestra la orientación del edificio respecto al norte para saber la iluminación natural que tendrá a lo largo del día, sabiendo que el sol sale por el este (E) y se pone por el oeste (W).

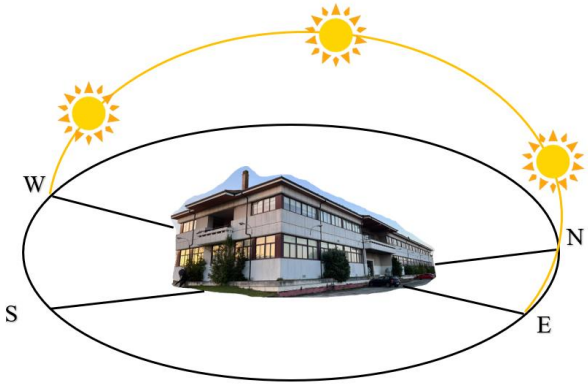


Figura 3-4. Orientación del edificio Isaac Peral

3.3.2 Situación actual

Tras recopilar todas las medidas del edificio, lo siguiente ha sido desarrollar una evaluación de la instalación actual, centrándose en el número de lámparas, niveles máximos y mínimos de iluminación ($E_{mín}$ y E_{max}), iluminación media (E_a), y la uniformidad (U) que hay en cada local. El nivel de iluminación se ha medido con un luxómetro (Figura 3-5), instrumento sencillo con cuatro rangos diferentes para medir el nivel de iluminación en lux. El nivel de iluminación se mide en la zona de trabajo, es decir, sobre la superficie de las mesas.



Figura 3-5. Luxómetro PCE-174

Una vez se han obtenido los valores necesarios, se procede a verificar si estos cumplen con los requisitos que establece la norma UNE-EN 12464-1. Para ello, se revisan las tablas que recogen los requisitos de iluminación para oficinas, aulas, aseos y zonas de paso. De esta manera se puede comprobar si los valores obtenidos satisfacen los estándares definidos en la norma.



2. EDIFICIOS EDUCATIVOS

Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m/lux	UGR_L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
2.1	AULAS, AULAS DE TUTORÍA	300	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.2	AULAS PARA CLASES NOCTURNAS Y EDUCACIÓN DE ADULTOS	500	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable.
2.3	SALA DE LECTURA	500	19	0,6	80	· La iluminación debería ser controlable para colocar varias A/V necesarias
2.17	ÁREAS DE CIRCULACIÓN, PASILLOS	100	25	0,4	80	
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	0,6	80	
2.5	CUARTOS DE BAÑO Y SERVICIOS	200	22	0.4	80	

Figura 3-6. Requisitos para iluminación en interiores según la norma UNE-EN 12464-1 [13]

En la Figura 3-6, se pueden observar los requisitos mínimos que exige la norma UNE-EN 12464-1 para cada local.

Comparando los valores obtenidos en las tablas generadas en el apartado 3.3.2 y los estándares que establece la norma UNE-EN 12464-1, se puede verificar que, por un motivo u otro, ciertos locales no cumplen con los mínimos establecidos.

En respuesta a los valores no admisibles, es necesario llevar a cabo una mejora en el sistema de alumbrado del edificio. Para ello es necesario calcular la cantidad y ubicación de las luminarias necesarias. Estos cálculos serán realizados por el programa DIALux evo, al cual se le introducirán los requisitos para que cumpla con el marco legal.

3.3.2.1 Aulas

AULAS (12)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
40	101,25	24 x 4	1728	300-700	525	0,6	SI
41	55,08	12 x 4	864	250-560	405	0,62	NO
43	95,58	20 x 4	1440	250-400	325	0,77	NO
45	128.79	36 x 4	2592	300-600	450	0,66	NO
44	62,40	16 x 4	1152	300-500	400	0,75	NO
42	82,40	20 x 4	1440	300-650	475	0,63	NO
52	82,95	20 x 4	1440	400-680	540	0,74	SI
53	82,95	20 x 4	1440	400-650	525	0,76	SI
55-57	184,07	40 x 4	2880	300-550	425	0,7	NO
56	140,62	28 x 4	2016	350-550	450	0,77	NO
52-54	188.02	40 x 4	2880	300-600	450	0,66	NO
50	94,01	20 x 4	1440	300-650	475	0,63	NO

Tabla 3-1. Situación actual de las aulas

Como se puede visualizar en la Tabla 3-1, sólo tres de doce aulas cumplen con la normativa y con valores muy próximos a los mínimos. Esto se debe a varios motivos: luminarias con tubos que no funcionan, flujo luminoso no adecuado, y también perjudica la capa de polvo que tienen los tubos al no limpiarse.

3.3.2.2 Laboratorios

LABORATORIOS (6)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
QUÍMICA	80,67	30 x 4	2160	300-650	475	0,63	NO
FÍSICA	72	24 x 4	1728	350-650	500	0,7	SI
APARATOS AUX	110,40	28 x 4	2016	250-650	450	0,58	NO
MOTORES	127,20	32 x 4	2304	300-600	450	0,66	NO
MATERIALES	102,87	24 x 4	1728	300-550	425	0,7	NO
ELECTRÓNICA	92,43	20 x 4	1440	250-650	450	0,58	NO

Tabla 3-2. Situación actual de los laboratorios

Sólo el laboratorio de Física cumple por poco con los mínimos (Tabla 3-2) que rige la norma europea para iluminación en interiores en puestos de trabajo.

3.3.2.3 Despachos

DESPACHOS (12)						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
17	3 x 4	216	550	550	1	SI

Tabla 3-3. Situación actual de los despachos

Hay que destacar que las medidas han sido realizadas en un solo despacho, y se ha dado por hecho que los demás despachos tienen valores iguales o muy similares ya que la distribución es la misma.

3.3.2.4 Aseos

ASEOS (7)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
1	20,64	3	78	20-450	235	0,08	NO
2	4,84	1	26	120	120	1	NO
3	16,64	2	52	20-450	235	0,08	NO
4	16,68	4	104	20-340	160	0,11	NO
5	4,15	1	26	20-80	50	0,4	NO
6	4,82	1	26	10-120	65	0,15	NO
7	14,85	3	78	20-350	185	0,11	NO

Tabla 3-4. Situación actual de los aseos

Se puede observar cómo ningún aseo cumple con los mínimos luminotécnicos (Tabla 3-4). Resaltar que, a la hora de tomar mediciones, ciertos aseos son tan oscuros que resultaba incómodo para la vista.

3.3.2.5 Zonas de paso

ZONAS DE PASO							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
Entrada	36,11	6 x 4	432	150-300	225	0,66	SI
Pasillo planta baja	272	31 x 4	2232	150-250	200	0,75	SI
Pasillo planta alta	213,94	22 x 4	1584	50-400	225	0,22	NO
Hall planta alta	84	13 x 4	936	100-400	250	0,4	SI
Pasillo despachos	79	15	390	150-300	225	0,66	SI

Tabla 3-5. Situación actual de las zonas de paso

Las zonas de paso, excepto el pasillo de la planta superior, cumplen con la norma europea norma UNE-EN 12464-1. Falta mayor uniformidad en el pasillo de la planta superior para poder alcanzar la aprobación.

3.3.2.6 Sala de juntas

SALA DE JUNTAS						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
70	18	468	250-500	375	0,66	NO

Tabla 3-6. Situación actual de la sala de juntas

Los valores luminotécnicos medidos sobre la mesa de la sala de juntas no satisfacen los requisitos mínimos de la norma europea (Tabla 3-6).

3.3.2.7 Seminarios

SEMINARIOS (4)						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
10	2 x 4	144	300	300	1	NO

Tabla 3-7. Situación actual de los seminarios

Los valores de la Tabla 3-7 han sido tomados en un solo seminario, y se ha dado por hecho que los demás despachos tienen valores iguales o muy similares ya que la distribución es la misma.

3.3.3 Análisis de datos

Comparando los valores obtenidos en las tablas generadas en el apartado 3.3.2 y los estándares que establece la norma UNE-EN 12464-1, se puede verificar que, por un motivo u otro, ciertos locales no cumplen con los mínimos establecidos.

En respuesta a los valores no admisibles, es necesario llevar a cabo una mejora en el sistema de alumbrado del edificio. Para ello es necesario calcular la cantidad y ubicación de las luminarias necesarias. Estos cálculos serán realizados por el programa DIALux evo, al cual se le introducirán los requisitos para que cumpla con el marco legal.

3.4 Selección de los equipos de iluminación

3.4.1 Lámparas

Actualmente el tipo de lámpara que se emplea en el edificio Isaac Peral para iluminar los diferentes locales son de tipo fluorescentes, más específicamente se utilizan tubos fluorescentes T8 TLD 18W/840 *COOL WHITE*. Este tipo de tubo ofrece un mayor número de lúmenes por vatio y un mayor índice de reproducción cromático que los tubos de colores estándar. También tiene menor cantidad de mercurio. Aunque es muy poco probable que si se rompe una lámpara afecte negativamente a la salud, en estos casos es recomendable ventilar el local durante media hora [22].



Figura 3-7. TL-D Super 80 18W/840 1SL/25 [22]

Las especificaciones técnicas más relevantes de estos tubos fluorescentes pueden consultarse en la Tabla 3-8:

Especificaciones técnicas TL-D Super 80 18W/840 1SL/25	
Potencia	18 W
Código de color	840
Temperatura de color	4000 K
Flujo lumínico	1350 lm
Eficiencia lumínica	75 lm/W
CRI	81
Vida útil	20.000 h
Designación de color	Blanco frío (CW)
Contenido de mercurio	1,7 mg
Consumo energético	18 kWh
Clase de eficiencia energética	G

Tabla 3-8. Especificaciones técnicas TL-D Super 80 18W/840 1SL/25

Sin embargo, la escuela naval militar para cumplir con el marco legal descrito en el punto 1.4, ya ha empezado a cambiar en diferentes edificios los tubos fluorescentes por tubos LED, para mejorar la sostenibilidad del medioambiente y aumentar la eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa.

Los nuevos tubos que se están empleando ahora son los tubos LED T8 de nano plástico 9W 60cm (Figura 3-8). Este tipo es perfecto para dejar a un lado de manera definitiva los tubos fluorescentes de 18W. Estas lámparas LED ofrecen mayor cantidad de luz con un menor consumo de energía. También ofrece un encendido inmediato y sin efectos estroboscópicos. Además, aumenta la seguridad en el entorno gracias a su fabricación con plástico de alta calidad. Por último, cuenta con un *driver* EMC[4] para evitar interferencias con radio y Wifi.

[4] Un *driver* ECM es un elemento clave para el correcto funcionamiento del tubo LED, ya que regula la corriente eléctrica que se le aplica y asegura que la lámpara LED reciba la cantidad adecuada de energía para funcionar de manera eficiente y segura. El *driver* ECM también puede incluir funciones de protección, como la protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

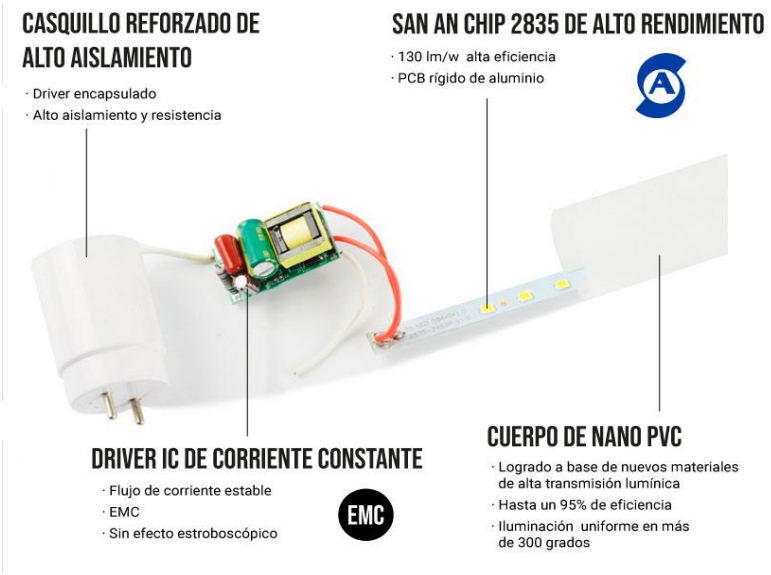


Figura 3-8. Tubo LED T8 Nano Plástico 9W 60cm [23]

Las especificaciones técnicas que caracterizan a los tubos T8 de nano plástico 9W de 60cm se pueden consultar en la Tabla 3-9.

Especificaciones técnicas tubo LED T8 Nano Plástico 9W 60cm.	
Potencia	9 W
Código de color	840
Temperatura de color	4000 K
Flujo lumínico	1350 lm
Eficiencia lumínica	130 lm/W
CRI	90
Vida útil	50.000 h
Designación de color	Blanco frío (CW)
Contenido de mercurio	0 mg
Consumo energético	9 kWh
Clase de eficiencia energética	A+

Tabla 3-9. Especificaciones tubo LED T8 Nano Plástico 9W 60cm

Comparando las especificaciones técnicas de ambos tubos, se puede observar como el tubo LED aporta mayor cantidad de luz con menor consumo energético, eso se traduce en una eficiencia lumínica y energética de mayor calidad. Además, ofrece el mismo color de luz, pero con mayor índice de reproducción cromática, esto significa que reproduce los colores con mayor calidad. Otro factor muy importante, es que casi triplica su vida útil.

Por otra parte, en aseos, sala de juntas, y pasillo de los despachos, la iluminaria empleada es una bombilla fluorescente Philips MASTER PL-C 26W/840, siendo estas sus especificaciones técnicas:

Bombilla fluorescente Philips MASTER PL-C 26W/840.	
Potencia	26 W
Código de color	840
Temperatura de color	4000 K
Flujo lumínico	1800 lm
Eficiencia lumínica	68 lm/W
CRI	80
Vida útil	20.000 h
Designación de color	Blanco frío (CW)
Contenido de mercurio	1,4 mg
Consumo energético	26 kWh
Clase de eficiencia energética	G

Tabla 3-10. Especificaciones bombilla fluorescente Philips MASTER PL-C 26W/840

Sin embargo, para cumplir con los requisitos mínimos que rigen las normativas mencionadas en el apartado 1.4 y para una mayor eficiencia energética, las bombillas fluorescentes serán sustituidas por unas bombillas LED de 18W, que tiene las siguientes especificaciones:

Bombilla LED E27 Regulable A65 18W.	
Potencia	18 W
Código de color	840
Temperatura de color	4000 K
Flujo lumínico	1400 lm
Eficiencia lumínica	100 lm/W
CRI	80
Vida útil	50.000 h
Designación de color	Blanco frío (CW)
Contenido de mercurio	0 mg
Consumo energético	18 kWh
Clase de eficiencia energética	A++

Tabla 3-11. Características Bombilla LED E27 Regulable A65 18W

La principal ventaja de esta lámpara es que, con menos potencia, aporta mayor nivel de iluminación, lo que supone un ahorro de energía.

3.4.2 Detector de movimiento

Para lograr una mayor eficiencia en la instalación de alumbrado se va a incorporar un control de encendido y apagado de las luminarias por un sistema de detección de presencia, en aquellos lugares de uso esporádico (baños y pasillos).

Los detectores de presencia serán de tipo PIR (*Passive Infrared*), son sensores que detectan la presencia de movimiento midiendo la radiación infrarroja de la persona que pasa. Estos sensores son pasivos porque no transmiten ninguna señal, sino que la reciben. Funcionan detectando la diferencia entre el calor emitido por un cuerpo y el ambiente, y enviando una señal para indicar la presencia de un objeto en movimiento.

El detector que se instalará es el modelo deleyCON (Figura 3-9) que tiene un ángulo de detección de 360 grados y una distancia de detección de hasta 6 metros. También cuenta con un tiempo de retardo ajustable, que permite configurar el tiempo que debe pasar antes de que el detector vuelva a activarse después de que se detecte un movimiento.



Figura 3-9. Detector de movimiento PIR deleyCON

3.5 Diseño del sistema de iluminación

Llegados a este punto, ya se dispone de los planos del edificio y el nivel de iluminación de cada habitáculo. Tras analizar los resultados obtenidos con el luxómetro, se observa como en la gran mayoría de aulas no se alcanza el nivel de iluminación que se exige para espacios de trabajo en la norma europea UNE 12464.1. Esto supone realizar un nuevo diseño del sistema de iluminación en el que se incluye la sustitución de los tubos fluorescentes por tubos LED, y una nueva redistribución de la luminaria tanto en aquellos locales donde no se cumple con la norma europea como en aquellos locales donde se pueda reducir el número de luminarias para disminuir el consumo eléctrico.

Para generar un nuevo sistema de iluminación eficiente se va a emplear el programa DIALux evo, el cual se ha explicado anteriormente. A continuación, se va a hacer un resumen de todos los pasos que son necesarios llevar a cabo para la realización de un proyecto de iluminación mediante este software.

3.5.1 Importación de planos a DIALux evo

Al ejecutar el programa, DIALux evo muestra un menú inicial (Figura 3-10) que permite crear un nuevo proyecto, editar un proyecto ya existente, u otros temas. En este caso se elige crear un nuevo proyecto a partir de una importación de planos, los cuales deben tener el formato *.dwg*.

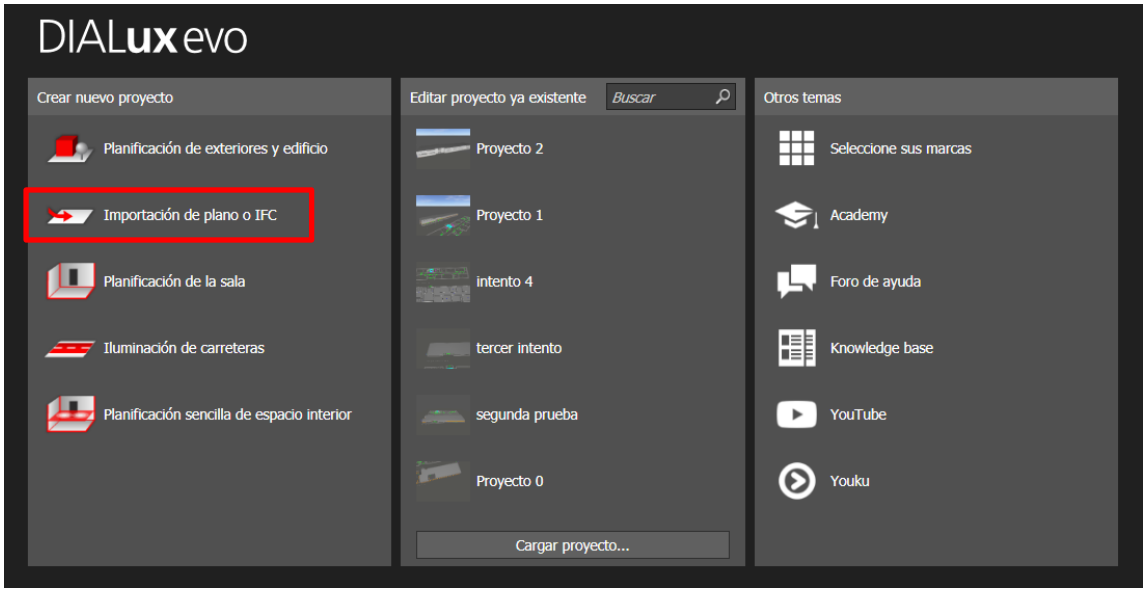


Figura 3-10. Menú inicial de DIALux evo

3.5.2 Menú Construcción

Una vez se han importado los planos al programa, DIALux evo te dirige de manera automática a la pestaña *Construcción*, primer menú principal de los seis existentes.

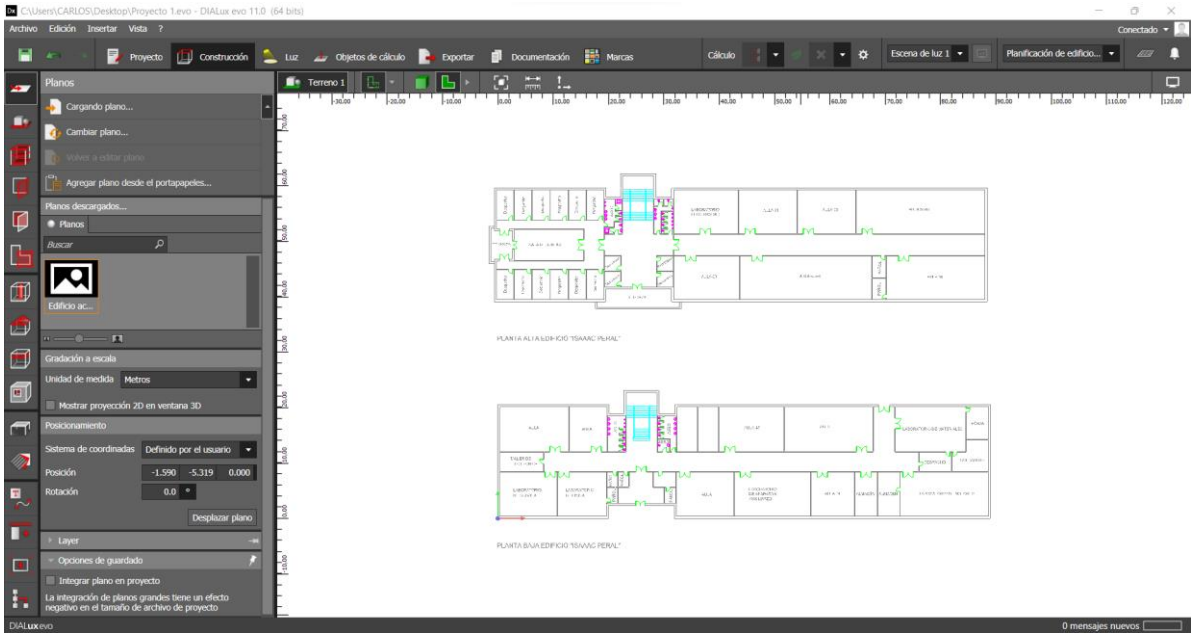


Figura 3-11. Menú *Construcción*

En la Figura 3-11 se muestra una captura de lo que se visualiza después de importar los planos. En la parte superior del programa se pueden observar los seis menús principales, que están organizados en un orden lógico para su uso. Primero, se debe construir el modelo 3D del edificio en el menú de *Construcción*. A continuación, se instala el sistema de iluminación al edificio en el menú de *Luz*. En caso de ser necesario, es posible el empleo de objetos de cálculo en el menú *Objetos de cálculo*. Una vez se ha llevado a cabo la instalación del sistema de alumbrado deseado, se pueden generar informes mediante *Exportar* y *Documentación*. El último menú seleccionable es *Marcas*, en este se pueden descargar gran cantidad de catálogos de los diferentes fabricantes para hacer uso de ellos.

Para generar el modelado 3D del edificio, en el que se realizarán simulaciones para obtener un sistema de alumbrado más eficiente, se utilizarán los submenús del menú de *Construcción* según las necesidades en cada momento.

3.5.2.1 Submenú Planos

Este es el submenú que aparece tras importar los planos y que se muestra en la Figura 3-11. En este submenú puedes: cargar tantos planos como necesites; seleccionar las unidades en las que se va a trabajar, en este caso será metros; posicionar el sistema de coordenadas, es decir, el sistema de referencia; y, se puede ocultar capas del plano que no se deseen.

3.5.2.2 Submenú Terreno

La finalidad de este submenú es generar el bloque del edificio, es decir, el levantamiento del edificio sin ningún habitáculo. Para ello, se deberá seleccionar "Dibujar nuevo edificio" y generar el área que representa los planos. En este instante, también es necesario introducir los datos tanto del número de plantas como la altura total del edificio, pudiéndose observar en la Figura 3-12.

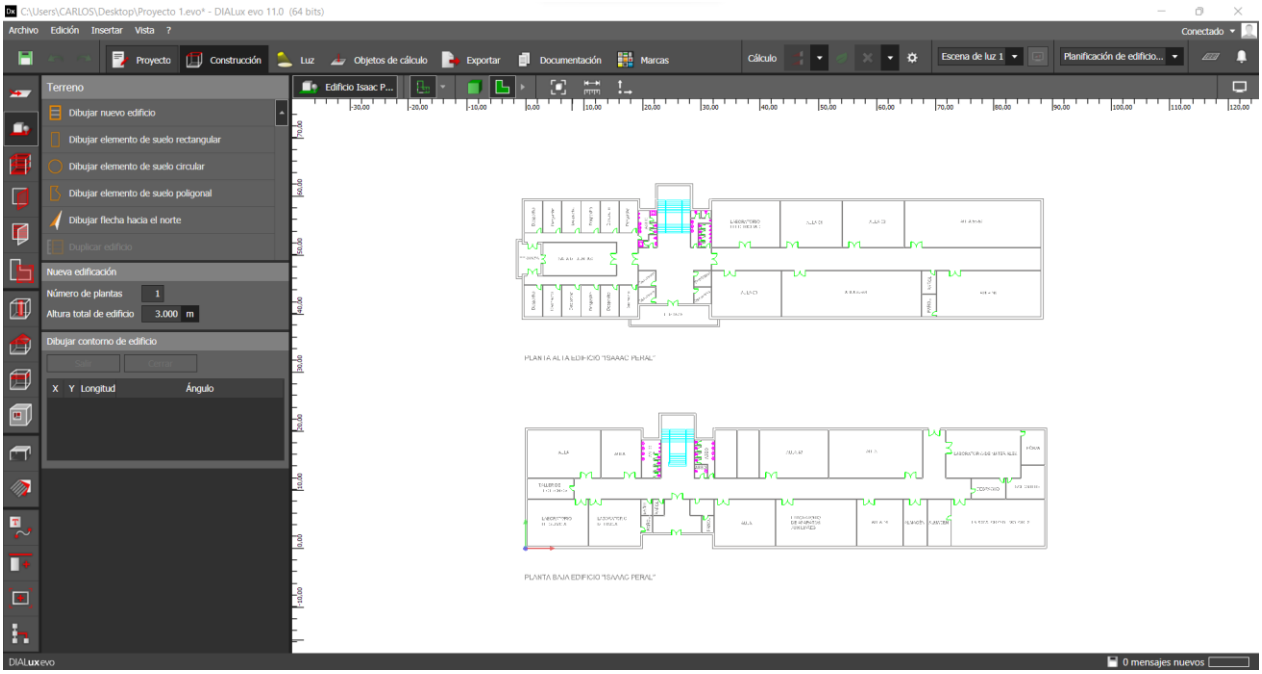


Figura 3-12. Submenú *Terreno*

3.5.2.3 Submenú Construcción de plantas y edificios

Una vez se obtenga el bloque del edificio sin ningún problema, en este submenú se procederá a generar todas las habitaciones existentes en el interior del edificio. Seleccionando "Dibujar nueva sala" y definiendo las dimensiones de cada una de ellas se generarán las salas una a una.

En la Figura 3-13 se puede ver como se dibuja una sala nueva desde la vista en planta. El resultado obtenido en el modo renderizado en 3D sería el mostrado en la Figura 3-14. Tras dibujar todas las salas, la visualización de la planta baja en el modo renderizado en 3D es la que se aprecia en la Figura 3-15.

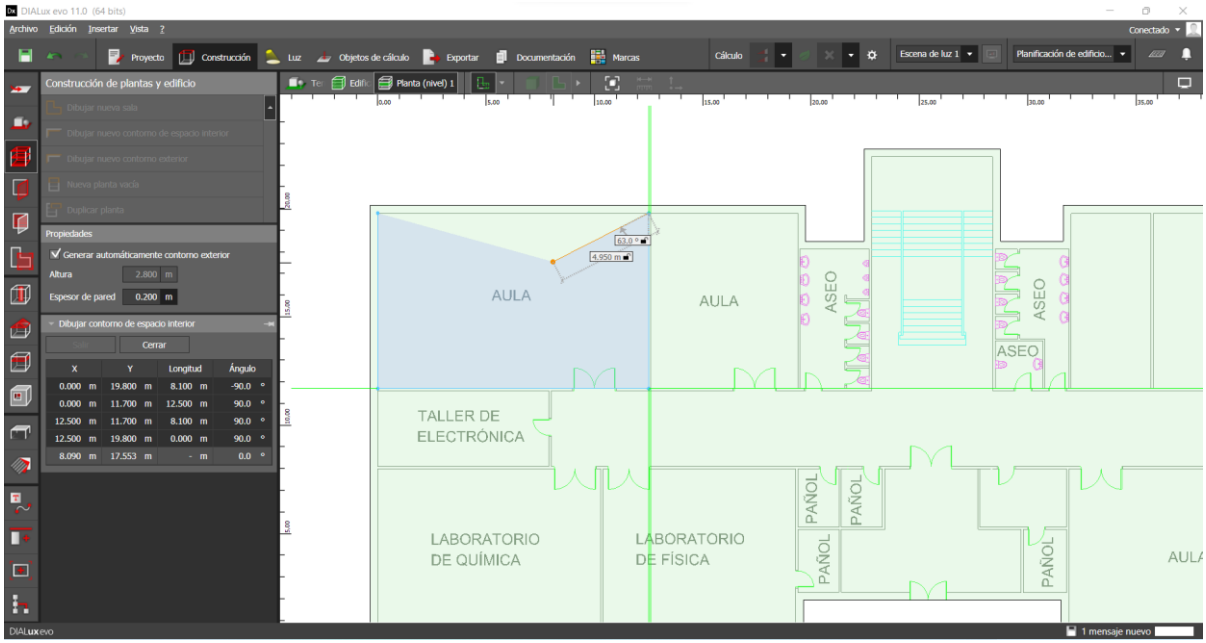


Figura 3-13. Submenú *Construcción de plantas y edificio*



Figura 3-14. Nueva sala definida

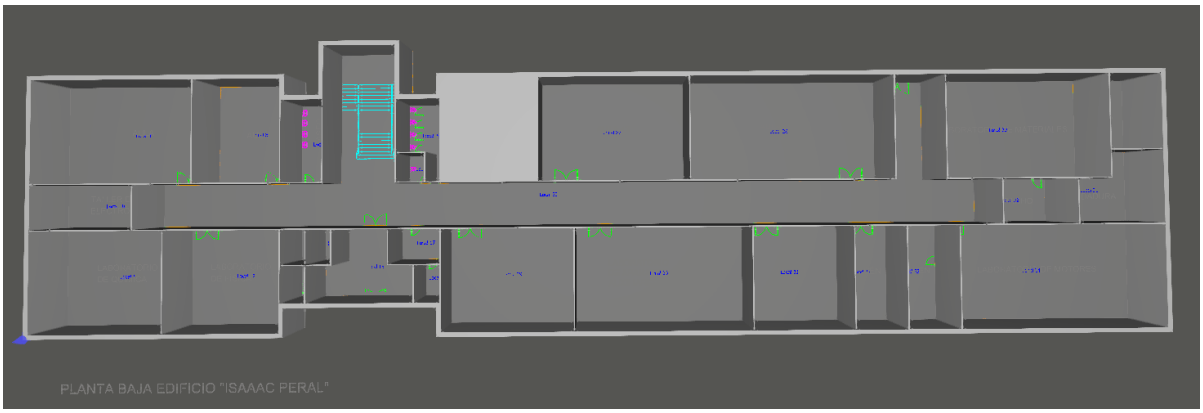


Figura 3-15. Planta baja con todas las salas definidas

3.5.2.4 Submenú Aberturas de edificio.

Aunque ya se tengan las salas definidas tanto de la primera planta como de la segunda, el edificio desde fuera se sigue viendo como un bloque de piedra. Así que el siguiente paso es incluir todas las aberturas del edificio (puertas, ventanas, etc.). La colocación de dichas aberturas se llevará a cabo en el

submenú *Aberturas de edificio* (Figura 3-16), más específicamente con la opción "Dibujar nueva abertura de edificio" y colocando la abertura donde corresponda, empleando los planos con vista de planta. Para ello, previamente tiene que ser seleccionado el tipo de abertura y sus dimensiones.

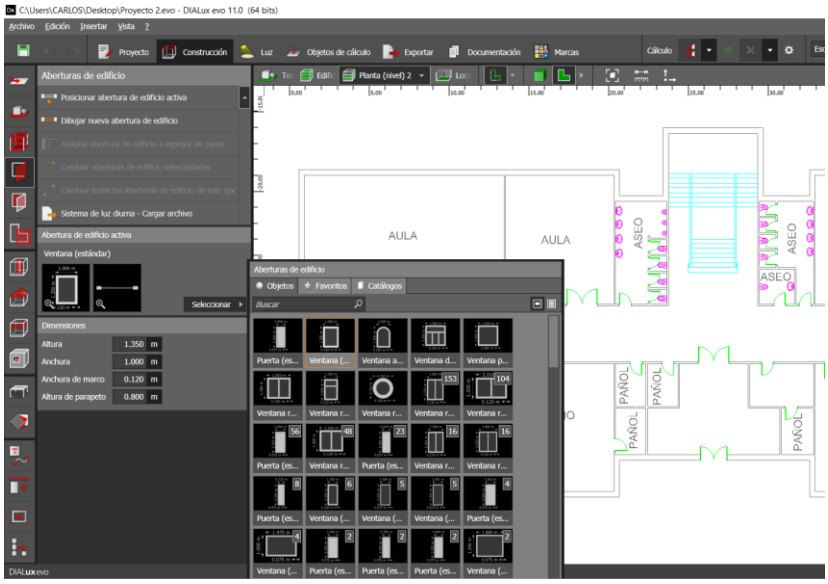


Figura 3-16. Submenú *Aberturas de edificio*

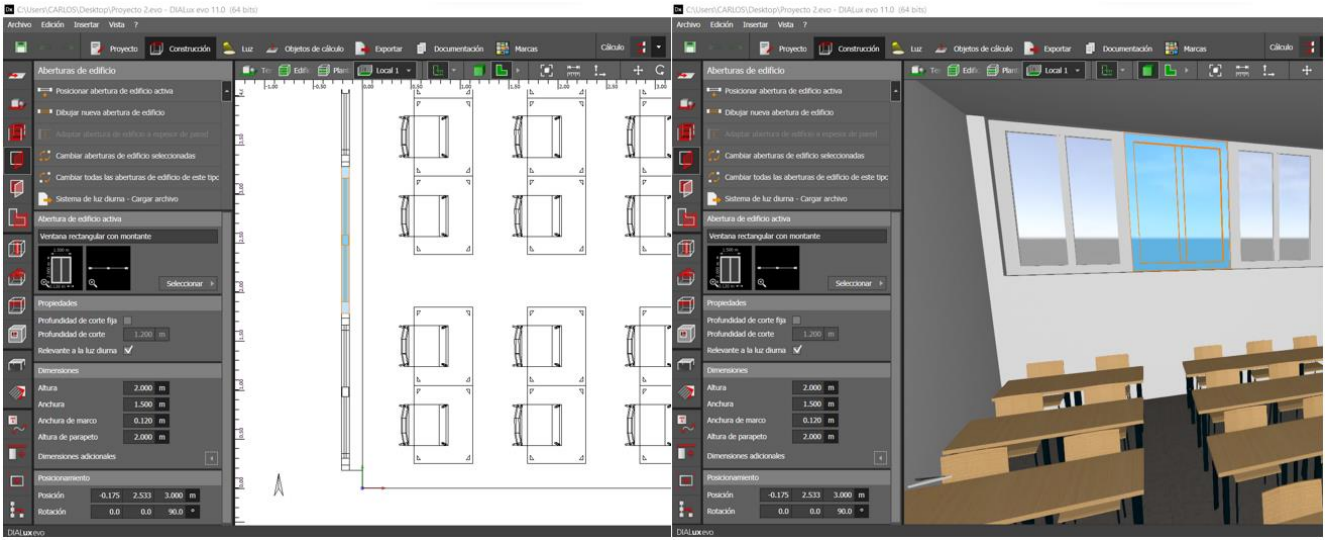


Figura 3-17. Submenú *Aberturas de edificio*. Ejemplo colocación de abertura

Todas las aberturas existentes en el edificio se colocarán a través del procedimiento mostrado en la Figura 3-17.

3.5.2.5 Submenú Áreas

El edificio alberga espacios con distintos fines, por lo que es necesario categorizarlos en función del uso previsto. Este apartado permite cambiar los nombres de las salas (que por defecto están numerados por orden de creación), editar su propósito, y configurar de manera predeterminada los parámetros lumínicos para cumplir con la norma europea sobre la iluminación para interiores UNE 12464.1 (Figura 3-18). Aunque el plano de trabajo y el nivel de iluminación vienen predeterminados, 0,8 metros y 500 lux respectivamente, estos valores se pueden modificar según las necesidades de cada local. También es posible determinar las horas de uso de cada luminancia y limitar el nivel de deslumbramiento, fijado en 19.

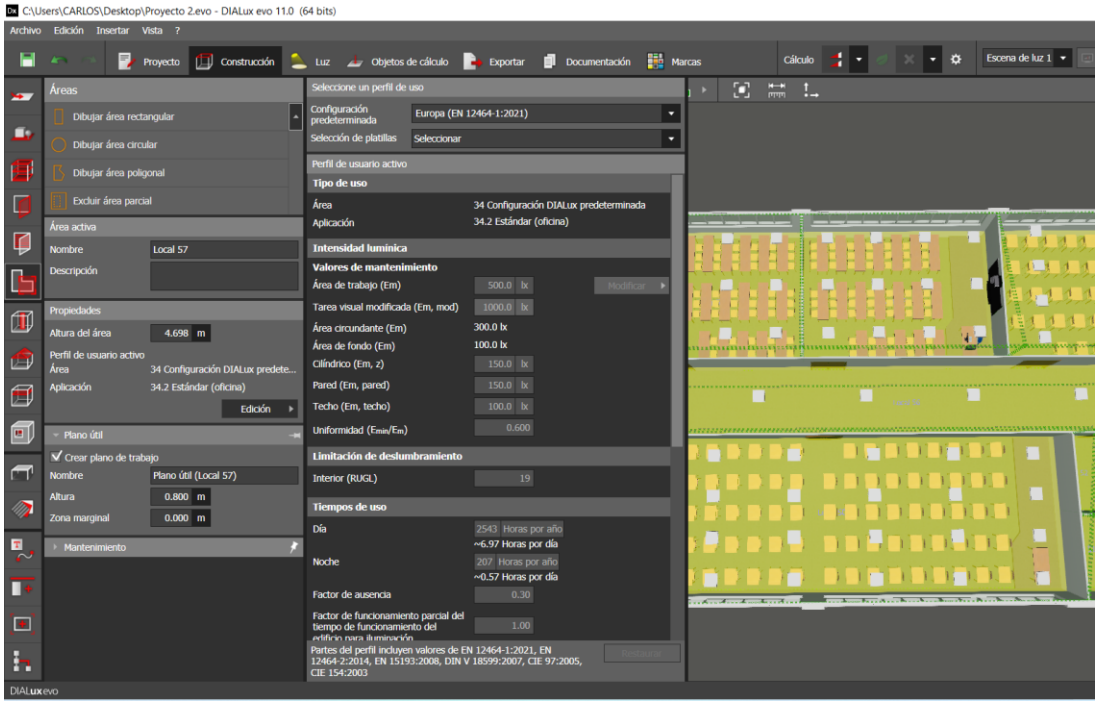


Figura 3-18. Submenú *Áreas*. Posibles modificaciones

3.5.2.6 Submenú Elementos del ambiente

Este submenú cuenta con las herramientas necesarias para poder generar elementos que no han podido ser generados con anterioridad debido a la forma exclusiva del elemento. En este caso, se ha utilizado la opción “Dibujar elemento poligonal de local” para poder representar la escalera principal que permite subir a la segunda planta (Figura 3-19).

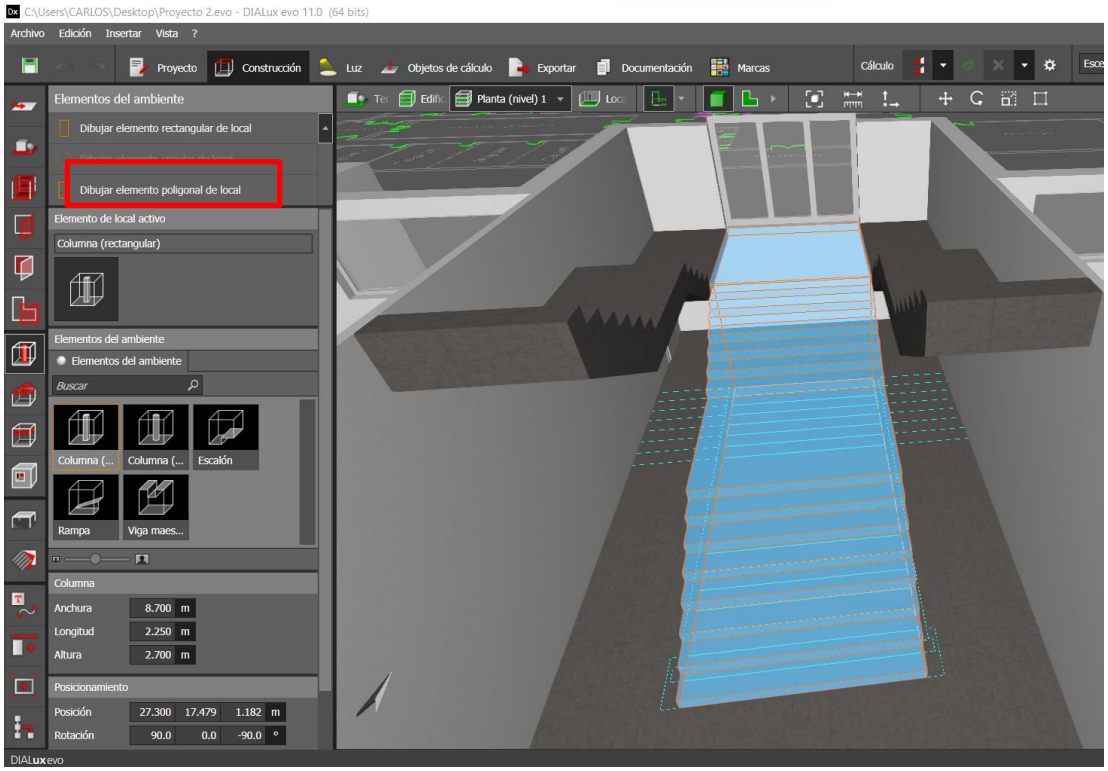


Figura 3-19. Submenú *Elementos del ambiente*. Escalera principal

3.5.2.7 Submenú Tejados

Cuando se llega al submenú *Tejados* (Figura 3-20), hay que seleccionar tanto el tipo de tejado que se desea colocar como el área a cubrir. Después se pueden modificar las dimensiones del propio tejado.

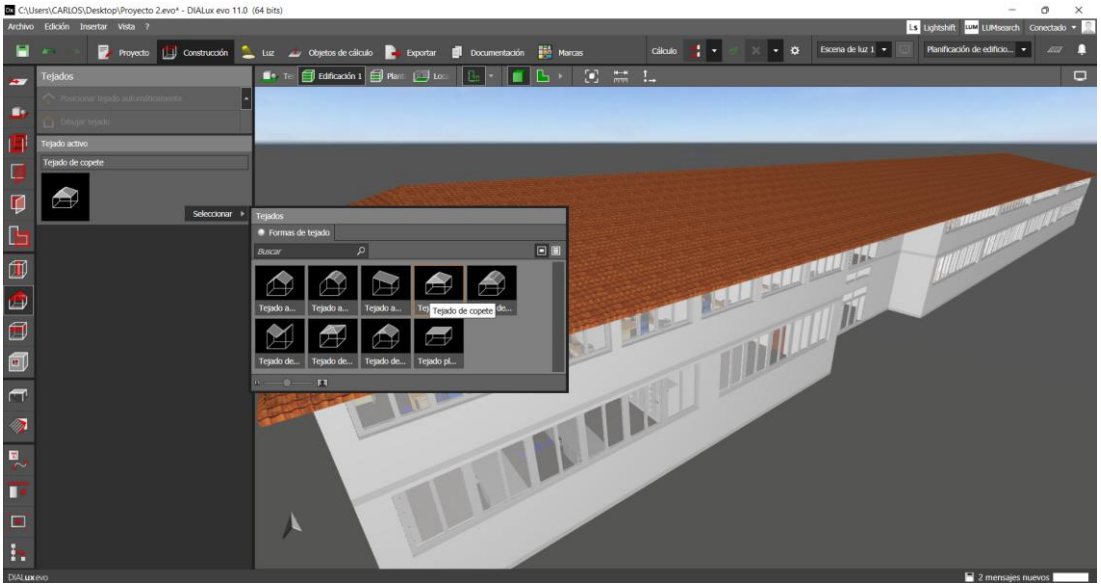


Figura 3-20. Submenú *Tejados*. Tejado del edificio Isaac Peral en modo 3D

3.5.2.8 Submenú Techos

Esta herramienta permite generar los llamados “falsos techos”. Estos techos delimitan la altura de cada local. Este tipo de techos garantizan el fácil acceso a los lugares donde se encuentran ocultos los cables eléctricos de las luminarias para poder realizar los mantenimientos necesarios.

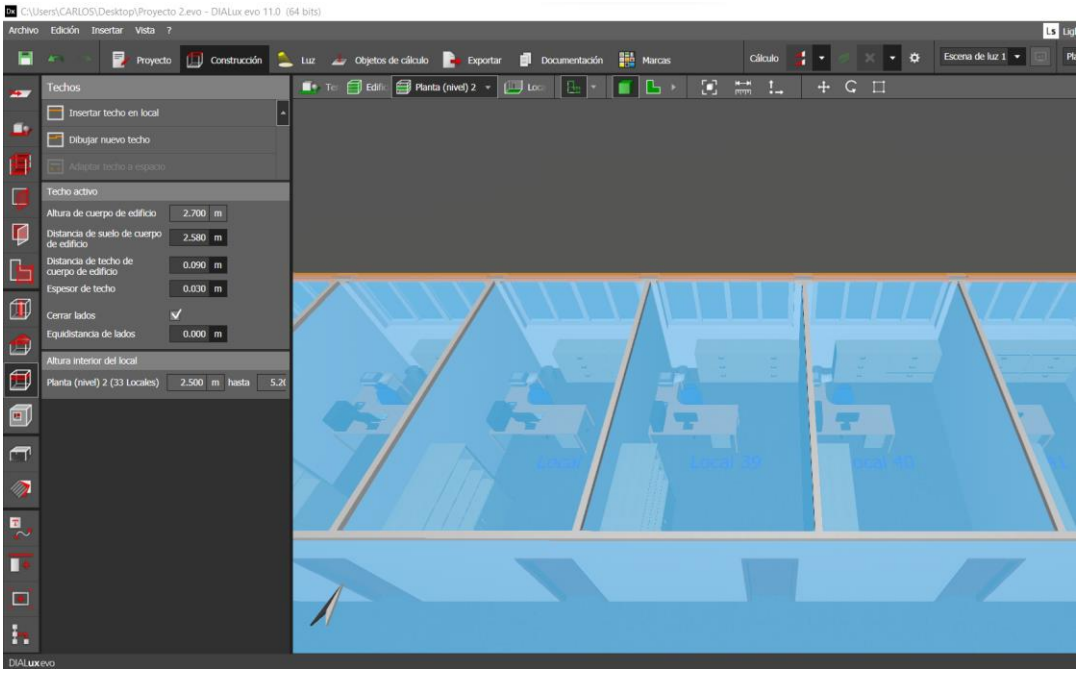


Figura 3-21. Submenú *Techos*. Techos de los despachos de los profesores

3.5.2.9 Submenú Recorte

Permite realizar recortes para generar formas arquitectónicas que los anteriores submenús no facilitaban hacer. Como se puede observar en la Figura 3-22, ha sido de gran utilidad para generar el hueco de la escalera para poder acceder a la segunda planta.

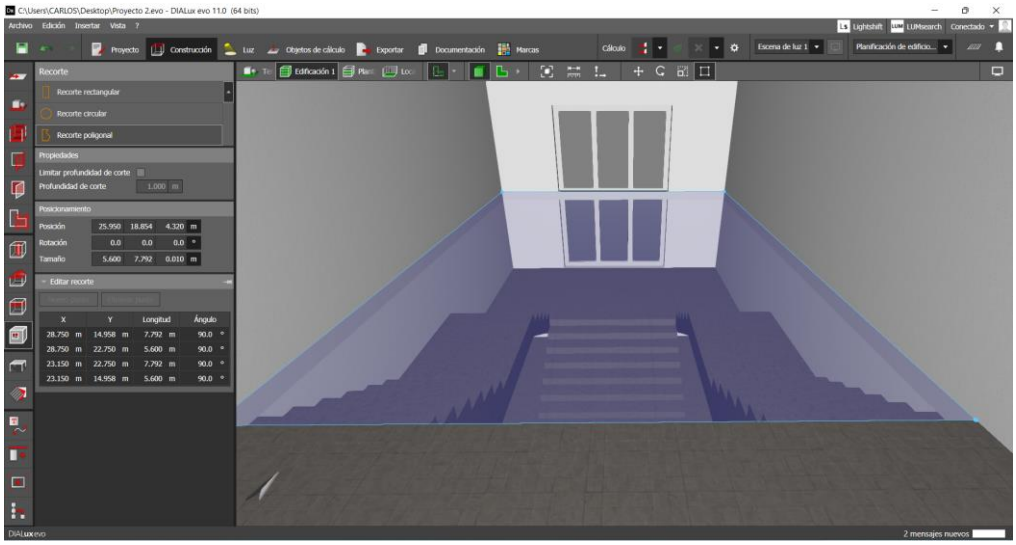


Figura 3-22. Submenú *Recorte*. Hueco de la escalera en la segunda planta

3.5.2.10 Submenú Muebles y objetos

Este submenú permite agregar una amplia variedad de elementos de mobiliario y objetos decorativos al proyecto de iluminación, lo que permitirá simular con mayor precisión cómo se verá la iluminación en un espacio real. DIALux evo cuenta con un gran catálogo de objetos como se puede ver en la Figura 3-23, aunque si el objeto que se está buscando no se encuentra en el catálogo de DIALux, se puede buscar en internet, descargarlo en modo 3D y exportarlo a DIALux (proceso explicado en Herramientas informáticas utilizadas).

Agregar con precisión el mobiliario es muy importante para la futura simulación del sistema de alumbrado. El mobiliario puede afectar a la distribución de la luz, ya que ésta puede ser bloqueada o desviada. Cuanto más preciso se sea al añadir el mobiliario, mejores van a ser los cálculos, y, por tanto, el sistema de alumbrado será más eficiente.

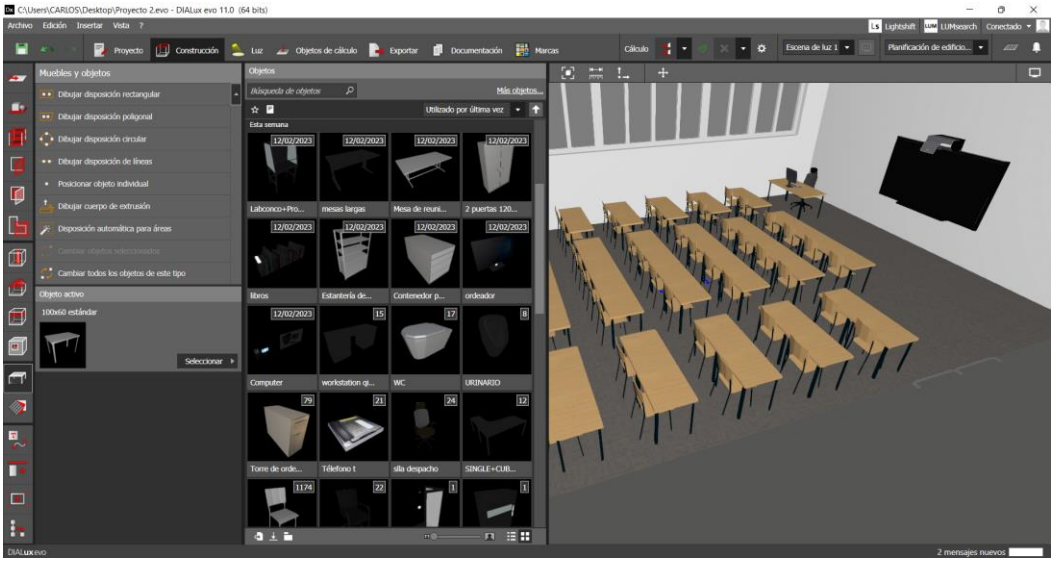


Figura 3-23. Submenú Muebles y objetos. Catálogo de objetos (fuente: propia)

3.5.2.11 Submenú Materiales

Para complementar el mobiliario que se ha añadido anteriormente, DIALux evo cuenta con dos catálogos en este submenú (Figura 3-24). El primer catálogo ofrece diversidad de materiales, y el segundo diferentes colores. Cuenta con una pestaña de propiedades avanzadas en la cual se pueden seleccionar el tipo de material y sus características lumínicas para que sea más precisa la posterior simulación.

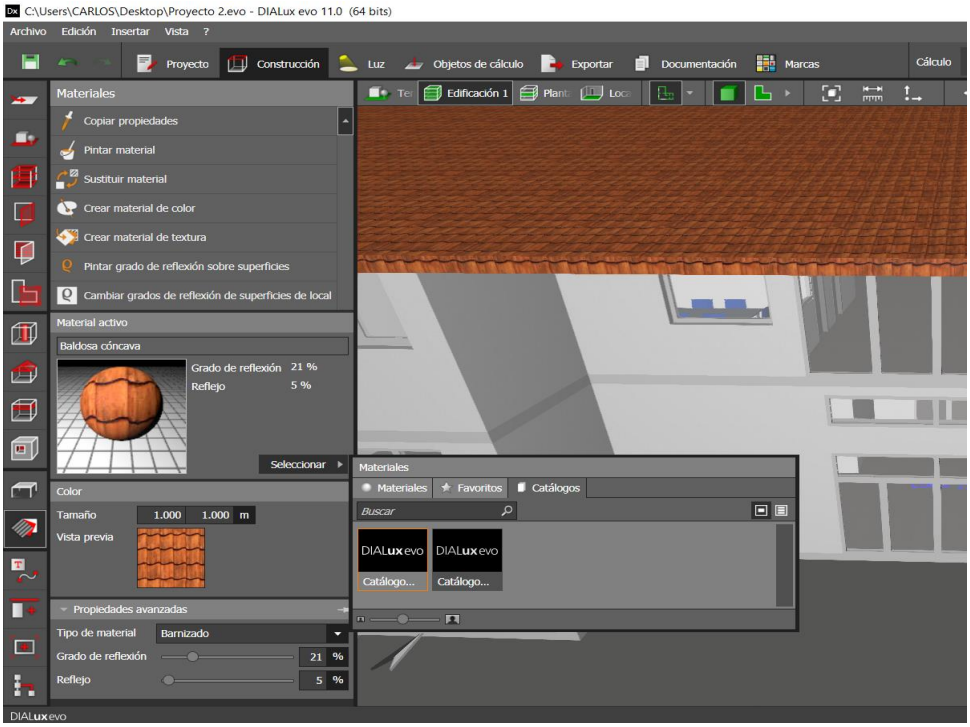


Figura 3-24. Submenú *Materiales*

El resultado final del modelado 3D del edificio puede ser observado en el apartado 4.2 Modelado 3D.

3.5.3 Menú Luz

En esta sección, se llevará a cabo la segunda fase del proyecto. Tras generar el modelo 3D del edificio, es momento de proceder a la instalación del sistema de alumbrado.

Para poder colocar las luminarias en el proyecto, DIALux evo cuenta con un gran catálogo de marcas de lámparas, las cuales podrán ser descargadas e instaladas en el edificio. Esto se conoce como instalación de *plugins.*

3.5.3.1 Instalación de plugins

Como el catálogo de luminarias de DIALux evo es muy extenso, se ha empleado como ayuda la página web *Luminaire Finder*.

Esta página web es una herramienta en línea que permite buscar luminarias de diferentes fabricantes para usar en proyectos de iluminación. El objetivo de *Luminaire Finder* es ayudar a los diseñadores de iluminación a seleccionar la luminaria adecuada para un proyecto, de acuerdo con los requisitos específicos de iluminación, eficiencia energética y otros aspectos técnicos. Permite filtrar las luminarias por fabricante, tipo de luminaria, distribución de luz, flujo luminoso, temperatura de color, índice de reproducción cromática (CRI), entre otros criterios técnicos, y ver las características detalladas y especificaciones de las luminarias en una tabla comparativa. También se pueden descargar fichas técnicas y datos fotométricos para las luminarias seleccionadas.

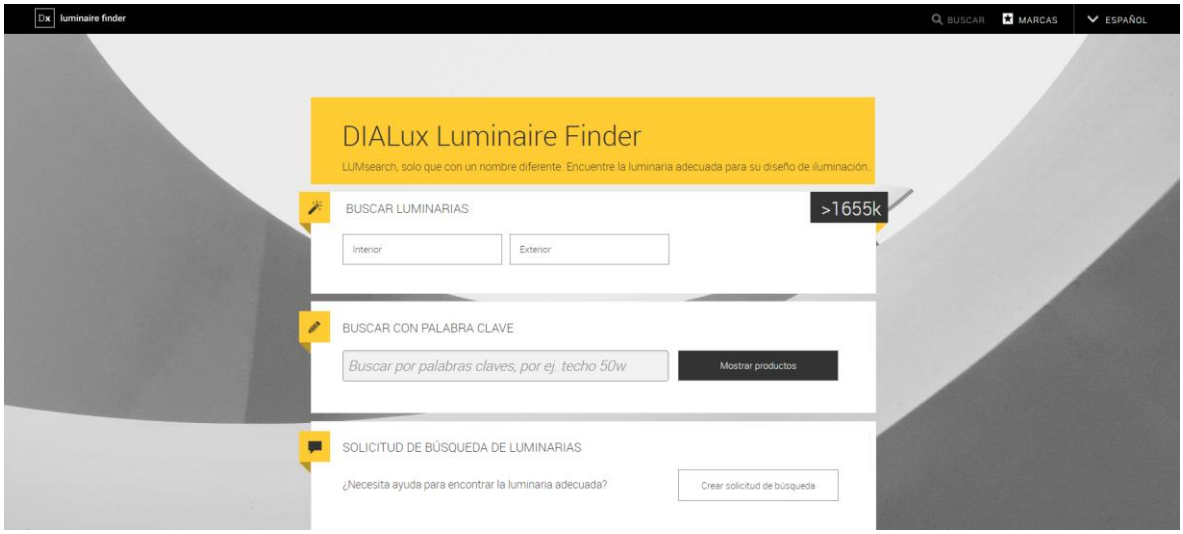


Figura 3-25. Menú de búsqueda de DIALux Luminaire Finder

Tras introducir los datos lumínicos principales de la luminaria en el buscador, la luminaria que cuenta con especificaciones técnicas muy similares a los tubos LED que se están empezando a incorporar en los distintos edificios de la escuela naval militar es la siguiente:

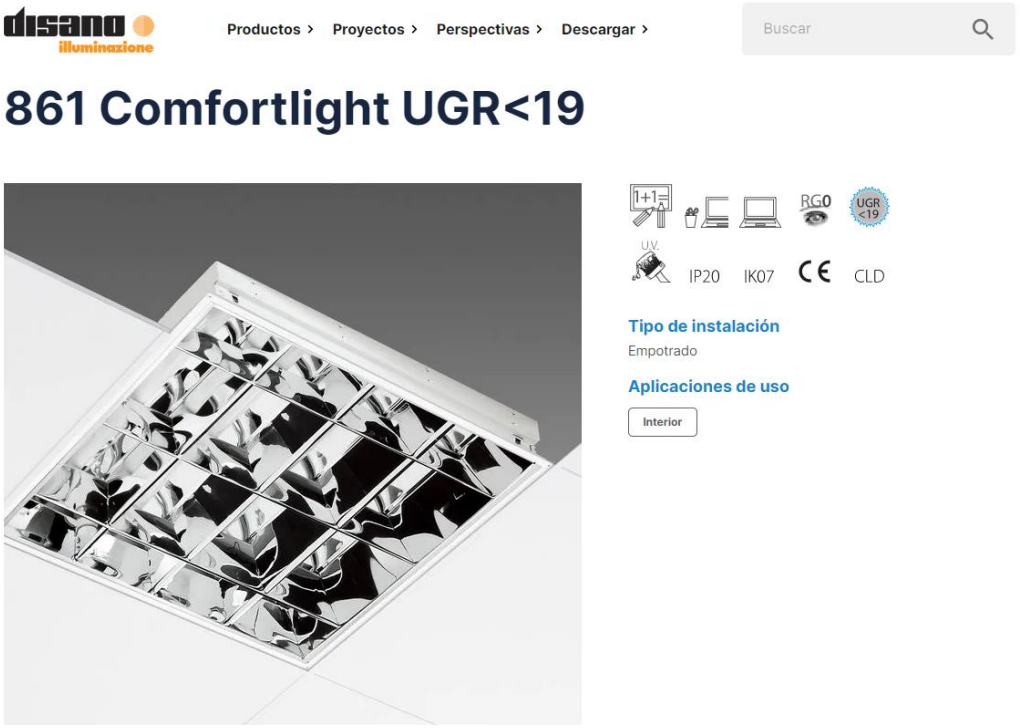


Figura 3-26. Luminaria 861 Comfortlight UGR<19 de Disano (fuente: propia).

3.5.3.2 Submenú Luminarias

Cuando se descarga la luminaria deseada, esta es la presentación que muestra DIALux evo cuando se selecciona la pestaña de *Luminarias* (Figura 3-27).

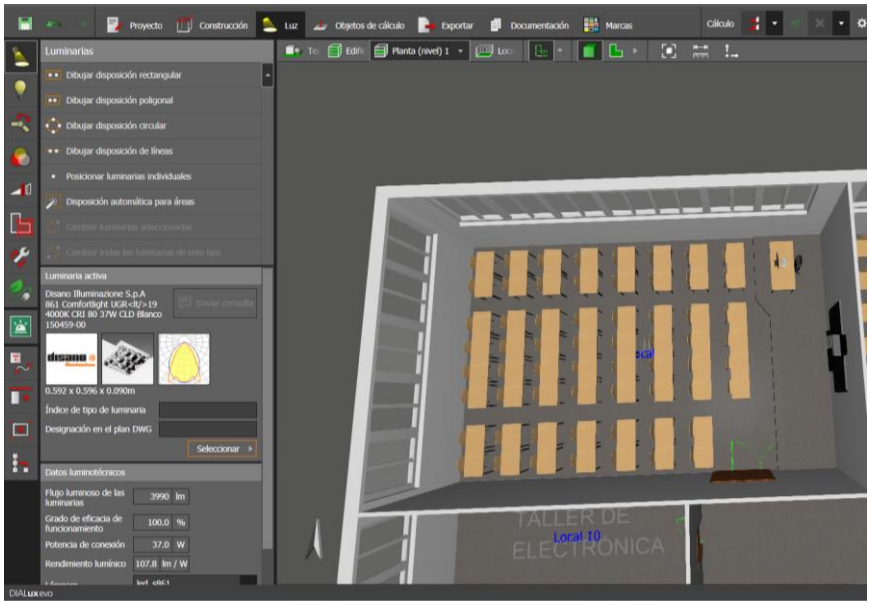


Figura 3-27. Submenú *Luminarias*

Una vez se ha escogido una luminaria específica, se puede instalar en el edificio de diferentes maneras. La manera más cómoda es "Disposición automática por áreas", esta función permite colocar automáticamente las luminarias en el espacio de acuerdo con el área a iluminar y los criterios de diseño que se ha establecido. Sin embargo, cuando la disposición automática no trabaja como deseamos, se puede optar por instalar las luminarias manualmente para garantizar que se cumplan los requisitos específicos. Al instalarse de manera manual, se puede ajustar la posición y orientación de cada luminaria de acuerdo con las características específicas del espacio, asegurando así una distribución de la luz uniforme y eficiente.

3.5.3.3 Submenú Lámparas

Cuando se instala la luminaria en el local, se puede seleccionar las luminarias, y de manera automática, DIALux evo te direcciona al submenú Lámparas donde se podrán modificar las propiedades lumínicas de la lámpara como se puede ver en la Figura 3-28. Es posible modificar el flujo luminoso, la potencia, la temperatura de color y el CRI.

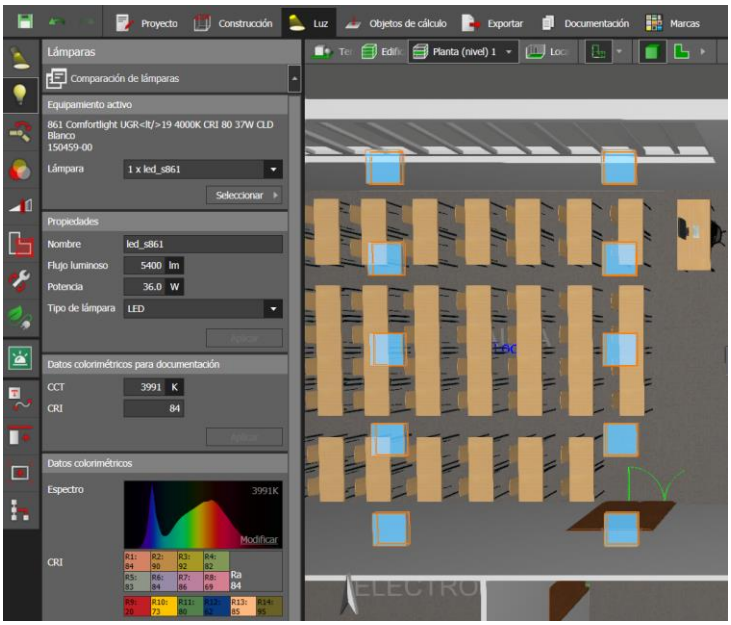


Figura 3-28. Submenú Lámparas

3.5.3.4 Submenú Filtro

Este submenú permite modificar el espectro de las luminarias. Para ello, cuenta con un amplio catálogo de filtros en función de la finalidad de cada luminaria. Como se puede observar en la Figura 3-29, el catálogo ofrece filtros de color, filtros de corrección de color, filtros de alta temperatura y filtros para luces de cine.

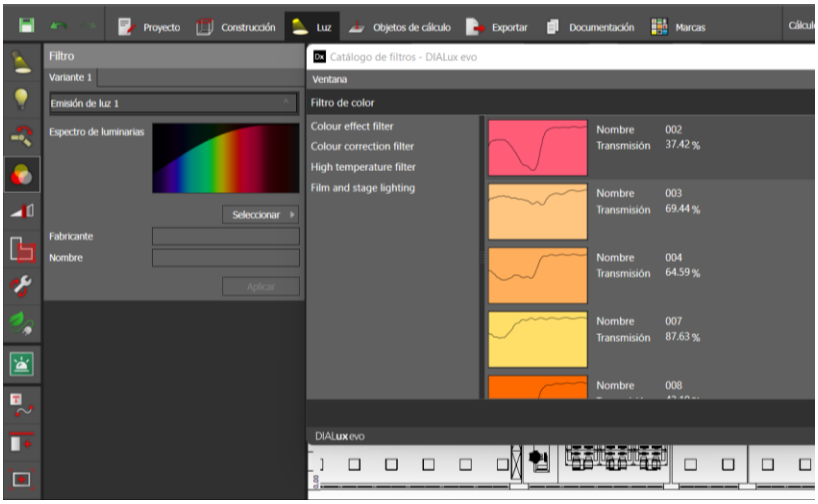


Figura 3-29. Submenú *Filtros*

3.5.3.5 Submenú Escenas de luz

En este apartado, DIALux evo ofrece la posibilidad de controlar la iluminación de diferentes partes del edificio usando grupos de luminarias. También permite gestionar la luz natural y ajustar el tipo de día según las condiciones meteorológicas, la época del año y la hora del día (Figura 3-30).

En este caso, el estudio se ha centrado en la iluminación interior sin tener en cuenta la influencia externa de la luz natural o artificial proveniente del exterior. Para lograr este objetivo, se ha configurado la escena con la opción “Sin luz diurna”. Esto permitirá obtener resultados más precisos y enfocados en la iluminación que se desea estudiar, sin interferencias que puedan afectar los resultados.

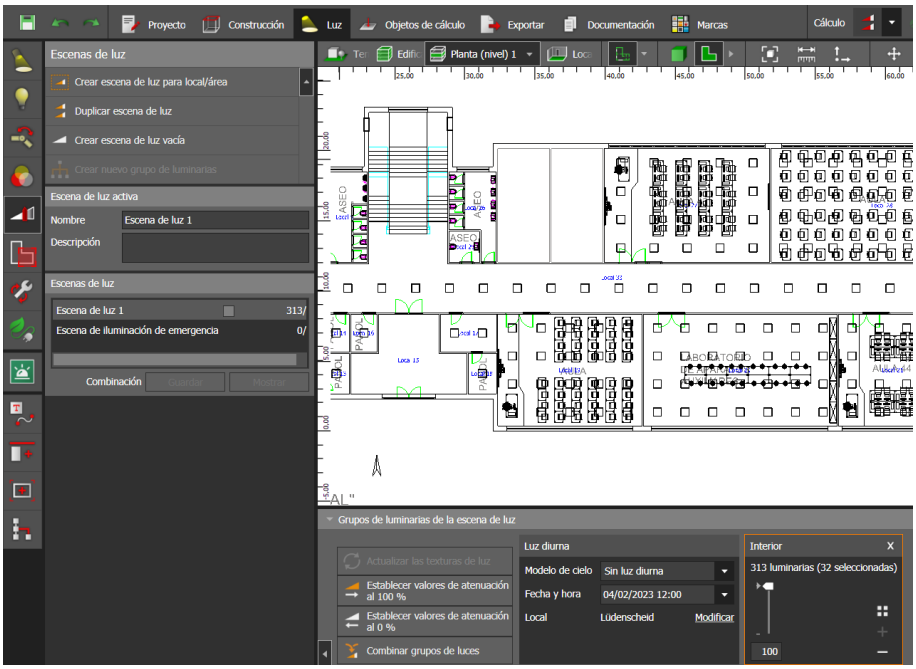


Figura 3-30. Submenú Escenas de luz

3.5.3.6 Submenú Áreas

Este submenú se utiliza para gestionar la iluminación de cada espacio en función de su propósito y el plano de trabajo sobre el que se realizarán los cálculos. Por otra parte, se puede ajustar el tiempo que las luminarias van a estar trabajando para así poder realizar un estudio más preciso del consumo energético.

En ciertas ocasiones, el mobiliario interfiere en el cálculo lumínico, ya que puede generar sombras sobre el plano de trabajo. Para que no ocurra, existe la opción de "Excluir área parcial", para que no se tenga en cuenta esa parte del local en los cálculos.

3.5.3.7 Submenú Consumo de energía

Este submenú calcula de manera automática el consumo de energía y el coste anual que supone, en *kWh/año* y *€/año* respectivamente. También calcula de manera aproximada las emisiones de CO_2 que se generan.

Por otra parte, muestra el *LENI* (*Luminous Energy Normalized Indicator*) de cada local. El *LENI* es una medida de la cantidad de energía luminosa necesaria para iluminar un espacio determinado durante un año. Se expresa en $kWh/año/m^2$ y proporciona una idea más clara del consumo de energía por metro cuadrado.

En este apartado, también es posible modificar los tiempos de uso, es decir, horas y días que la luminaria va a estar consumiendo energía.

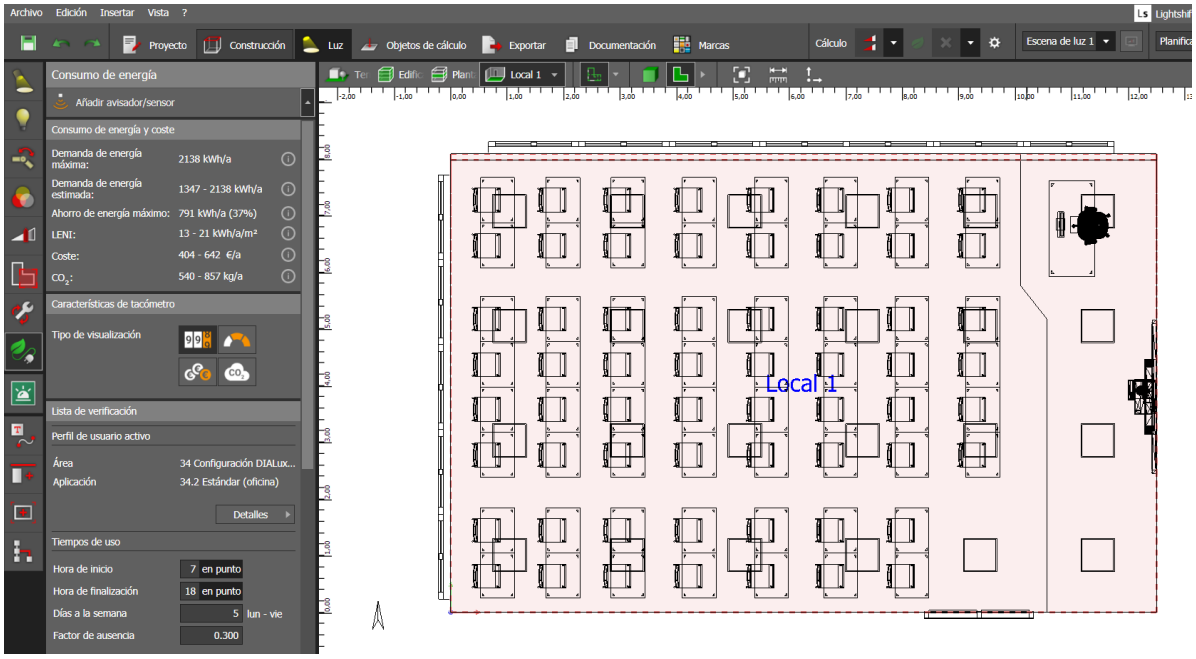


Figura 3-31. Submenú Consumo de energía

3.5.4 Menú Objetos de cálculo

En el menú *Objetos de cálculo* de DIALux evo, se pueden definir y configurar los objetos que serán tomados en cuenta para el cálculo de la iluminación. Además, en este apartado se pueden definir las áreas de cálculo, que son los espacios en los que se realizarán las simulaciones luminotécnicas, y ajustar los parámetros para el cálculo.

En cada local se ha dibujado el objeto de cálculo (Figura 3-32), de tal manera que cuando se lleve a cabo la simulación, DIALux evo realice los cálculos centrándose en las zonas de trabajo, en las mesas en este caso.

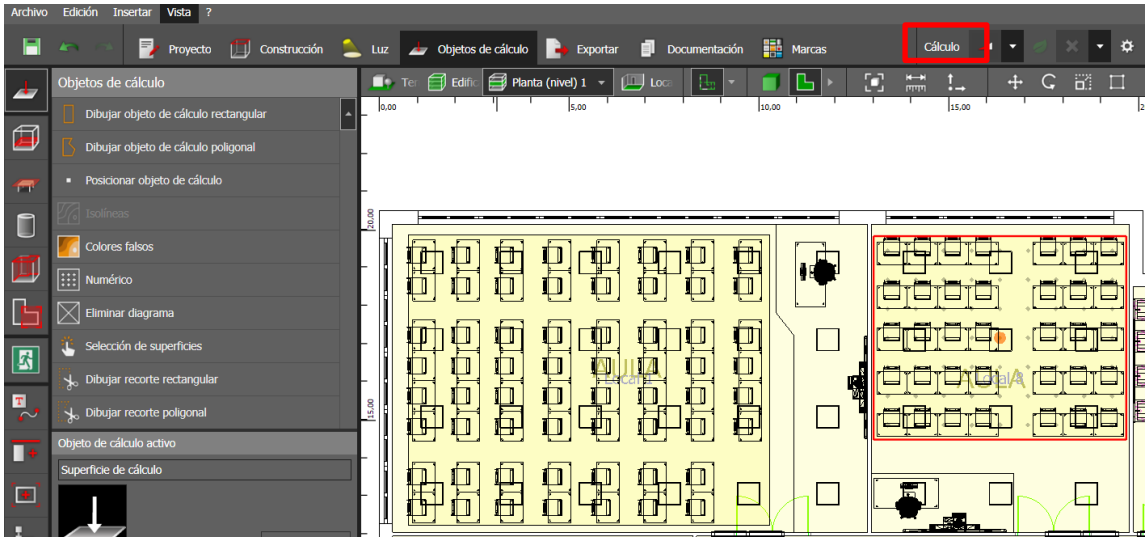


Figura 3-32. Submenú Objetos de cálculo

Una vez se establezcan todos los parámetros necesarios, se llevará a cabo la simulación de todos los locales haciendo clic en la pestaña "Cálculo" que se encuentra en la parte superior derecha de la Figura 3-32.

Cuando se haya completado el proceso de cálculo que realiza el software DIALux evo, los resultados pueden ser visualizados de varias maneras, mediante isolíneas, colores falsos, notación numérica, o todas simultáneamente (Figura 3-33).

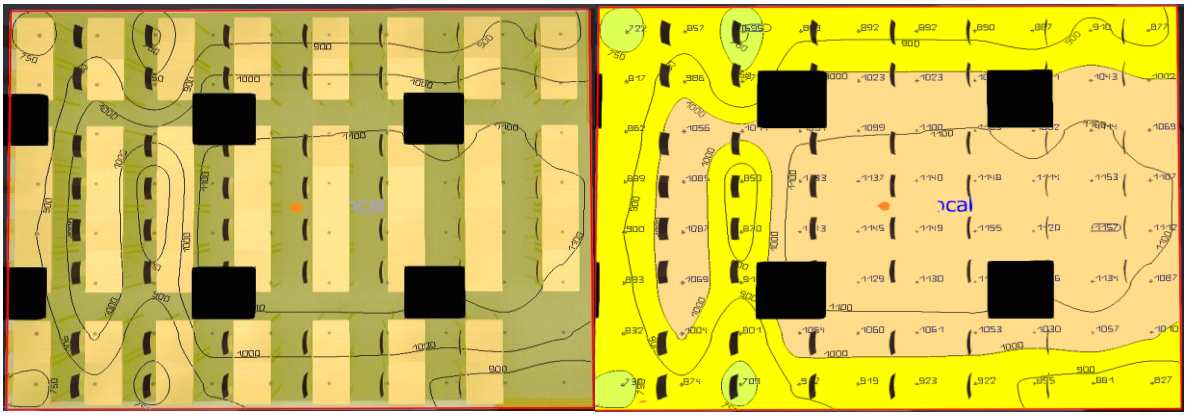


Figura 3-33. Resultados de los cálculos. Isolíneas (izquierda). Simultáneo (derecha)

3.6 Comparativa entre el alumbrado actual y el propuesto

En las Figura 3-34 y Figura 3-35 se pueden observar de manera visual los cambios en el sistema de alumbrado que se proponen en las dos plantas del edificio. El cambio más significativo es el propuesto en la sala de juntas, ya que es necesario cambiar las bombillas por placas con tubos, para que así el local pueda cumplir con la normativa.

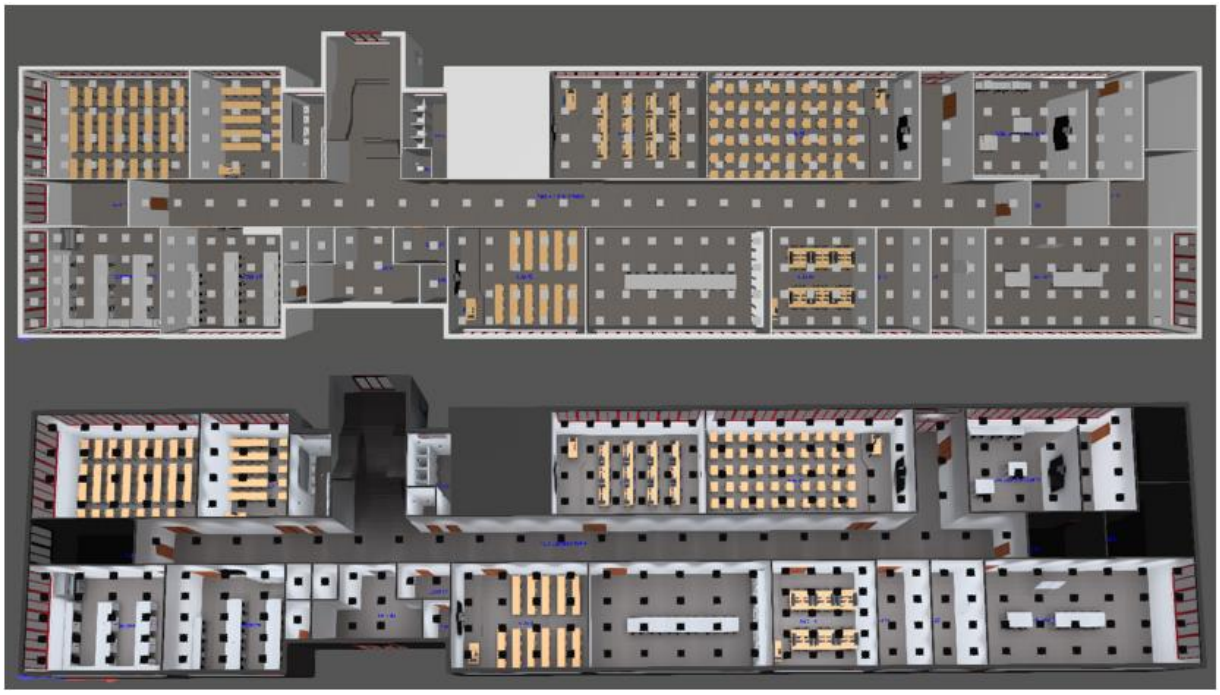


Figura 3-34. Comparativa de la 1ª planta entre la situación actual y la propuesta

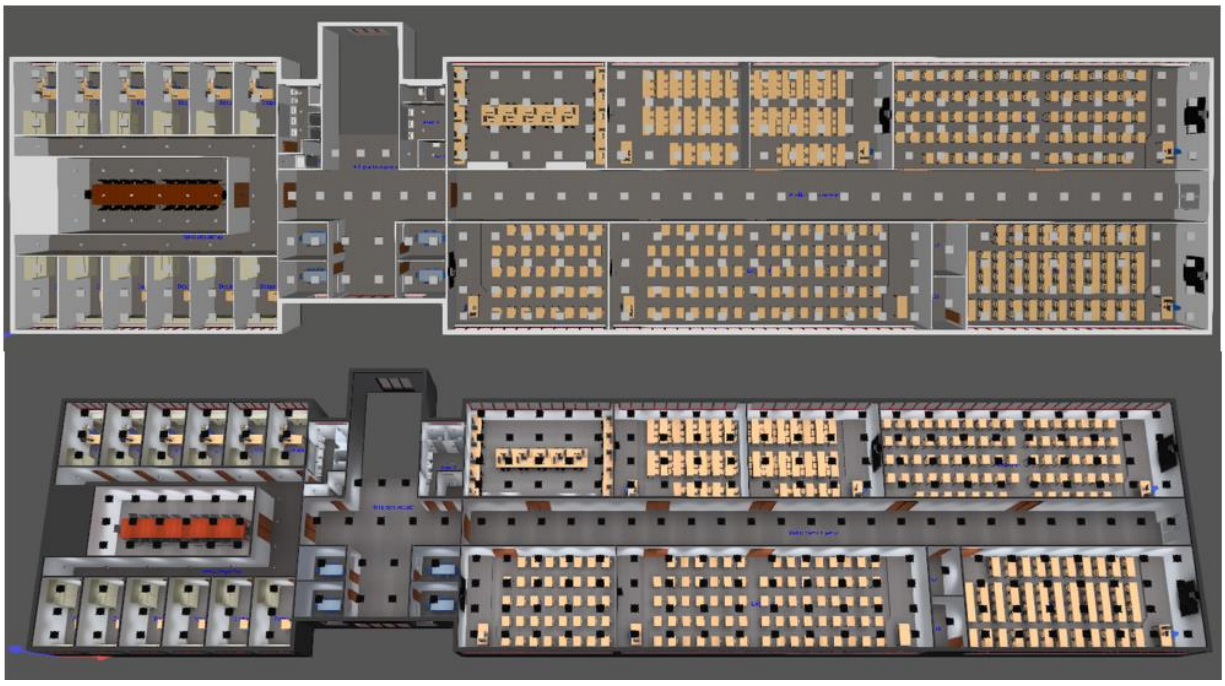


Figura 3-35. Comparativa de la 2ª planta entre la situación actual y la propuesta

En la Tabla 3-12 se muestra la diferencia del número total de luminarias que hay entre el sistema de alumbrado actual y el propuesto, marcando una clara diferencia al reducir 324 tubos en la propuesta.

	Tubos	Potencia (W)
Actual	2348	18
Propuesta	2024	9
	Bombillas	**Potencia (W)**
Actual	44	26
Propuesta	44	15

Tabla 3-12. Comparativa del número de luminarias entre la situación actual y la propuesta

3.7 Estudio de amortización

3.7.1 Introducción

El objetivo de este trabajo es diseñar una instalación de alumbrado sustituyendo la tecnología fluorescente por tecnología LED que es más eficiente. Sin embargo, implementar esta instalación requiere un gasto inicial que no sería necesario si se mantiene la instalación actual. Para determinar si esta inversión es rentable, se va a llevar a cabo un análisis de amortización. Éste pretende determinar el tiempo que transcurrirá hasta que se comience a ahorrar después del desembolso inicial.

3.7.2 Variables

Para realizar el estudio de amortización de la manera más precisa posible, las variables a tener en cuenta son las siguientes:

- Precio del kWh: La tarifa de electricidad varía por horas, ésta se conoce como Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), y es establecida por el gobierno en función de la demanda de energía en cada hora del día. Para llevar a cabo una estimación del precio se realizado la media. El precio final estimado sería 0,2177 €/kWh.
- Horas de funcionamiento: Se ha realizado una estimación a partir del horario laboral, y la sábana de clases.
- Vida útil de luminarias.
    - Fluorescentes: 20.000 horas.
    - LED: 50.000 horas.
- Redistribución de las luminarias. Esto significa cambiar todo el falso techo para que las luminarias puedan adoptar su nueva posición.
- Coste de adquisición de las lámparas y sensores.

4 RESULTADOS / VALIDACIÓN / PRUEBA

4.1 Introducción

Se expondrán los datos obtenidos a partir de los procedimientos descritos en la sección de Desarrollo del TFG. Estos resultados son de vital importancia para la interpretación del trabajo realizado y, por tanto, se presentarán de forma clara y concisa.

Para ello, se seguirá un orden coherente, con el fin de facilitar su comprensión. Se incluirán tanto valores numéricos como gráficos para una correcta visualización y análisis de los resultados obtenidos.

Es importante destacar que estos resultados deben ser interpretados en el contexto del objetivo y alcance del proyecto, para así poder evaluar su relevancia y utilidad en relación con los objetivos propuestos.

4.2 Modelado 3D

Tras realizar la simulación, y, por tanto, los cálculos que ello conlleva, en este apartado se puede visualizar el resultado del modelado 3D del edificio con sus respectivas luminarias.



Figura 4-1. Cara este del edificio

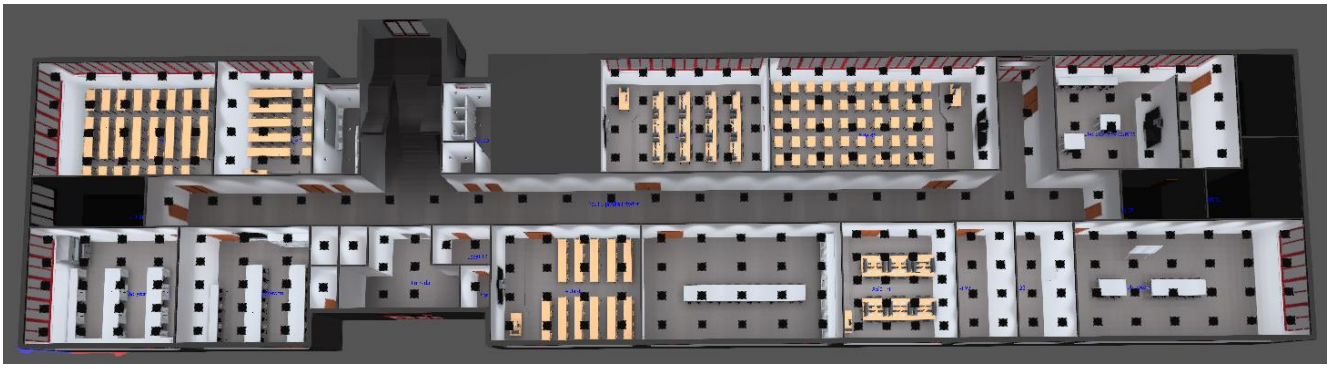


Figura 4-2. Vista en planta de la planta inferior

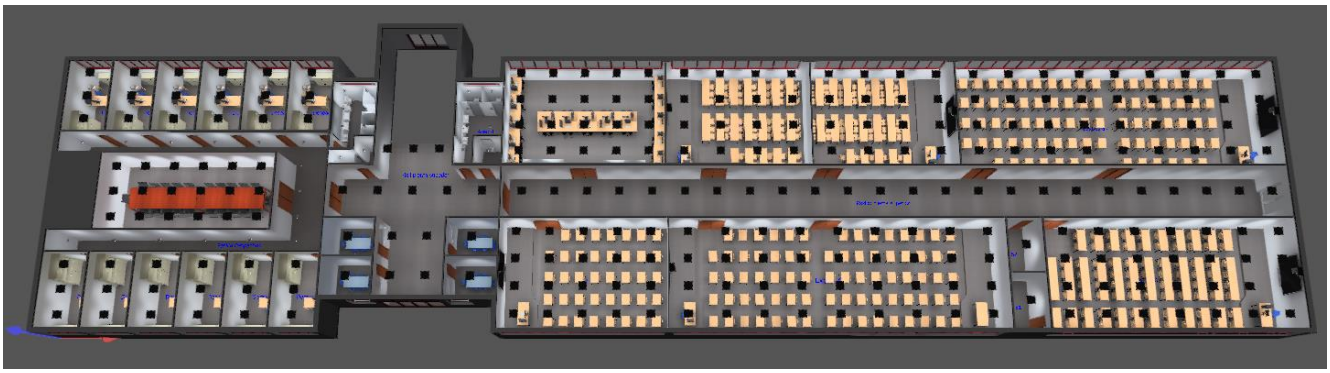


Figura 4-3. Vista en planta de la planta superior

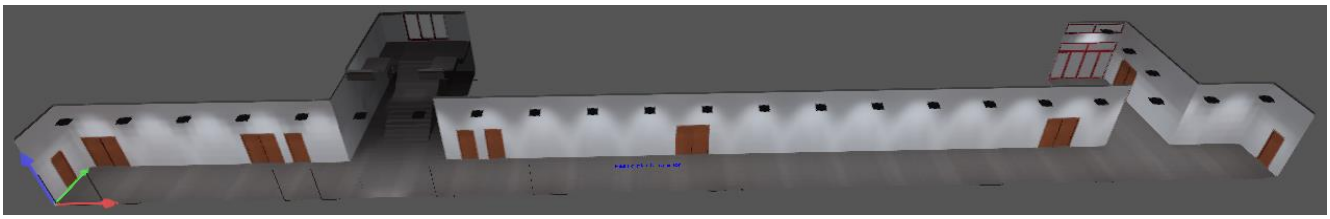


Figura 4-4. Pasillo de la planta inferior



Figura 4-5. Aula con ordenadores de la primera planta



Figura 4-6. Laboratorio de Química

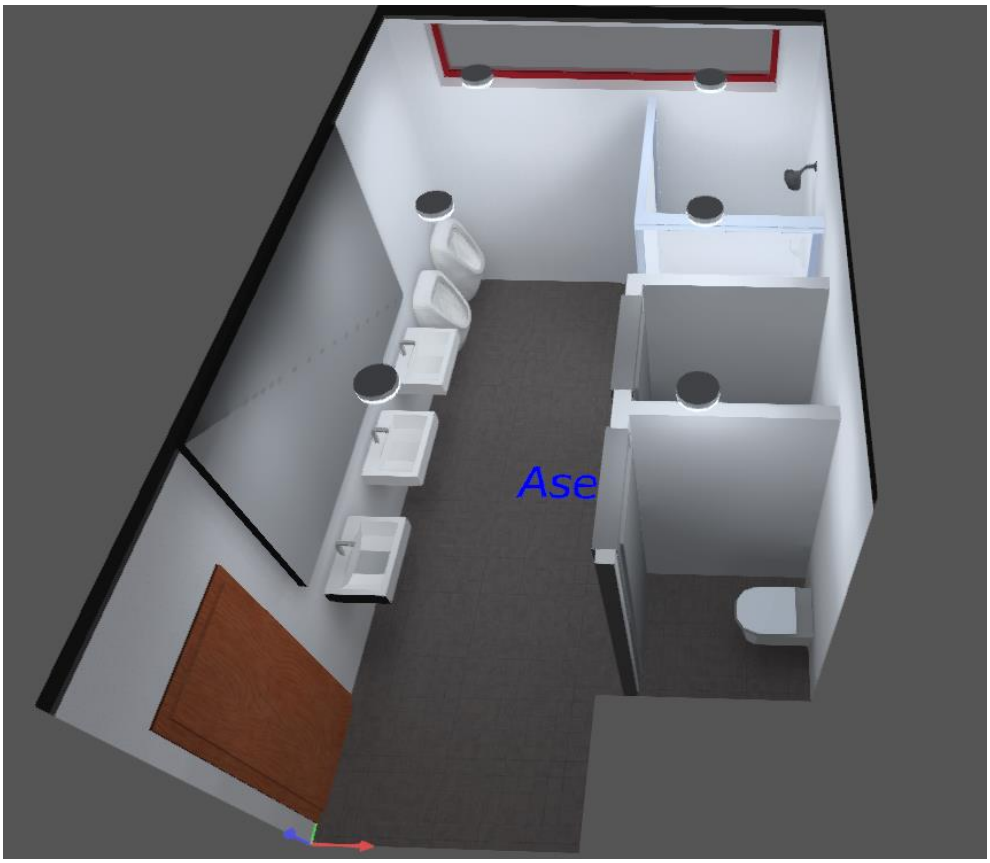


Figura 4-7. Aseo de profesores 2ª planta

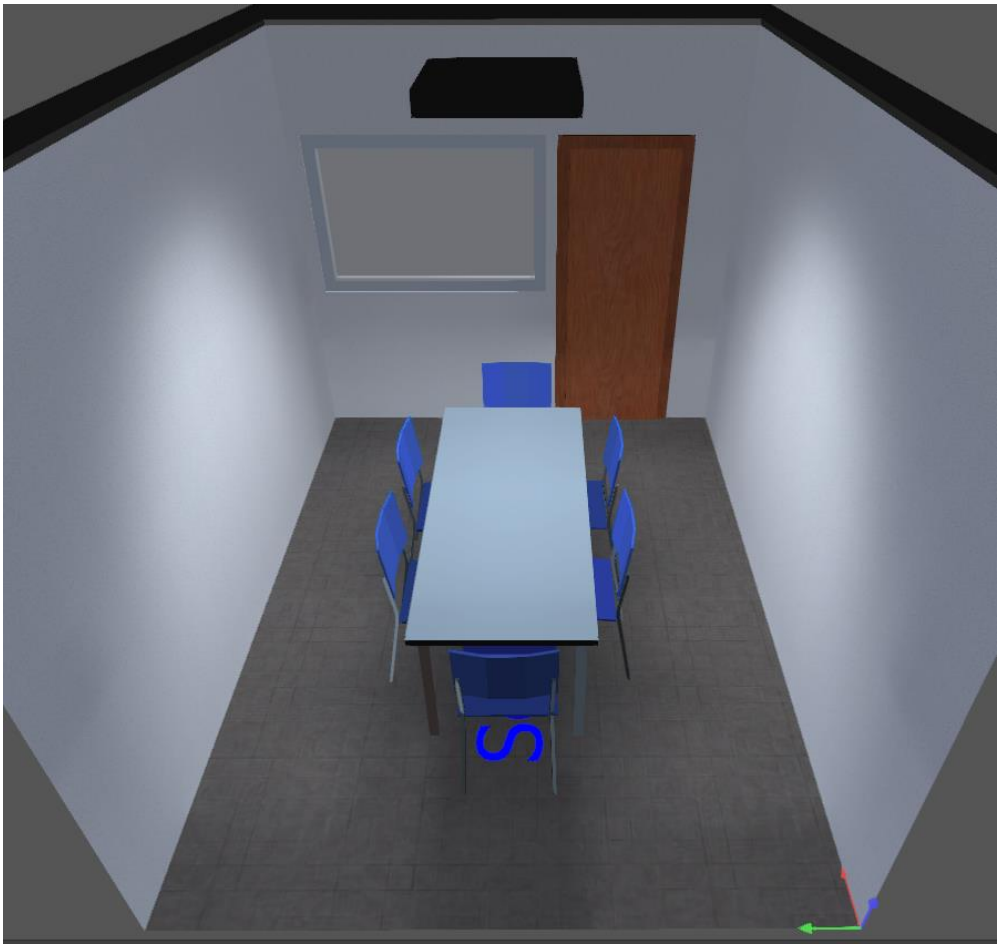


Figura 4-8. Seminario



Figura 4-9. Despacho de profesor

4.3 Valores luminotécnicos simulación DIALux evo

En el apartado Situación actual se proporcionó una evaluación exhaustiva de la instalación de iluminación actual en el edificio, a través del análisis de las mediciones de iluminancias y su comparación con las normativas vigentes y los requerimientos específicos de cada zona de trabajo.

En este apartado se va a mostrar el número de luminarias LED que serían necesarias ser instaladas en cada local, de acuerdo con las normativas que regulan los requisitos luminotécnicos mínimos. Además, se podrán observar los valores de nivel de iluminación y de uniformidad existente en cada local. Estos valores han sido calculados por el software DIALux evo sobre las áreas de trabajo.

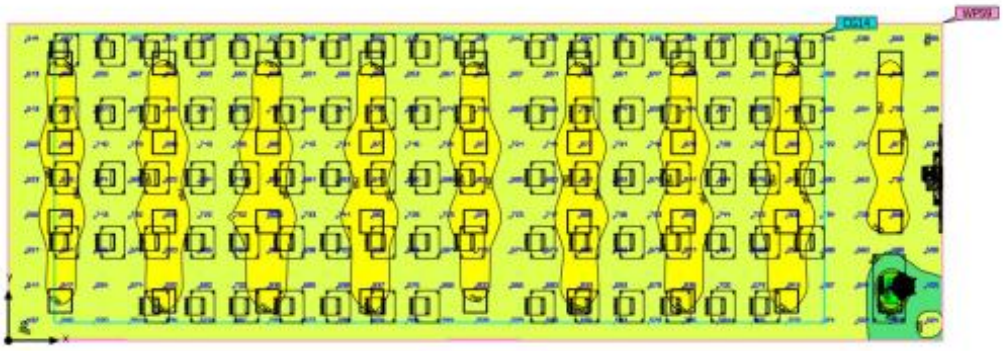
A continuación, en la Figura 4-10, se muestra un ejemplo del resultado completo de la simulación de un local, en este caso el aula 55-57. La simulación de cada local genera los siguientes resultados:

- Nivel de iluminación ($E_{perpendicular}$), expresado en lux. Este valor indica la media del nivel de iluminación que existe en todo el local, sólo se tiene en cuenta la media del nivel de iluminación porque existirán lugares, por ejemplo, en las esquinas de los locales o en huecos entre ordenadores, donde se generen mayor número de sombras y donde el nivel de iluminación es menor de los valores mínimos exigidos por normativa.
- Uniformidad (g_1). En éste aula en concreto la uniformidad no cumple porque el valor obtenido es 0,11 y tiene que ser mayor de 0,6. Esto se debe a que la mesa del profesor se sitúa a una altura superior del plano útil sobre el que se realizan los cálculos, generando un nivel de iluminación menor de 100 lux debajo de la mesa del profesor.
- Grado de deslumbramiento ($R_{UG,\max}$). Un valor igual o menor a 19, como es el caso, se considera un valor óptimo de deslumbramiento.
- Consumos. En función del número de luminarias, su consumo y el tiempo de funcionamiento, calcula el consumo total del local. Aunque estos valores no se han tenido en cuenta debido a que DIALux evo ha realizado los cálculos teniendo en cuenta tiempos de funcionamiento distintos a los calculados manualmente en este trabajo. Tanto las horas de funcionamiento como los valores de los consumos de cada local se pueden visualizar en el apartado 4.4.1 Cálculos.

Instalación de alumbrado interior del edificio Isaac Peral de la Escuela Naval Militar

Edificación 1 · Aula 55-57 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Aula 55-57 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	694 lx	≥ 500 lx	WP59
	g_1	0.11	≥ 0.60	WP59
Evaluación del deslumbramiento[1]	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo[2]	Consumo	[2077.28 - 3296.70] kWh/a	máx. 6450 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.24 W/m²	–	
		1.04 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 23.300 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
36	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Figura 4-10. Resultados del aula 55-57 de la simulación de DIALux evo

Como se ha comentado en el texto anterior, la uniformidad (en este caso g1) no es válida, y, por lo tanto, no cumple con la norma europea sobre la iluminación para interiores UNE-EN 12464-1. Esto se debe a que el software ha tenido en cuenta el aula entera, y como es lógico, habrá lugares donde la luz no llegue y eso provoca que, a la hora de realizar los cálculos, la uniformidad sea prácticamente nula.

Para solucionar ese problema es necesario generar superficies de cálculo, así el programa sabe que superficie del local debe tener en cuenta. Es igual de importante dimensionar bien la superficie de cálculo que la altura a la que se coloque la superficie. Las superficies de cálculo se establecen sobre las superficies de las mesas donde se trabaje.

En la Figura 4-11 se muestran los resultados de la simulación de la superficie de cálculo sobre el plano de trabajo del aula 55-57. De tal manera, se observa cómo eligiendo la superficie de cálculo necesaria se obtienen unos resultados óptimos que cumplen con la normativa.

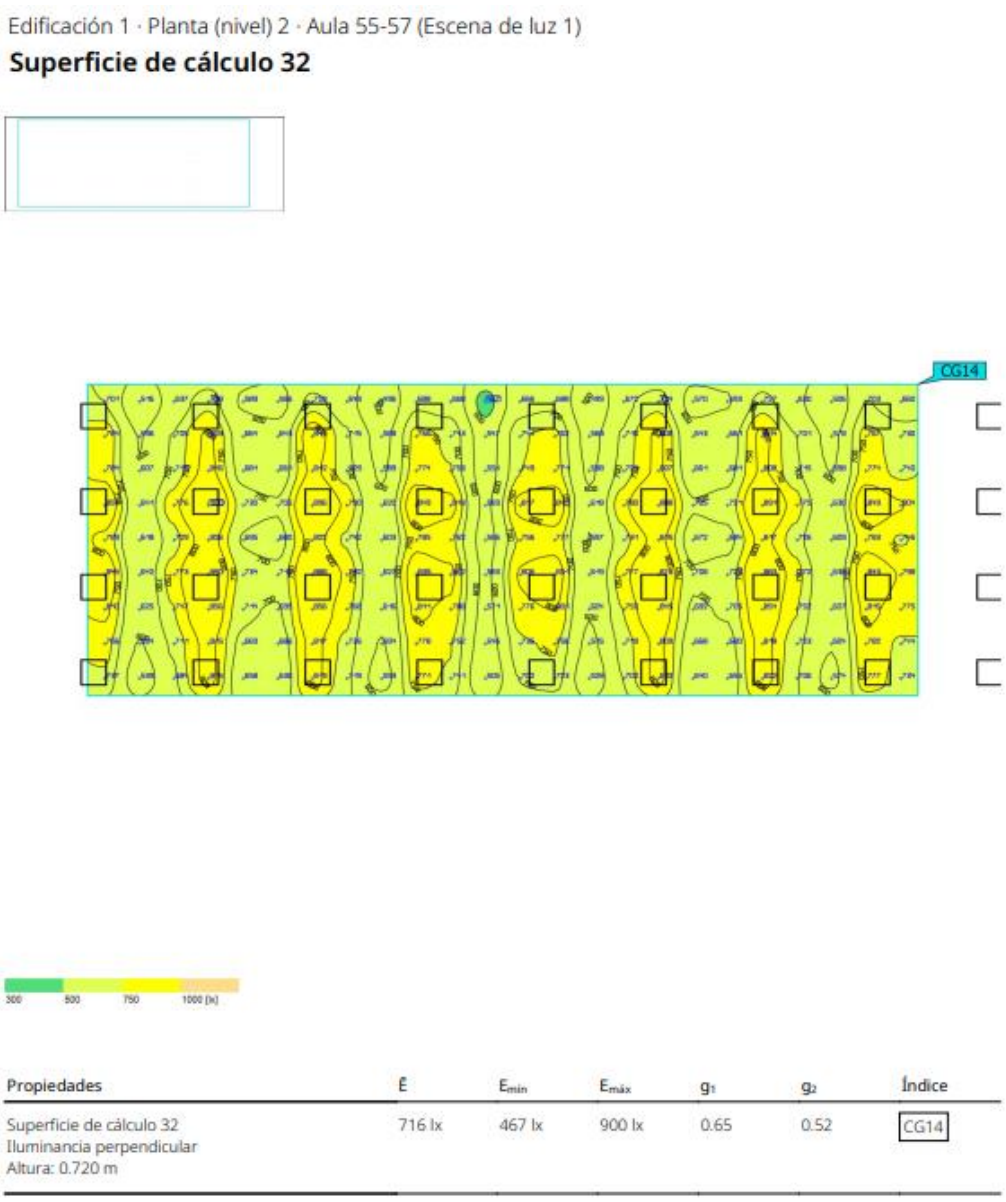


Figura 4-11. Resultados de la simulación de la superficie de cálculo

Por otro lado, se podrán visualizar todos los valores de la simulación de manera más detallada en el informe generado por DIALux evo en el Anexo III: Informe de la instalación propuesta.

A continuación, se muestran unas tablas resumiendo todos los valores luminotécnicos obtenidos en la simulación completa del edificio, pudiéndose observar de manera clara y sencilla como todos los locales cumplen con la norma europea UNE-EN 12464-1. Para analizar estos resultados se siguió la misma metodología descrita anteriormente para las aulas 55-57 en cada una de las estancias del edificio.

4.3.1 Aulas

AULAS (12)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
40	101,25	20 x 4	720	463-795	633	0,73	SI
41	55,08	12 x 4	432	500-797	693	0,72	SI
43	95,58	24 x 4	768	467-901	783	0,6	SI
45	128.79	28 x 4	1008	529-837	707	0,75	SI
44	62,40	20 x 4	720	532-970	850	0,6	SI
42	82,40	16 x 4	576	486-769	633	0,77	SI
52	82,95	16 x 4	576	493-903	728	0,68	SI
53	82,95	16 x 4	576	487-919	733	0,66	SI
55-57	184,07	36 x 4	1296	468-900	716	0,65	SI
56	140,62	28 x 4	1008	586-871	753	0,78	SI
52-54	188.02	36 x 4	1296	454-899	701	0,65	SI
50	94,01	20 x 4	720	654-914	790	0,83	SI

Tabla 4-1. Situación propuesta de aulas

4.3.2 Laboratorios

LABORATORIOS (6)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
QUÍMICA	80,67	30 x 4	1080	306-654	500	0,61	SI
FÍSICA	72	15 x 4	540	457-852	676	0,68	SI
APARATOS AUX	110,40	20 x 4	720	587-785	651	0,9	SI
MOTORES	127,20	24 x 4	864	610-817	668	0,91	SI
MATERIALES	102,87	20 x 4	720	371-786	576	0,64	SI
ELECTRÓNICA	92,43	20 x 4	720	250-650	450	0,58	SI

Tabla 4-2. Situación propuesta de laboratorios

4.3.3 Despachos

DESPACHOS (12)						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
17	3 x 4	108	585-761	675	0,87	SI

Tabla 4-3. Situación propuesta de despachos

4.3.4 Aseos

ASEOS (7)							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
1	20,64	6	108	114-284	224	0,51	SI
2	4,84	2	36	195-273	236	0,83	SI
3	16,64	6	108	119-285	212	0,56	SI
4	16,68	7	126	230-455	341	0,67	SI
5	4,15	1	18	147-265	210	0,7	SI
6	4,82	2	36	167-398	282	0,59	SI
7	14,85	6	106	139-436	286	0,49	SI

Tabla 4-4. Situación propuesta de aseos

4.3.5 Zonas de paso

ZONAS DE PASO							
	Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
Entrada	36,11	6 x 4	216	324-643	512	0,63	SI
Pasillo planta baja	272	25 x 4	900	211-406	294	0,72	SI
Pasillo planta alta	213,94	24 x 4	864	231-841	490	0,47	SI
Hall planta alta	84	12 x 4	432	212-787	506	0,42	SI
Pasillo despachos	79	15	270	106-247	247	0,57	SI

Tabla 4-5. Situación propuesta de zonas de paso

4.3.6 Sala de juntas

SALA DE JUNTAS						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
70	6 x 4	216	519-1238	840	0,62	SI

Tabla 4-6. Situación propuesta de sala de juntas

4.3.7 Seminarios

SEMINARIOS (4)						
Área (m^2)	N.º Luminarias	Potencia (W)	$E_{mín} - E_{max}$ (lux)	E_a (lux)	U	Cumple
10	1 x 4	36	429-663	573	0,75	SI

Tabla 4-7. Situación propuesta de seminarios

4.4 Estudio de amortización

4.4.1 Cálculos

Para realizar los cálculos del estudio de amortización se han seguido los siguientes pasos:

1. Tiempo de funcionamiento de los locales:

Se ha realizado el cálculo estimado basándose en una sábana de clase, horario laboral y experiencia, siendo estos los siguientes resultados:

Locales	Actual (h/día)	Propuesta (h/día)
Aulas	8	8
Laboratorios	4	4
Despachos	8	8
Aseos	8	4
Sala de juntas	2	2
Pasillos	8	4
Promedio	**6,33**	**5**

Tabla 4-8. Horario de funcionamiento estimado

Se tendrán en cuenta sólo los días laborales, es decir, tanto periodos vacacionales como fines de semana se encuentra todo apagado. Para cumplir con este horario estimado, se exige al alumnado apagar todas las luces y todos los ordenadores. Además, existe personal de guardia encargado de apagar y cerrar todas las aulas cuando finalizan actividades.

Como se puede observar en la Tabla 4-8, la media de funcionamiento de las luminarias es de 5 horas, sumado a que la vida útil de las luminarias es de 20.000 y 50.000 horas, fluorescentes y LED respectivamente, se calcula que las luminarias fluorescentes hay que cambiarlas cada 16 años mientras que las LED cada 40 años.

2. Número de luminarias:

En este apartado se ha procedido a contar el número total de luminarias que existen en el edificio para a continuación poder calcular el consumo.

	1ª Planta	2ª Planta	Total
N.º Luminarias con tubos	282	305	587
N.º de tubos (Luminariasx4)	1128	1220	2348
N.º Luminarias con bombillas	6	38	44

Tabla 4-9. Número de luminarias en el edificio

La diferencia entre la primera y la segunda fila es que en la primera se han contado sólo las placas donde van instalados los tubos, mientras que en la segunda se ha realizado el recuento total de todos los tubos que existen en la instalación. Como cada placa soporta cuatro tubos, el número total de tubos se han calculado multiplicando el número de luminarias (placas) por cuatro.

3. Consumo:

El consumo de cada tubo y bombilla es el siguiente:

Tubos	Consumo (kWh)	Bombillas	Consumo (kWh)
Fluorescentes	18	Fluorescentes	26
LED	9	LED	15

Tabla 4-10. Consumos individuales de tubos y bombillas

El consumo de los detectores de movimiento es tan bajo que se considera despreciable, no afecta prácticamente a los cálculos.

El consumo total anual se ha calculado a partir del número de luminarias, potencia de cada una y las horas de funcionamiento, saliendo como resultado el mostrado en la Tabla 4-12.

	Tubos	Potencia (W)	Funcionamiento (h/día)	Consumo diario (kW/día)	Consumo anual (kW/a)
Actual	2348	18	6,33	267,53	69558,09
Propuesta	2024	9	5	91,08	23680,80
	Bombillas	**Potencia (W)**	**Funcionamiento (h/día)**	**Consumo diario (kW/día)**	**Consumo anual (kW/a)**
Actual	44	26	6,33	7,24	1882,80
Propuesta	44	15	5	3,30	858,00

Tabla 4-11. Consumos específicos de tubos y bombillas

	Consumo anual total (kW/a)
Actual	71440,89
Propuesta	24538,80

Tabla 4-12. Consumos totales de la instalación actual e instalación propuesta

4. Costes:

Los precios de adquisición de los equipos de iluminación (lámparas y sensores de paso) se pueden visualizar en Tabla 4-13 y Tabla 4-14.

La distribución de detectores de paso es la siguiente:

- 1 por aseo (7)
- 1 cada 5 metros en zonas de tránsito
    - Entrada del edificio (1)
    - Pasillo planta inferior (13)
    - Hall planta superior (1)
    - Pasillo planta superior (11)

- Pasillo despacho de profesores (9)

Esta distribución supone un total de 42 sensores de movimiento.

Tubos	Precio (€)	Bombillas	Precio (€)	Detectores	Precio (€)
Fluorescentes	2,11	Fluorescentes	1,9	deleyCON	14
LED	2,94	LED	2,2		

Tabla 4-13-. Precios de tubos y bombillas

	Actual (€)	Propuesta (€)
Bombillas	83,6	96,8
Tubos	4954,28	5950,56
Detectores	0	588
Total	5037,88	6635,36

Tabla 4-14. Coste total de adquisición

El estudio de DIALux evo demuestra que para cumplir con los requisitos lumínicos y lograr una mayor eficiencia energética es necesario llevar a cabo una redistribución del sistema de iluminación en ciertos locales, en algunos hay que aumentar el número de luminarias para alcanzar esos valores mínimos que regulan las normativas. En otros casos se ha reducido el número de luminarias, disminuyendo así el consumo energético, pero manteniendo los niveles de iluminación que exige la normativa en las zonas de trabajo.

En cuanto a las facturas de luz, el coste energético sería el siguiente mostrado en la Tabla 4-15.

	Coste energético anual (€/año)
Actual	15552,68
Propuesta	5342,10

Tabla 4-15. Coste energético anual de la instalación actual y de la instalación propuesta

Por otra parte, redistribuir las lámparas en aquellos locales donde sea necesario tiene un coste adicional, hay que instalar un nuevo falso techo para posicionar las luminarias según la propuesta. A continuación, se muestran las estancias afectadas.:

- Pasillo planta inferior (213,94 m^2)
- Aula 40 (101,25 m^2)
- Aseo 1 (20,64 m^2)
- Aseo 2 (4,84 m^2)
- Aseo 3 (16,64 m^2)
- Aula 43 (95,98 m^2)
- Aula 45 (128,79 m^2)
- Laboratorio de materiales (102,87 m^2)
- Laboratorio de motores (127,20 m^2)
- Aula 44 (62,40 m^2)
- Laboratorio de aparatos auxiliares (110,40 m^2)
- Aula 42 (82,40 m^2)
- Laboratorio de Física (72 m^2)
- Laboratorio de Química (80,67 m^2)
- Pasillo planta superior (84 m^2)

- Sala de juntas (70 m^2)
- Hall planta superior (84 m^2)
- Seminarios (40 m^2)
- Aseo 4 (16,68 m^2)
- Aseo 6 (4,82 m^2)
- Aseo 7 (14,85 m^2)
- Aula 52 (82,95 m^2)
- Aula 53 (82,95 m^2)
- Aula 55-57 (184,07 m^2)
- Aula 52-54 (188,02 m^2)

Entre todos suman una superficie total de 1989,41 m^2. Para ahorrar tiempo, y, por lo tanto, dinero, se ha tomado la decisión de subcontratar esta obra. El coste de dicha obra es de 25 €/m^2, lo que supone un coste total de 49.735,25€.

A partir de todos estos cálculos realizados y teniendo en cuenta cada uno de ellos, se ha realizado una comparación de los gastos anuales que tendrían la instalación actual y la propuesta, pudiendo así estimar a partir de qué año sale rentable la inversión y cuánto dinero se ahorraría la ENM.

AÑOS	ACTUAL	PROPUESTA
0	0	56.370,61 €
1	15.552,68 €	61.712,71 €
2	31.105,36 €	67.054,81 €
3	46.658,04 €	72.396,91 €
4	62.210,72 €	77.739,01 €
5	77.763,40 €	83.081,11 €
6	93.316,08 €	88.423,21 €
7	108.868,76 €	93.765,31 €
8	124.421,44 €	99.107,41 €
9	139.974,12 €	104.449,51 €
10	155.526,80 €	109.791,61 €
11	171.079,48 €	115.133,71 €
12	186.632,16 €	120.475,81 €
13	202.184,84 €	125.817,91 €
14	217.737,52 €	131.160,01 €
15	233.290,20 €	136.502,11 €
16	248.842,88 €	141.844,21 €

Tabla 4-16. Gastos anuales en instalación actual y propuesta

4.4.2 Evaluación de los resultados

Como se puede observar en la Figura 4-12, a partir 5 años y 6 meses es cuando se recupera la inversión y se empieza a ahorrar. También se puede visualizar en la Tabla 4-16 como en dieciséis años se ahorraría algo más de 106.000 €, eso supone un ahorro del 43%.

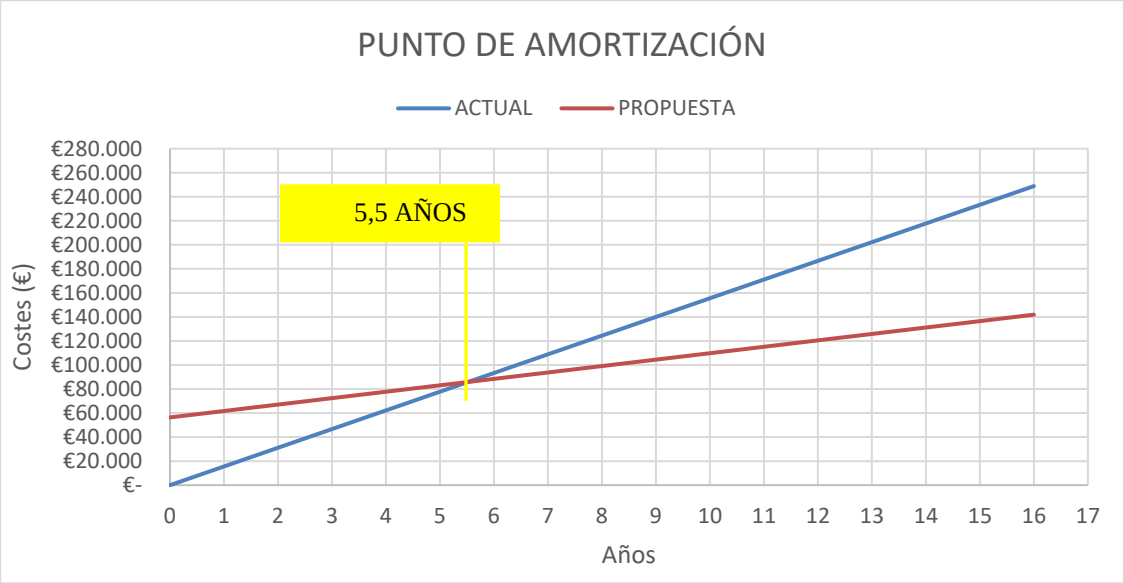


Figura 4-12. Punto de amortización

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Descripción del apartado

En este apartado se expondrán las conclusiones obtenidas del trabajo y se analizará si se lograron o no los objetivos establecidos al inicio. Para ello, se seguirá el orden que se ha llevado durante todo el trabajo (estudio de la situación actual, modelado 3D, simulación y resultados).

Finalmente, se presentarán posibles opciones para continuar trabajando en el futuro y mejorar en el sistema de alumbrado interior en el edificio "Isaac Peral".

5.2 Estudio de la situación actual

Con este estudio previo se puede afirmar que el 57% de los locales del edificio "Isaac Peral" no cumplen con los requisitos mínimos que rige la normativa. Las razones principales son las siguientes: nivel de iluminación y de uniformidad por debajo de lo permitido. La principal causa de estos resultados es el empleo de luminarias con un bajo flujo luminoso. De tal manera, la conclusión que se ha sacado es la necesidad de sustituir las luminarias con tecnología fluorescentes por tecnología LED. Esto supone mayor flujo de luminosidad con menor empleo de electricidad, es decir, con este cambio se logra cumplir con la normativa vigente y se aprecia un ahorro en el consumo energético.

5.3 Modelado 3D

Para poder obtener la mejor solución al problema planteado en el apartado 5.2, se ha optado por realizar simulaciones sobre un modelo 3D del edificio. Generar el modelado 3D ha ocupado la mayor parte del tiempo. El primer paso fue tomar las dimensiones de todos los locales mediante un telémetro láser, el cual facilitó mucho esta tarea. El siguiente paso y más costoso fue levantar un "gemelo digital" lo más preciso posible con la ayuda de DIALux evo.

Una vez realizado este apartado se concluye que los resultados del acabado del edificio son óptimos, y este modelo digital puede proporcionar una experiencia inmersiva y realista mediante el uso de tecnologías como inteligencia artificial o realidad aumentada.

5.4 Simulación del sistema de alumbrado propuesto

Una vez generado el modelo 3D del edificio, se introdujo la distribución de la instalación de alumbrado actual, pero con tecnología LED, y al realizar la simulación en ciertos locales continuaban sin cumplir con los requisitos mínimos y otros tantos que los sobrepasaban con gran diferencia, así que la conclusión fue que era necesario una redistribución del sistema de alumbrado en aquellos locales (un total de 25) donde fuera necesario cumplir con la normativa buscando la mayor eficiencia posible.

Todas las simulaciones han sido posibles gracias a DIALux evo, realizando gran cantidad de cálculos en distintas situaciones, demostrando ser un software de alto nivel en el campo del diseño de iluminación. El proceso de realizar las simulaciones hasta llegar a la solución óptima ha sido de largo duración al tratarse de simulaciones sobre un edificio con tantos locales, pero muy corto y preciso si se compara con una supuesta simulación manual y no automatizada. Además, se ha podido observar cómo DIALux evo aporta unos gráficos de alta resolución en el que se incluyen sombras y reflejos.

5.5 Resultados

Los resultados obtenidos tras la simulación con DIALux evo y el estudio de amortización garantizan que la propuesta de la instalación de alumbrado con tecnología LED es factible y recomendable. El nuevo sistema de alumbrado propuesto no solo cumple al 100% con los requisitos mínimos que marca la norma europea UNE-EN 12464-1, sino que también aumenta la eficiencia energética en un 56 % lo que supone un ahorro de un poco más de 40.000 kW anuales, es decir, un ahorro de aproximadamente ocho mil euros anuales (8.000 €/año). También se puede observar un gran cambio respecto al medioambiente, ya que la implantación de tecnología LED supone pasar de 4.000 mg de vapor de mercurio a 0 mg. Minimizando así el riesgo para la salud. Finalmente, aunque la inversión inicial para la instalación propuesta resulta elevada, el periodo de amortización es inferior a seis años, por lo que resulta razonable observando la eficiencia energética que se alcanza.

5.6 Líneas futuras

Como continuación en el estudio de la reducción del consumo eléctrico se propone un estudio y análisis de viabilidad de aplicar energías limpias en la escuela naval militar, en especial la energía solar fotovoltaica. Este tipo de energía renovable se obtiene a partir de luz solar y se convierte en electricidad mediante el uso de una tecnología que emplea el efecto fotoeléctrico. Se trata de una energía que cuida el medioambiente y disminuye el gasto de energías agotables. Por lo tanto, un futuro trabajo de fin de grado podría ser: “Estudio de viabilidad de instalación de placas solares en la escuela naval militar para reducir el consumo eléctrico”. Para llevar a cabo este trabajo, se realizará un estudio con placas solares de menor porte para comprobar si las condiciones meteorológicas afectan a su funcionamiento y si sale rentable o no su instalación, para ello se llevará a cabo también un estudio de amortización.

Otra propuesta es el control domótico de la instalación, que consiste en la automatización y gestión inteligente de la iluminación a través de tecnologías y dispositivos electrónicos, como sensores, interruptores, controladores y sistemas de software. Este tipo de control permite a los usuarios programar y controlar la iluminación de manera remota, ajusta la intensidad de luz, el encendido y apagado, la temperatura de color y otros parámetros de teléfonos móviles, tabletas, ordenadores y otros dispositivos inteligentes. Entre los beneficios que ofrece el control domótico de la iluminación destacan la reducción del consumo energético, el aumento de seguridad y la comodidad, y la optimización de los costes de mantenimiento y sustitución de lámparas. Por lo tanto, un trabajo de fin de grado podría ser: “Estudio de viabilidad de control domótico del sistema de alumbrado del edificio Isaac Peral”. En él se estudiará si la propuesta es viable o no, y que rentabilidad ofrece la instalación para el control domótico.

6 BIBLIOGRAFÍA

[1] «Código Técnico de la edificación, Documento Básico HE de ahorro de energía,» 17 Marzo 2006. [En línea]. Available: https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf.

[2] UNE, «Organismo de normalización español,» 22 Febrero 2012. [En línea]. Available: https://www.une.org/.

[3] F. R., «Boletín Oficial del Estado,» 2 Junio 2021. [En línea]. Available: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2021-9176#top.

[4] C. Méndez Martínez, «Boletín Oficial del Ministerio de Defensa,» 3 Agosto 2011. [En línea]. Available: https://www.defensa.gob.es/medioambiente/Galerias/formacion/ficheros/Instruccin_56_2011.pdf.

[5] «Ministerio de la Presidencia,» 7 Agosto 1997. [En línea]. Available: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-17824.

[6] «Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética,» 11 Septiembre 2011. [En línea]. Available: https://energia.gob.es/es-es/Novedades/Paginas/PAAEE_2011_2020.aspx.

[7] B. Fontal, El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones, Venezuela: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química, 2005.

[8] K. Vo, M. Hernandez y N. Patel, «LibreTexts Chemistry,» 30 Enero 2023. [En línea]. Available: https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Physical_and_Theoretical_Chemistry_Textbook_Maps/Supplemental_Modules_(Physical_and_Theoretical_Chemistry)/Spectroscopy/Fundamentals_of_Spectroscopy/Electromagnetic_Radiation.

[9] D. E. Pillacela, «Incidencia de la temperatura de color en la fatiga visual,» Ecuador, 2020.

[10] L. E. Chávez Valencia, C. L. Ruiz Jaime y E. M. Alonso Guzmán, «Análisis de las condiciones de iluminación en las aulas del Departamento de Ingeniería Civil de la

Universidad de Guanajuato, de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014,» Ciencia Nicolita, 2021.

[11] E. M. Cordero Pérez, «Estudio de indicarores de calidad de fuentes luminosas y su correlación con la discriminación y la apariencia del color con fuentes convencionales y fuentes led,» 2015.

[12] G. Barreto, N. Da Rosa y J. Freire, «Automatización de Medidas de Eficiencia Energética,» Montevideo, 2021.

[13] INSHT, «Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos.,» 2015.

[14] Compara lux, «Magnitudes físicas fundamentales,» [En línea]. Available: https://www.comparalux.es/www/apuntes/magnitudesFundamentales.php.

[15] Curso on-line de iluminación, «Luminarias,» [En línea]. Available: https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fotometria.php.

[16] LEDLUCKY, «¿Cómo calcular la uniformidad de la iluminación?,» 29 Octubre 2020. [En línea]. Available: https://ledlucky.net/es/c%C3%B3mo-calcular-la-uniformidad-de-la-iluminaci%C3%B3n/.

[17] O. Boix, «Recursos docentes CITCEA. Lámparas incandescentes,» [En línea]. Available: https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html.

[18] Curso on-line de iluminación, «Fuentes de luz y equipos auxiliares,» [En línea]. Available: https://grlum.dpe.upc.edu/manual/sistemasIluminacion-fuentesDeLuz-LamparasDeDescarga.php.

[19] ElectroDaddy, «Control y Polarización de Diodos LEDs,» [En línea]. Available: https://www.electrodaddy.com/control-y-polarizacion-de-leds/.

[20] T. V. Meshkova y V. P. Budak, «DIALUX 4.10 AND DIALUX EVO – MAIN DIFFERENCES,» 2013.

[21] Bosch, «Bosch GLM 100 C Professional,» [En línea]. Available: https://www.bosch-professional.com/static/specials/glm100c/ar/es/glm-100-c-professional.html.

[22] Philips, «MASTER TL-D Super 80 18W/840 1SL/25,» [En línea]. Available: https://www.lighting.philips.es/prof/lamparas-y-tubos-convencionales/lamparas-fluorescentes-y-cebadores/tl-d/master-tl-d-super-80-long.-especiales/927920084023_EU/product

[23] Barcelona LED, «Tubo LED T8 9W 60cm,» [En línea]. Available: https://www.barcelonaled.com/tubos-pantallas-y-lineales-led/tubos-t8-led/tubo-led-t8-nano-plastico-60.html.

[24] «Web de La Moncloa,» [En línea]. Available: http://www.lamoncloa.gob.es.

[25] J. Rodríguez y V. Fernández, Cómo redactar el estado del arte de un trabajo, Editorial Genios, 2010.

[26] P. Martínez y A. García, Cómo escribir una buena memoria de TFG, Publicaciones del 2000, 2013.

[27] A. Pérez, Cómo escribir una bibliografía, Nuevas publicaciones.

[28] C. M. Martínez, «Boletín Oficial del Ministerio de Defensa,» 9 Agosto 2011. [En línea]. Available: https://www.defensa.gob.es/medioambiente/Galerias/formacion/ficheros/Instruccin_56_2011.pdf.

[29] M. Born, Einstein's Theory of Relativity, United States: Methuen, 1962.

[30] «Un mundo de iluminación: ¿Qué es la temperatura del color?,» Lumega, 27 Febrero 2017. [En línea]. Available: https://lumega.eu/es/blog/un-mundo-de-iluminacion-que-es-la-temperatura-del-color.

[31] B. Fontal, El espectro electromagnético y sus aplicaciones, Venezuela: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química, 2005.

[32] S. Villasur, «Roams energía,» [En línea]. Available: https://energia.roams.es/luz/precio-luz-horas/.

ANEXO I: IMPLICACIONES SOCIALES, Y/O ECONÓMICAS, Y/O AMBIENTALES

Una de las grandes razones por las que se quieren cambiar las luminarias fluorescentes por tecnología LED es porque las lámparas fluorescentes contienen mercurio, pudiéndose observar la cantidad de cada lámpara en la tablas del apartado 3.4.1 Lámparas.

Y la pregunta es: ¿Qué pasa con el mercurio? Pues bien, el mercurio es un elemento natural que se encuentra en la tierra, y el problema viene cuando se libera grandes cantidades de mercurio al medioambiente. El mercurio, al ser tóxico, es peligroso si abunda en el aire y en el agua, de tal manera que la Organización Mundial de la Salud (en adelante OMS) califica el mercurio como una sustancia química muy peligrosa para la salud pública. Los principales problemas de salud que puede originar son los siguientes:

- Daño neurológico: puede afectar al sistema nervioso central.
- Problemas reproductivos: el mercurio puede afectar a la fertilidad.
- Problemas en fetos y niños pequeños: puede causar daños cerebrales.
- Problemas en los riñones.

Hoy en día, los niveles de mercurio en la atmosfera y en los océanos son tan altos que se estima que es cinco veces mayor que la cantidad de mercurio que había antes de la existencia de la actividad humana. Por lo tanto, es necesario reducir la cantidad de mercurio en el planeta.

Los tubos fluorescentes contienen mercurio en forma de vapor, que puede ser liberado al medioambiente si estos productos no se eliminan adecuadamente. Si los tubos fluorescentes se rompen o se tiran a la basura, el mercurio que contiene puede terminar en el agua y en el aire. El mercurio puede permanecer en el ambiente mucho tiempo y terminar entrando en la cadena alimenticia, especialmente en aquellos seres vivos que viven en el agua, los peces, lo que puede generar problemas de salud si se consume. Por lo tanto, es importante gestionar adecuadamente los productos que contienen mercurio para minimizar la exposición al mismo.

Por otra parte, la tecnología LED consume aproximadamente la mitad de energía que la tecnología fluorescente, eso supone un consumo energético mucho menor, y, por tanto, una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, como el CO_2, principal gas responsable del cambio climático. A parte de mejorar la calidad de vida del medioambiente, ayuda a disminuir el consumo de energías agotables.

Desde el punto de vista económico, la reducción del consumo energético tiene importantes implicaciones. La disminución en la demanda de energía puede disminuir los precios de la energía, beneficiando a los consumidores y empresas. Además, la reducción del consumo energético puede generar oportunidades de negocio en el sector de la energía y fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Sin embargo, es importante planificar cuidadosamente la transición hacia una economía más sostenible para minimizar los impactos negativos en los sectores afectados, como la industria petrolera.

ANEXO II: REFLEXIONES ÉTICAS Y SOCIALES

La reducción del consumo energético es un tema ético y socialmente relevante en la actualidad. La responsabilidad social exige reducir la huella de carbono y cuidar del medio ambiente. Esta responsabilidad no es solo individual, sino que también es una responsabilidad social hacia las generaciones futuras. Al reducir el consumo energético, se contribuye a disminuir la demanda de energía, lo que puede disminuir el costo de esta para otros usuarios. También se contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que puede beneficiar a comunidades vulnerables y a países menos desarrollados que están más expuestos a los efectos del cambio climático.

Por otra parte, se relaciona con la justicia. Al reducir el consumo de energía, se están teniendo en cuenta las necesidades y derechos de otros seres vivos, así como de las generaciones futuras. Es importante tener en cuenta que la energía no es un recurso ilimitado, y que debe ser utilizada de manera responsable y equitativa.

ANEXO III: INFORME DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA

Fecha 01/03/2023



Instalación de alumbrado interior del edificio Isaac Peral de la Escuela Naval Militar

Verificación de la norma EN 12464-1 en los locales del edificio Isaac Peral

Created with DIALux

Contenido

Portada 1
Observaciones preliminares 2
Contenido 3
Contactos 11
Descripción 12
Lista de luminarias 13

Fichas de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco (1x led_p_4k_15) 14
Disano Illuminazione S.p.A - 746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco (1x led_p_4k_15) 15
Disano Illuminazione S.p.A - 861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco (1x led_s861) 17

Terreno 1

Descripción 18

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Descripción 19
Imágenes 20
Lista de locales / Escena de luz 1 21
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 30

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aseo 1

Descripción 36
Imágenes 37
Resumen / Escena de luz 1 38

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aseo 2

Descripción 40
Resumen / Escena de luz 1 41

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aseo 3

Descripción 43
Imágenes 44
Resumen / Escena de luz 1 45

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 40

Descripción 47
Imágenes 48
Resumen / Escena de luz 1 49
Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 51

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 41

Descripción 52
Imágenes 53
Resumen / Escena de luz 1 54
Superficie de cálculo 2 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 56

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 42

Descripción 57
Imágenes 58
Resumen / Escena de luz 1 59
Superficie de cálculo 5 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 61

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 43

Descripción 62
Imágenes 63
Resumen / Escena de luz 1 64
Superficie de cálculo 60 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 66
Superficie de cálculo 61 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 67
Superficie de cálculo 62 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 68
Superficie de cálculo 63 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 69

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 44

Descripción 70
Imágenes 71
Resumen / Escena de luz 1 72
Superficie de cálculo 69 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 74
Superficie de cálculo 70 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 75
Superficie de cálculo 71 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 76
Superficie de cálculo 72 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 77

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Aula 45

Descripción 78
Imágenes 79
Resumen / Escena de luz 1 80
Superficie de cálculo 10 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 82

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Entrada

Descripción 83
Resumen / Escena de luz 1 84
Superficie de cálculo 54 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 86

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Laboratorio Aparatos Auxiliares

Descripción 87
Imágenes 88
Resumen / Escena de luz 1 89
Superficie de cálculo 6 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 91

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Laboratorio Física

Descripción 92
Imágenes 93
Resumen / Escena de luz 1 94
Superficie de cálculo 4 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 96

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1
Laboratorio Materiales

Descripción 97
Imágenes 98
Resumen / Escena de luz 1 99
Superficie de cálculo 9 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 101

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1
Laboratorio Motores

Descripción 102
Imágenes 103
Resumen / Escena de luz 1 104
Superficie de cálculo 8 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 106

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1
Laboratorio Química

Descripción 107
Imágenes 108
Resumen / Escena de luz 1 109
Superficie de cálculo 91 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 111
Superficie de cálculo 92 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 112
Superficie de cálculo 93 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 113

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1
Pasillo planta inferior

Descripción 114
Imágenes 115
Resumen / Escena de luz 1 116
Superficie de cálculo 53 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 118

Terreno 1 - Edificación 1
Planta (nivel) 2

Descripción 119
Imágenes 120
Lista de locales / Escena de luz 1 121
Objetos de cálculo / Escena de luz 1 133

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aseo 4

Descripción 140
Imágenes 141
Resumen / Escena de luz 1 142

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aseo 5

Descripción 144
Resumen / Escena de luz 1 145

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aseo 7

Descripción 147
Imágenes 148
Resumen / Escena de luz 1 149

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aseo 8

Descripción 151
Resumen / Escena de luz 1 152

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aula 50

Descripción 154
Imágenes 155
Resumen / Escena de luz 1 156
Superficie de cálculo 29 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 158

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aula 52

Descripción 159
Imágenes 160
Resumen / Escena de luz 1 161

Contenido

Superficie de cálculo 34 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 163

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aula 53

Descripción 164
Imágenes 165
Resumen / Escena de luz 1 166
Superficie de cálculo 33 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 168

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aula 55-57

Descripción 169
Imágenes 170
Resumen / Escena de luz 1 171
Superficie de cálculo 32 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 173

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Aula 56

Descripción 174
Imágenes 175
Resumen / Escena de luz 1 176
Superficie de cálculo 31 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 178

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Despacho 1

Descripción 179
Resumen / Escena de luz 1 180
Superficie de cálculo 79 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 182

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Hall planta superior

Descripción 183
Imágenes 184
Resumen / Escena de luz 1 185
Superficie de cálculo 52 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 187

Contenido

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Laboratorio Electricidad

Descripción 188
Imágenes 189
Resumen / Escena de luz 1 190
Superficie de cálculo 64 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 192
Superficie de cálculo 65 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 193
Superficie de cálculo 66 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 194
Superficie de cálculo 68 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 195

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Pasillo Despachos

Descripción 196
Imágenes 197
Resumen / Escena de luz 1 198

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Pasillo planta superior

Descripción 200
Imágenes 201
Resumen / Escena de luz 1 202
Superficie de cálculo 55 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 204

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Sala de juntas

Descripción 205
Resumen / Escena de luz 1 206
Superficie de cálculo 12 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 208

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 2

Seminario 1

Descripción 209
Resumen / Escena de luz 1 210
Superficie de cálculo 48 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular 212

Contenido

Glosario 213



Descripción

Para una mayor eficiencia energética se ha actualizado el sistema de iluminación del edificio Isaac Peral, intercambiando el alumbrado fluorescente por alumbrado LED, y reduciendo el número de lámparas en los locales.

Por otro lado, como algunos locales no cumplian con la norma establecida, ha sido necesario aumentar el número de lámparas en dichos locales.

Finalmente, después de haber realizado el diseño luminotécnico y los cálculos, podemos verificar que nuestro diseño cumple con todos los requisitos de la norma EN 12464-1.

Carlos Martínez Bonmatí

Lista de luminarias

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico	$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$	$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$
2219580 lm	20655.0 W	107.5 lm/W	28880 lm	300.0 W

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
25	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
20	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
				15.0 W	1444 lm (100 %)	-
540	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

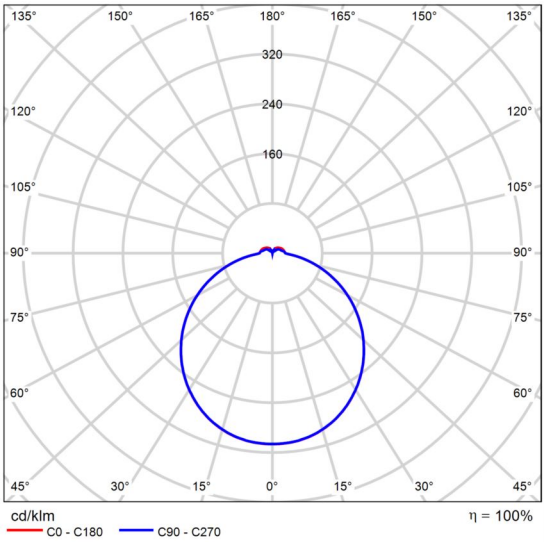
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco



N° de artículo	112626-00
P	15.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	1444 lm
$\Phi_{Luminaria}$	1444 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	96.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Cuerpo: de policarbonato V2 irrompible y autoextinguible, estabilizado a los rayos UV, antiamarilleo.Difusor: de policarbonato V2 irrompible y autoextinguible, estabilizado a los rayos UV.Barnizado: en polvo con barniz epoxi de poliéster resistente a los rayos UV.Barnizado especial: bajo pedido: barnizado según la norma UNI EN ISO 9227, prueba de corrosión en atmósfera artificial para ambientes agresivos o marinos (frente al mar).LED: 80%: 33.000h (L80B20)Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual.Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529.Equipamiento-Dotación: junta de material ecológico. Pasacables de goma diám. 1/2 pulgada gas (cable mín. diám. 9 máx. diám. 12).



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.7	21.0	20.1	21.4	21.8	19.7	21.0	20.1	21.4	21.8
	3H	21.3	22.4	21.7	22.8	23.3	21.3	22.4	21.7	22.9	23.3
	4H	21.9	23.0	22.4	23.5	23.9	21.9	23.0	22.4	23.5	23.9
	6H	22.4	23.5	22.9	23.9	24.4	22.4	23.5	22.9	23.9	24.4
	8H	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6
	12H	22.8	23.7	23.3	24.2	24.7	22.8	23.7	23.3	24.2	24.7
4H	2H	20.3	21.4	20.8	21.9	22.3	20.4	21.5	20.8	21.9	22.3
	3H	22.1	23.1	22.6	23.5	24.0	22.1	23.1	22.6	23.5	24.0
	4H	22.9	23.7	23.4	24.2	24.8	22.9	23.7	23.4	24.2	24.8
	6H	23.5	24.3	24.1	24.8	25.4	23.6	24.3	24.1	24.8	25.4
	8H	23.8	24.5	24.4	25.0	25.6	23.8	24.5	24.4	25.0	25.6
	12H	24.0	24.7	24.6	25.2	25.8	24.0	24.7	24.6	25.2	25.8
8H	4H	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0
	6H	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8
	8H	24.4	24.9	25.0	25.5	26.1	24.4	24.9	25.0	25.5	26.1
	12H	24.7	25.1	25.3	25.7	26.4	24.7	25.1	25.3	25.7	26.4
12H	4H	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0
	6H	24.1	24.6	24.7	25.2	25.8	24.1	24.6	24.7	25.2	25.8
	8H	24.5	24.9	25.1	25.5	26.2	24.5	24.9	25.1	25.5	26.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.6					+0.3 / -0.6				
Tabla estándar		BK06					BK06				
Sumando de corrección		7.5					7.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1444lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

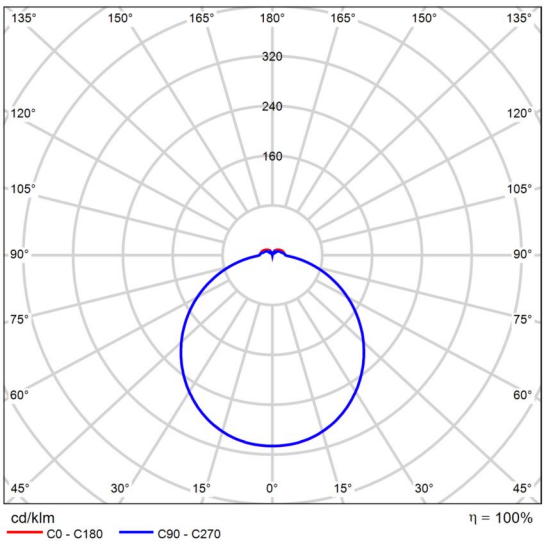
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco



N° de artículo	112626-00
P	15.0 W
$P_{Alumbrado\ de\ emergencia}$	15.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	1444 lm
$\Phi_{Luminaria}$	1444 lm
$\Phi_{Alumbrado\ de\ emergencia}$	1444 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	96.3 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80
ELF	100 %

Cuerpo: de policarbonato V2 irrompible y autoextinguible, estabilizado a los rayos UV, antiamarilleo.Difusor: de policarbonato V2 irrompible y autoextinguible, estabilizado a los rayos UV.Barnizado: en polvo con barniz epoxi de poliéster resistente a los rayos UV.Barnizado especial: bajo pedido: barnizado según la norma UNI EN ISO 9227, prueba de corrosión en atmósfera artificial para ambientes agresivos o marinos (frente al mar).LED: 80%: 33.000h (L80B20)Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual.Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529.Equipamiento-Dotación: junta de material ecológico. Pasacables de goma diám. 1/2 pulgada gas (cable mín. diám. 9 máx. diám. 12).



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.7	21.0	20.1	21.4	21.8	19.7	21.0	20.1	21.4	21.8
	3H	21.3	22.4	21.7	22.8	23.3	21.3	22.4	21.7	22.9	23.3
	4H	21.9	23.0	22.4	23.5	23.9	21.9	23.0	22.4	23.5	23.9
	6H	22.4	23.5	22.9	23.9	24.4	22.4	23.5	22.9	23.9	24.4
	8H	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6	22.6	23.6	23.1	24.1	24.6
	12H	22.8	23.7	23.3	24.2	24.7	22.8	23.7	23.3	24.2	24.7
4H	2H	20.3	21.4	20.8	21.9	22.3	20.4	21.5	20.8	21.9	22.3
	3H	22.1	23.1	22.6	23.5	24.0	22.1	23.1	22.6	23.5	24.0
	4H	22.9	23.7	23.4	24.2	24.8	22.9	23.7	23.4	24.2	24.8
	6H	23.5	24.3	24.1	24.8	25.4	23.6	24.3	24.1	24.8	25.4
	8H	23.8	24.5	24.4	25.0	25.6	23.8	24.5	24.4	25.0	25.6
	12H	24.0	24.7	24.6	25.2	25.8	24.0	24.7	24.6	25.2	25.8
8H	4H	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0
	6H	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8	24.0	24.6	24.6	25.2	25.8
	8H	24.4	24.9	25.0	25.5	26.1	24.4	24.9	25.0	25.5	26.1
	12H	24.7	25.1	25.3	25.7	26.4	24.7	25.1	25.3	25.7	26.4
12H	4H	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0	23.2	23.9	23.8	24.4	25.0
	6H	24.1	24.6	24.7	25.2	25.8	24.1	24.6	24.7	25.2	25.8
	8H	24.5	24.9	25.1	25.5	26.2	24.5	24.9	25.1	25.5	26.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H S = 1.5H S = 2.0H		+0.1 / -0.1 +0.2 / -0.3 +0.3 / -0.6					+0.1 / -0.1 +0.2 / -0.3 +0.3 / -0.6				
Tabla estándar		BK06					BK06				
Sumando de corrección		7.5					7.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1444lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco

γ	C0°	C90°	C0°- C360°
0°-180°	442.38	442.38	442.38
60°-90°	205.05	204.69	205.08

Tabla de valoración de deslumbramiento [cd]

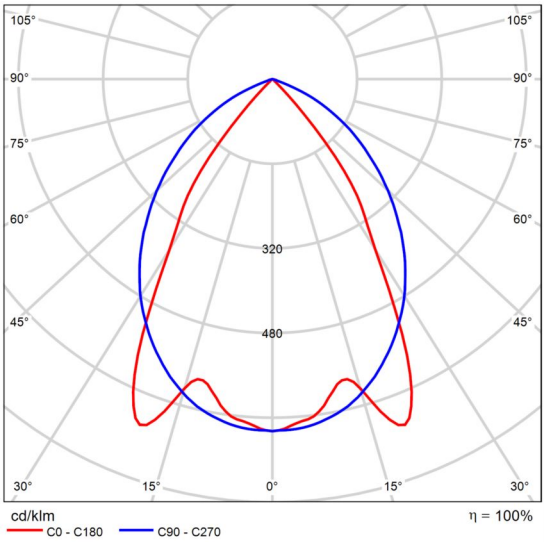
Ficha de producto

Disano Illuminazione S.p.A - 861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco



N° de artículo	150459-00
P	37.0 W
$\Phi_{Lámpara}$	3990 lm
$\Phi_{Luminaria}$	3990 lm
η	99.99 %
Rendimiento lumínico	107.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80

Cuerpo: en chapa de acero galvanizado.Óptica: dark light de alvéolos de doble parábola, longitudinal y transversal, de aluminio especular chapado, antirreflectante y antirridiscente, muy baja luminancia 65° 99,85.: UGR<lt/>19 (en cualquier situación). Según las normas EN 12464.Barnizado: prebarnizado al horno con resina de poliéster, estabilizado a los rayos UV, después del tratamiento de fosfatación.Cableado: rápido, sin necesidad de abrir la luminaria.Low flicker: luminaria con Flicker muy reducido: luz uniforme para una mayor seguridad visual.Riesgo fotobiológico: grupo de riesgo exento, según la norma EN62471.: EN60598-1. Tienen un grado de protección según la norma EN60529.Equipamiento-Dotación: - tapa y abrazadera rápida para la conexión eléctrica. - Película protectora.Montaje (descripción): empotrado sólo apoyado en travesaños máx. 38mm.

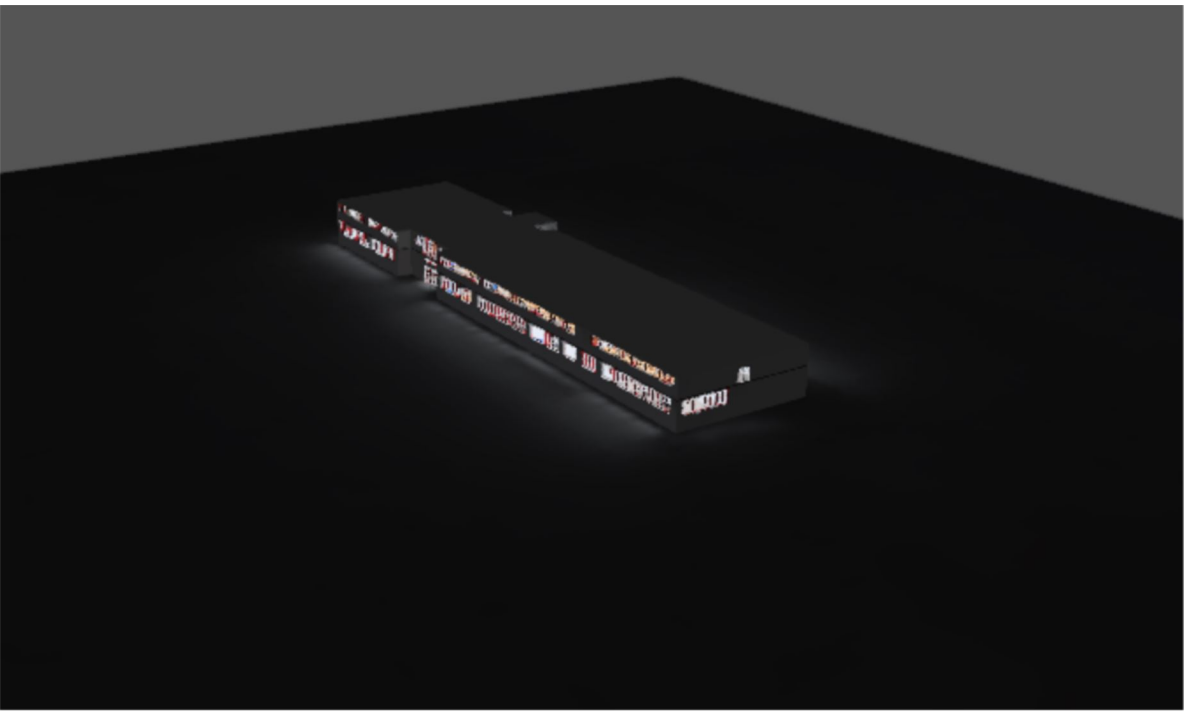


CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	10.1	11.1	10.4	11.3	11.5	17.2	18.2	17.5	18.4	18.6
	3H	10.0	10.8	10.3	11.1	11.3	17.4	18.3	17.7	18.5	18.8
	4H	9.9	10.7	10.2	11.0	11.2	17.3	18.2	17.7	18.4	18.7
	6H	9.8	10.6	10.1	10.9	11.2	17.3	18.0	17.6	18.3	18.6
	8H	9.8	10.5	10.1	10.8	11.1	17.2	18.0	17.6	18.3	18.6
	12H	9.7	10.4	10.1	10.7	11.1	17.2	17.9	17.5	18.2	18.5
4H	2H	10.3	11.1	10.6	11.4	11.7	17.0	17.9	17.3	18.1	18.4
	3H	10.2	10.9	10.5	11.2	11.5	17.2	17.9	17.6	18.2	18.5
	4H	10.1	10.7	10.5	11.1	11.4	17.1	17.7	17.5	18.1	18.4
	6H	10.0	10.6	10.4	10.9	11.3	17.1	17.6	17.5	18.0	18.3
	8H	10.0	10.5	10.4	10.9	11.3	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3
	12H	9.9	10.4	10.4	10.8	11.2	17.0	17.4	17.4	17.8	18.3
8H	4H	10.0	10.5	10.4	10.9	11.3	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3
	6H	9.9	10.3	10.4	10.7	11.2	16.9	17.3	17.4	17.8	18.2
	8H	9.9	10.2	10.3	10.7	11.1	16.9	17.2	17.4	17.7	18.2
	12H	9.8	10.1	10.3	10.6	11.1	16.8	17.1	17.3	17.6	18.1
12H	4H	10.0	10.4	10.4	10.8	11.2	17.0	17.4	17.4	17.8	18.3
	6H	9.9	10.2	10.3	10.7	11.1	16.9	17.2	17.4	17.7	18.2
	8H	9.8	10.1	10.3	10.6	11.1	16.8	17.1	17.3	17.6	18.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H S = 1.5H S = 2.0H		+3.8 / -11.3 +5.2 / -14.1 +6.8 / -19.7					+1.0 / -1.4 +1.9 / -4.0 +3.6 / -10.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		-8.3					-1.2				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3990lm Flujo luminoso total											

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

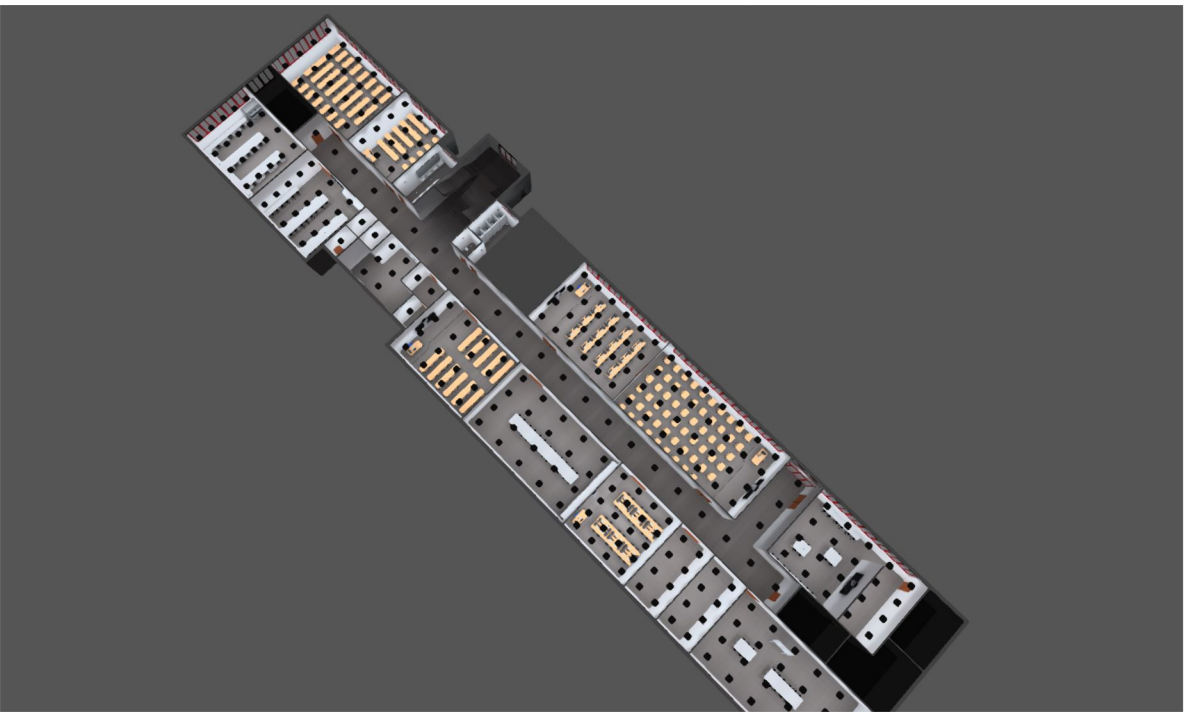


Terreno 1

Descripción

El edifico Isaac Peral se encuentra en terreno militar, en la Escuela Naval Militar de Marín, Pontevedra.

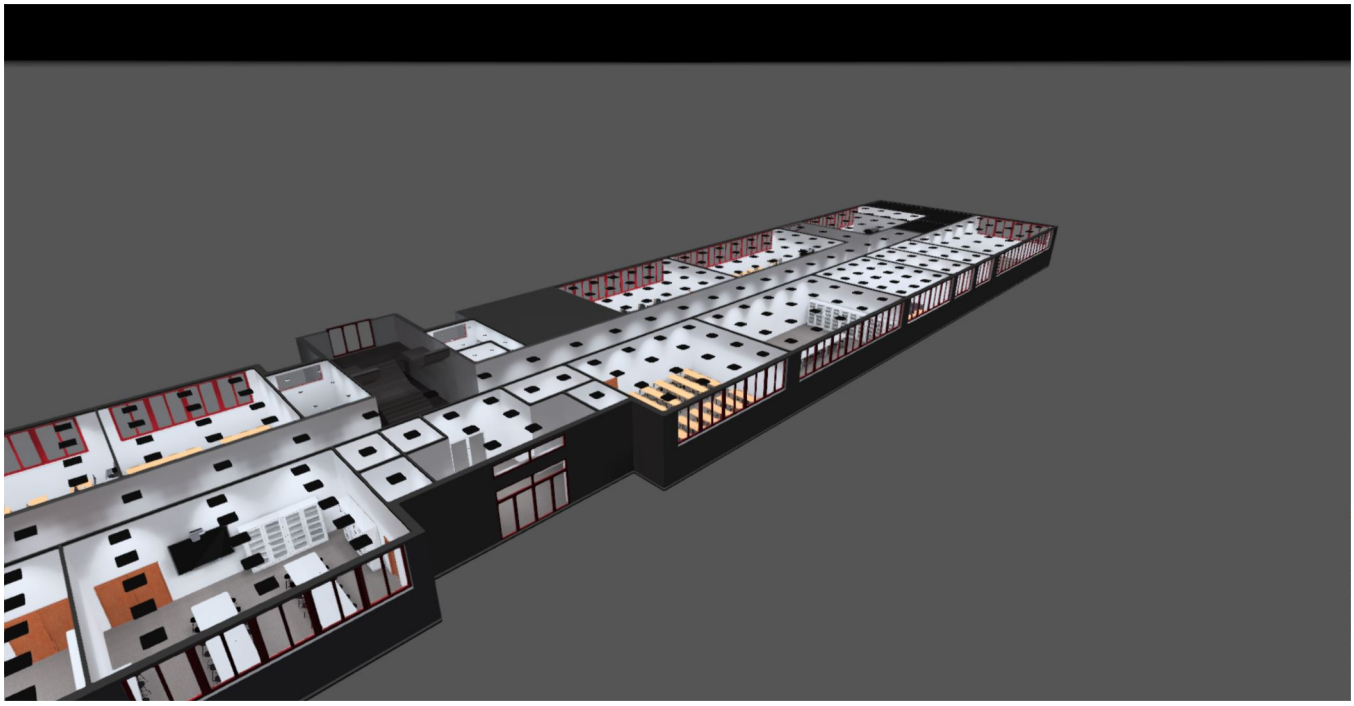
El objetivo de este proyecto es lograr una mayor eficiencia energética, cambiando la tecnología de las luminarias y realiazndo una redistribución de las mismas, cumpliendo siempre con los requisitos marcados en la norma de iluminación para interiores UNE-EN 12464-1.

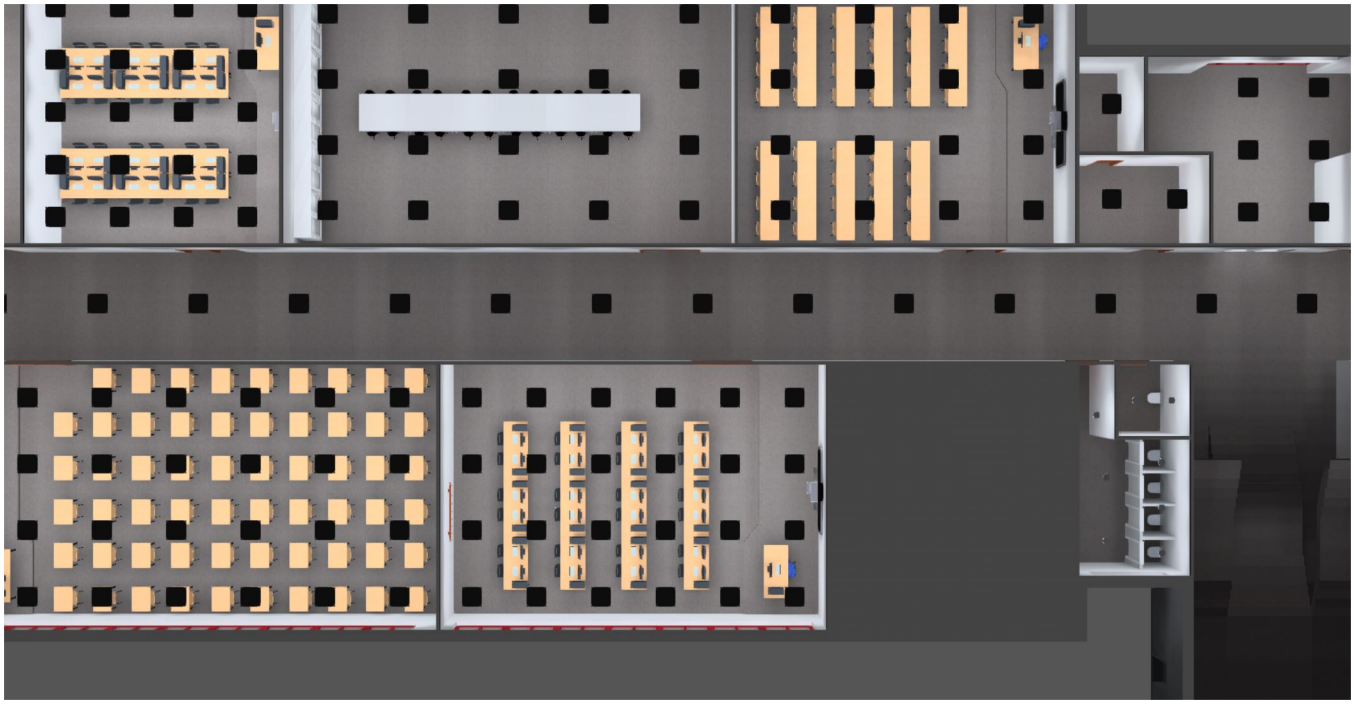


Edificación 1 · Planta (nivel) 1

Descripción

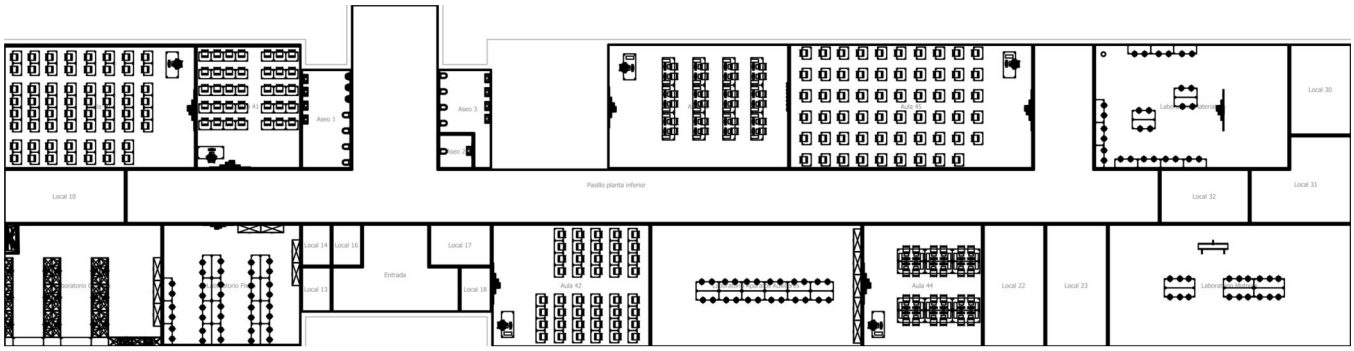
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aseo 1

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
90.0 W	20.64 m²	4.36 W/m² = 2.21 W/m²/100 lx (Local)	197 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Aseo 2

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
30.0 W	4.84 m²	6.20 W/m² = 2.63 W/m²/100 lx (Local)	236 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Aseo 3

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
90.0 W	16.64 m²	5.41 W/m² = 2.55 W/m²/100 lx (Local)	212 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aula 40

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	101.25 m²	7.31 W/m² = 1.24 W/m²/100 lx (Local)	592 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 41

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
444.0 W	55.08 m²	8.06 W/m² = 1.28 W/m²/100 lx (Local)	629 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
12	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 42

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
592.0 W	82.40 m²	7.18 W/m² = 1.22 W/m²/100 lx (Local)	589 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aula 43

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
888.0 W	95.58 m²	9.29 W/m² = 1.42 W/m²/100 lx (Local)	654 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 44

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	62.40 m²	11.86 W/m² = 1.93 W/m²/100 lx (Local)	614 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 45

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
1036.0 W	128.79 m²	8.04 W/m² = 1.18 W/m²/100 lx (Local)	683 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
28	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Entrada

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
222.0 W	36.11 m²	6.15 W/m² = 1.33 W/m²/100 lx (Local)	461 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Laboratorio Aparatos Auxiliares

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	110.40 m²	6.70 W/m² = 1.20 W/m²/100 lx (Local)	558 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Laboratorio Física

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
555.0 W	72.00 m²	7.71 W/m² = 1.25 W/m²/100 lx (Local)	618 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
15	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Laboratorio Materiales

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	102.87 m²	7.19 W/m² = 1.26 W/m²/100 lx (Local)	572 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Laboratorio Motores

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
888.0 W	127.20 m²	6.98 W/m² = 1.19 W/m²/100 lx (Local)	589 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Laboratorio Química

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	80.67 m²	9.17 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Local) 8.98 W/m² = 1.28 W/m²/100 lx (Plano útil)	702 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 13

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	5.51 m²	6.72 W/m² = 1.80 W/m²/100 lx (Local)	374 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 14

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	5.13 m²	7.21 W/m² = 1.88 W/m²/100 lx (Local)	384 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 16

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	5.13 m²	7.21 W/m² = 1.90 W/m²/100 lx (Local)	379 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 17

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
74.0 W	10.80 m²	6.85 W/m² = 1.57 W/m²/100 lx (Local)	436 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 18

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	5.80 m²	6.38 W/m² = 1.71 W/m²/100 lx (Local)	373 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 22

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
296.0 W	32.00 m²	9.25 W/m² = 1.34 W/m²/100 lx (Local)	692 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
8	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 23

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
296.0 W	32.00 m²	9.25 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Local)	705 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
8	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

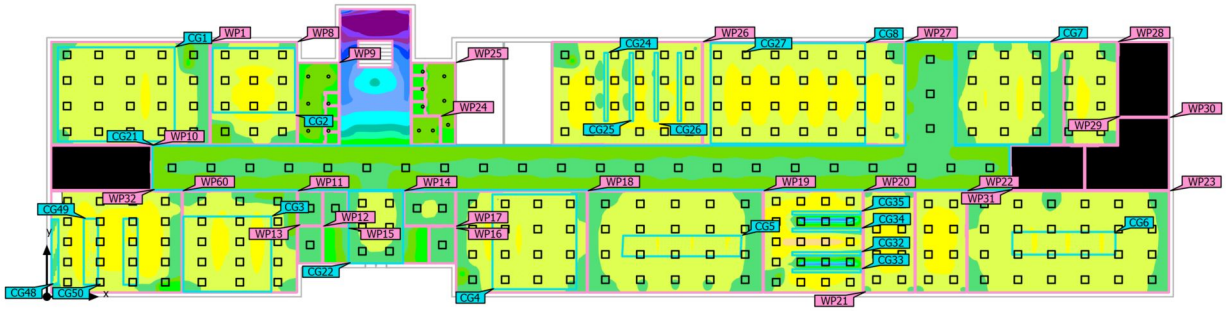
Pasillo planta inferior

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
925.0 W	329.41 m²	2.81 W/m² = 1.18 W/m²/100 lx (Local)	239 lx

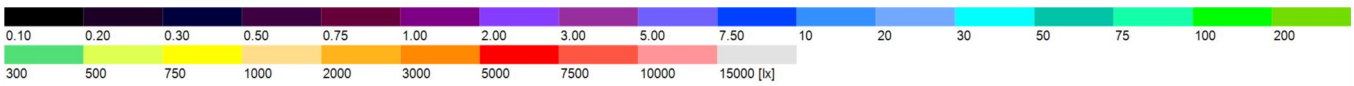
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
25	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



PLANTA BAJA EDIFICIO "ISAAAC PERAL"



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Aula 40) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	592 lx (≥ 500 lx)	183 lx	782 lx	0.31 (≥ 0.60)	0.23	WP1
Plano útil (Aula 41) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	629 lx (≥ 500 lx)	203 lx	792 lx	0.32 (≥ 0.60)	0.26	WP8
Plano útil (Aseo 1) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	197 lx (≥ 500 lx)	107 lx	250 lx	0.54 (≥ 0.60)	0.43	WP9
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx)	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP10
Plano útil (Laboratorio Física) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	618 lx (≥ 500 lx)	230 lx	865 lx	0.37 (≥ 0.60)	0.27	WP11
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	374 lx (≥ 500 lx)	324 lx	416 lx	0.87 (≥ 0.60)	0.78	WP12
Plano útil (Local 14) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	384 lx (≥ 500 lx)	341 lx	419 lx	0.89 (≥ 0.60)	0.81	WP13
Plano útil (Entrada) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	461 lx (≥ 500 lx)	125 lx	798 lx	0.27 (≥ 0.60)	0.16	WP14
Plano útil (Local 16) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	379 lx (≥ 500 lx)	342 lx	421 lx	0.90 (≥ 0.60)	0.81	WP15
Plano útil (Local 17) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	436 lx (≥ 500 lx)	327 lx	533 lx	0.75 (≥ 0.60)	0.61	WP16
Plano útil (Local 18) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	373 lx (≥ 500 lx)	329 lx	420 lx	0.88 (≥ 0.60)	0.78	WP17

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Aula 42) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	589 lx (≥ 500 lx)	183 lx	802 lx	0.31 (≥ 0.60)	0.23	WP18
Plano útil (Laboratorio Aparatos Auxiliares) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	558 lx (≥ 500 lx)	306 lx	736 lx	0.55 (≥ 0.60)	0.42	WP19
Plano útil (Aula 44) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	614 lx (≥ 500 lx)	10.0 lx	1128 lx	0.016 (≥ 0.60)	0.009	WP20
Plano útil (Local 22) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	692 lx (≥ 500 lx)	463 lx	847 lx	0.67 (≥ 0.60)	0.55	WP21
Plano útil (Local 23) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	705 lx (≥ 500 lx)	463 lx	864 lx	0.66 (≥ 0.60)	0.54	WP22
Plano útil (Laboratorio Motores) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	589 lx (≥ 500 lx)	398 lx	761 lx	0.68 (≥ 0.60)	0.52	WP23
Plano útil (Aseo 2) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	236 lx (≥ 500 lx)	195 lx	273 lx	0.83 (≥ 0.60)	0.71	WP24
Plano útil (Aseo 3) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	212 lx (≥ 500 lx)	119 lx	285 lx	0.56 (≥ 0.60)	0.42	WP25
Plano útil (Aula 43) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	654 lx (≥ 500 lx)	176 lx	854 lx	0.27 (≥ 0.60)	0.21	WP26
Plano útil (Aula 45) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	683 lx (≥ 500 lx)	420 lx	830 lx	0.61 (≥ 0.60)	0.51	WP27
Plano útil (Laboratorio Materiales) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	572 lx (≥ 500 lx)	369 lx	798 lx	0.65 (≥ 0.60)	0.46	WP28
Plano útil (Local 30) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx)	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP29

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Local 31) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx)	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP30
Plano útil (Local 32) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	0.00 lx (≥ 500 lx)	0.00 lx	0.00 lx	- (≥ 0.60)	-	WP31
Plano útil (Pasillo planta inferior) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	239 lx (≥ 500 lx)	1.16 lx	393 lx	0.005 (≥ 0.60)	0.003	WP32
Plano útil (Laboratorio Química) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	702 lx (≥ 500 lx)	125 lx	993 lx	0.18 (≥ 0.60)	0.13	WP60

Superficie de cálculo

Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	633 lx	463 lx	795 lx	0.73	0.58	CG1
Superficie de cálculo 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	693 lx	500 lx	797 lx	0.72	0.63	CG2
Superficie de cálculo 4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	676 lx	457 lx	852 lx	0.68	0.54	CG3
Superficie de cálculo 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	633 lx	485 lx	768 lx	0.77	0.63	CG4
Superficie de cálculo 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	651 lx	588 lx	781 lx	0.90	0.75	CG5
Superficie de cálculo 8 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	668 lx	609 lx	816 lx	0.91	0.75	CG6
Superficie de cálculo 9 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	576 lx	368 lx	786 lx	0.64	0.47	CG7

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 10 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	707 lx	528 lx	838 lx	0.75	0.63	CG8
Superficie de cálculo 53 Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m	294 lx	211 lx	406 lx	0.72	0.52	CG21
Superficie de cálculo 54 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	512 lx	324 lx	643 lx	0.63	0.50	CG22
Superficie de cálculo 60 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	783 lx	468 lx	901 lx	0.60	0.52	CG24
Superficie de cálculo 61 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	788 lx	476 lx	889 lx	0.60	0.54	CG25
Superficie de cálculo 62 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	794 lx	486 lx	893 lx	0.61	0.54	CG26
Superficie de cálculo 63 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	757 lx	470 lx	849 lx	0.62	0.55	CG27
Superficie de cálculo 69 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	947 lx	610 lx	1058 lx	0.64	0.58	CG32
Superficie de cálculo 70 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	850 lx	532 lx	970 lx	0.63	0.55	CG33
Superficie de cálculo 71 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	936 lx	585 lx	1069 lx	0.63	0.55	CG34
Superficie de cálculo 72 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	899 lx	591 lx	1010 lx	0.66	0.59	CG35
Superficie de cálculo 91 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	500 lx	306 lx	654 lx	0.61	0.47	CG48

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 92 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	737 lx	623 lx	969 lx	0.85	0.64	CG49
Superficie de cálculo 93 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	691 lx	550 lx	829 lx	0.80	0.66	CG50



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 1

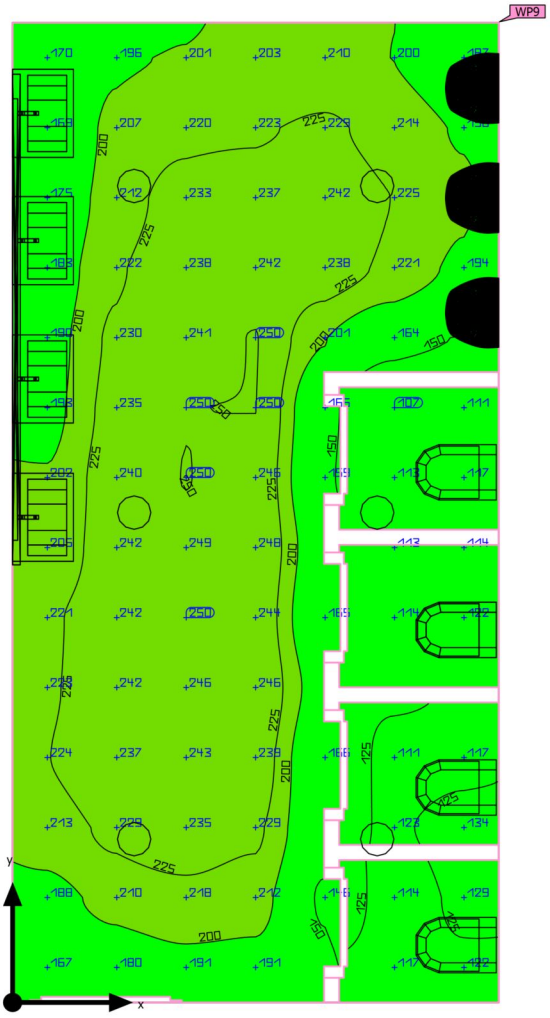
Descripción

Imágenes



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 1 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	20.64 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 77.4 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.000 m
		Altura Plano útil	1.200 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	197 lx	≥ 500 lx	WP9
	g_1	0.54	≥ 0.60	WP9
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	21	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[140.36 - 222.75] kWh/a	máx. 750 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	4.36 W/m²	–	
		2.21 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 3.200 m x 6.450 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo		R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco		21	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
					–	15.0 W	1444 lm (100 %)	-

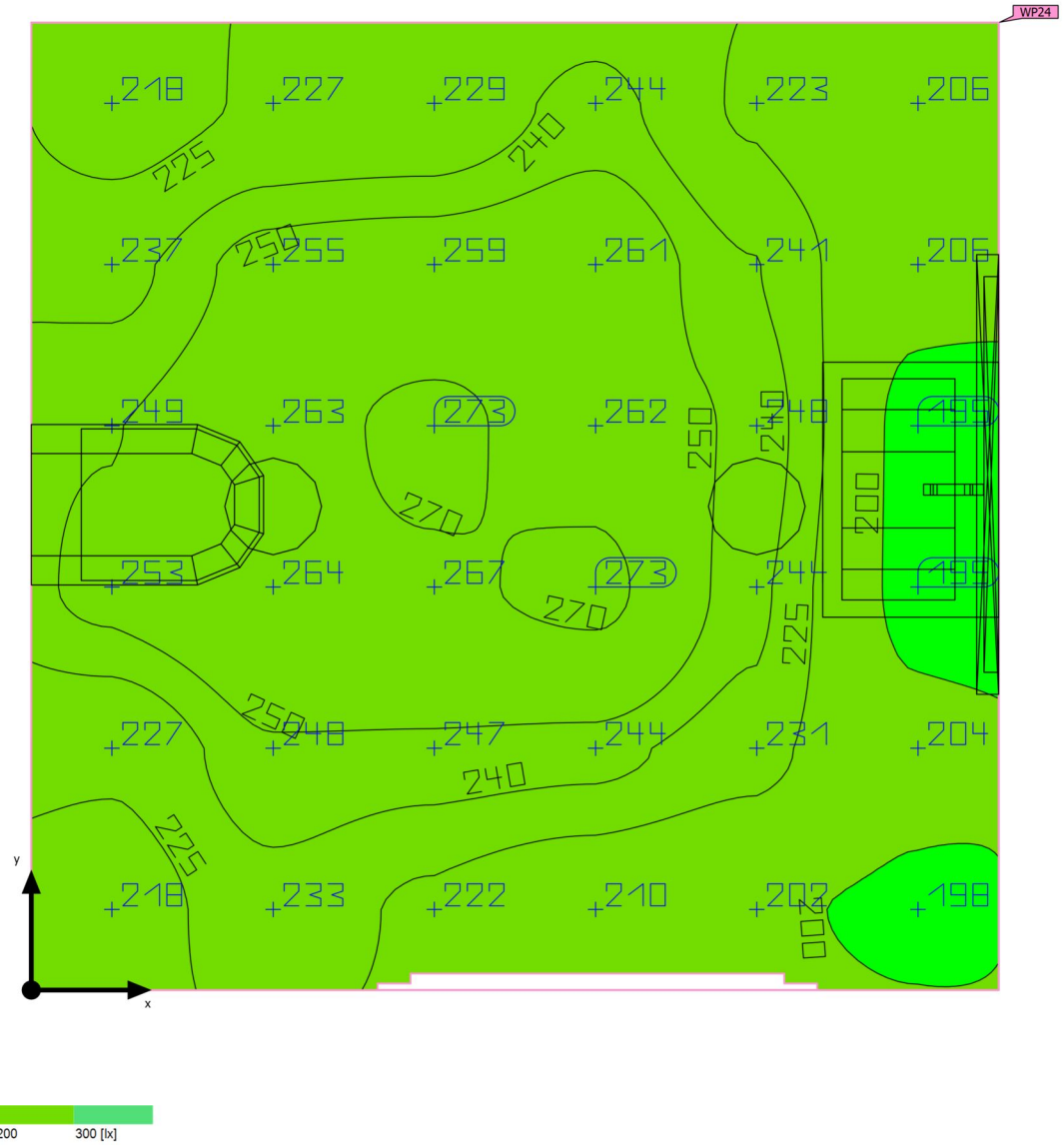


Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 2

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 2 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	4.84 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.000 m
		Altura Plano útil	1.200 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 2 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	236 lx	≥ 500 lx	WP24
	g_1	0.83	≥ 0.60	WP24
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	19	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	74.3 kWh/a	máx. 200 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.20 W/m²	–	
		2.63 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 2.200 m x 2.200 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	19	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W

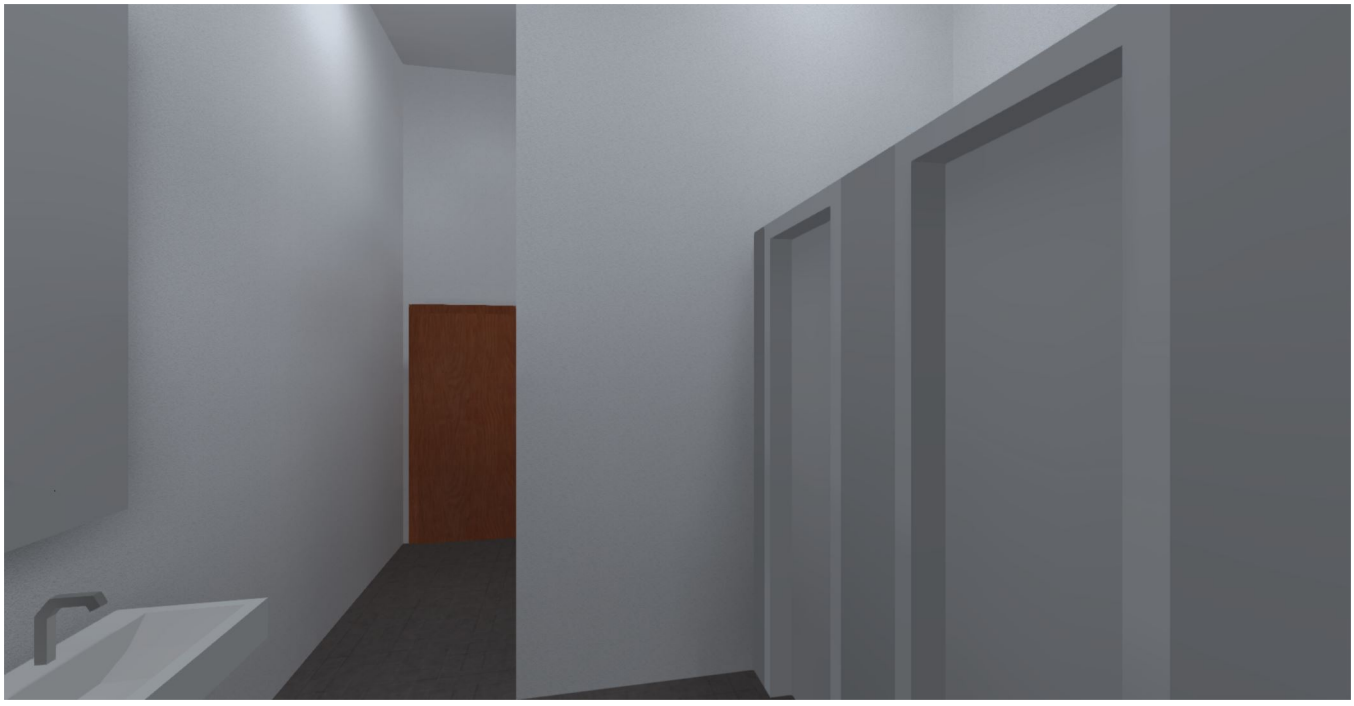


Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 3

Descripción

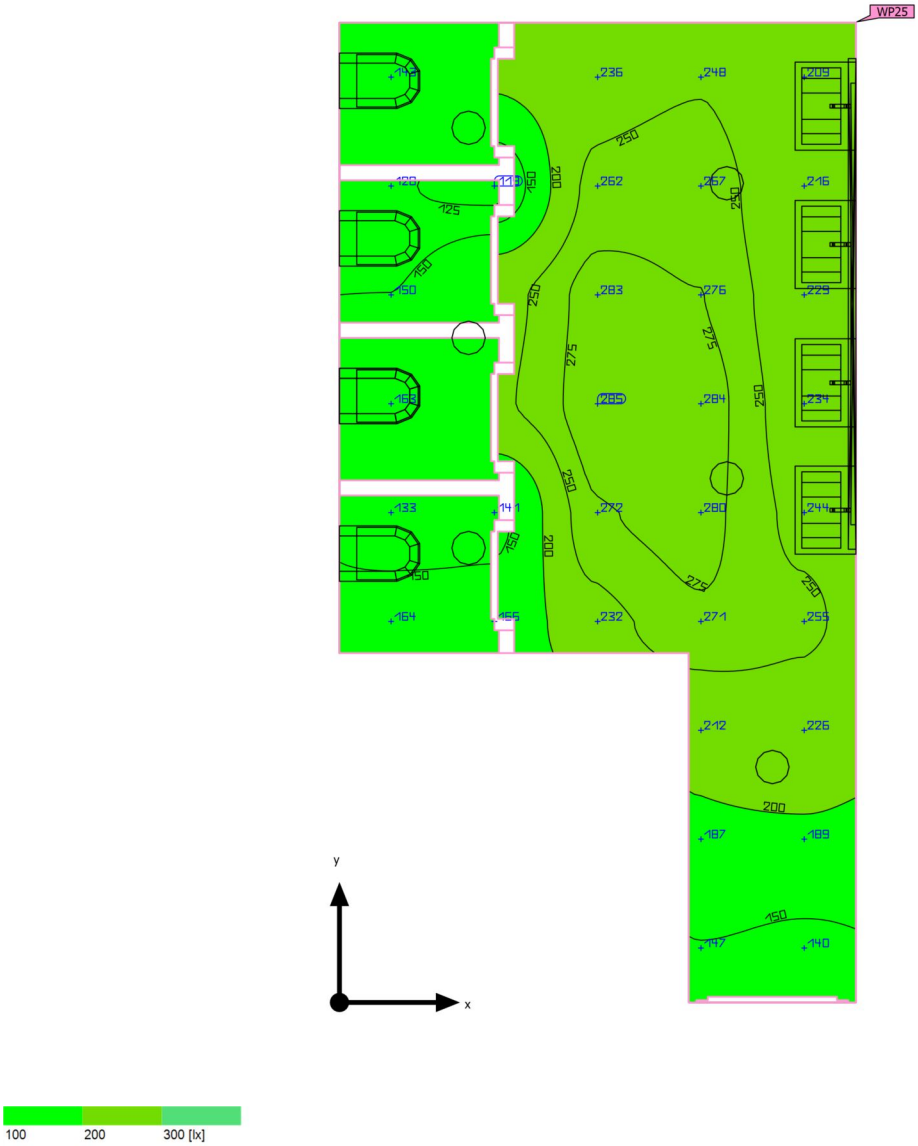
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 3 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	16.64 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 78.9 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.000 m
		Altura Plano útil	1.200 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aseo 3 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	212 lx	≥ 500 lx	WP25
	g_1	0.56	≥ 0.60	WP25
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	21	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[140.36 - 222.75] kWh/a	máx. 600 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	5.41 W/m²	–	
		2.55 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 6.450 m x 3.400 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	21	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 40

Descripción

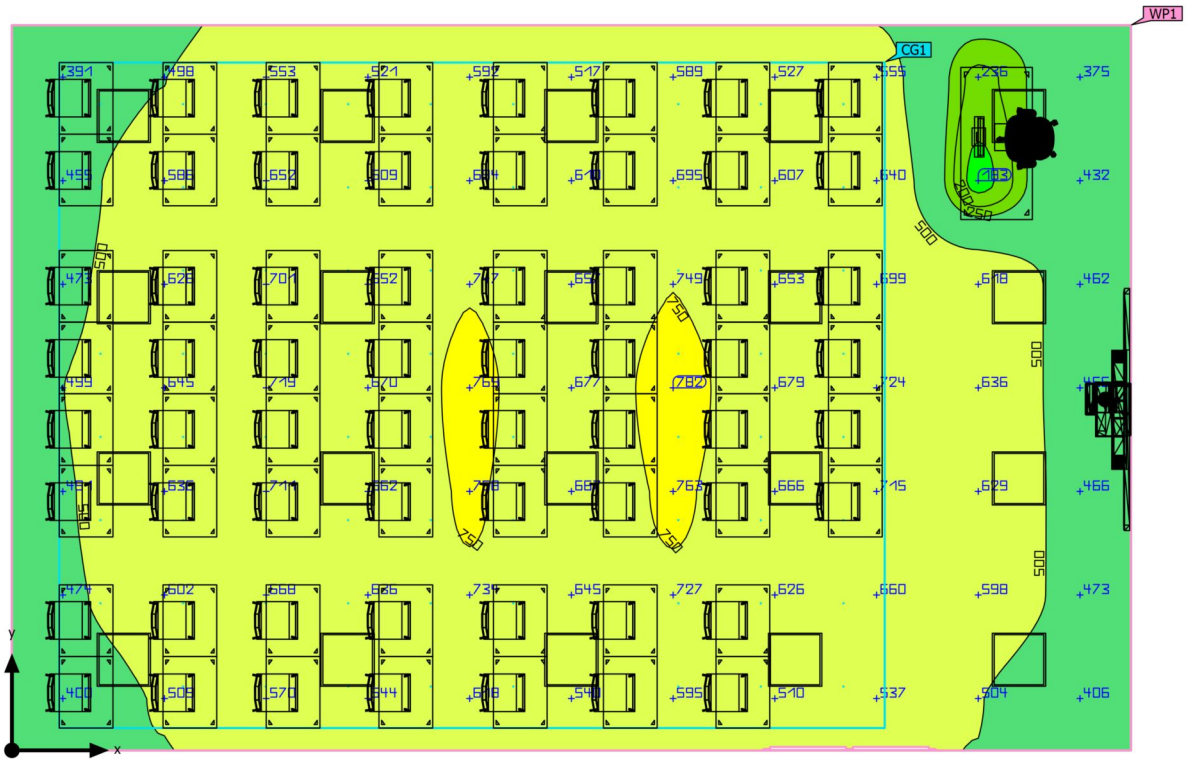
Imágenes

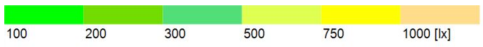




Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 40 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	101.25 m²
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	0.720 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 40 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	592 lx	≥ 500 lx	WP1
	g_1	0.31	≥ 0.60	WP1
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 3550 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.31 W/m²	–	
		1.24 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.100 m x 12.500 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

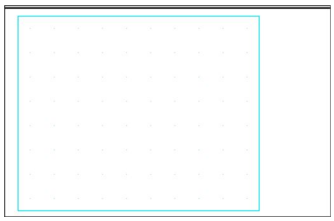
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

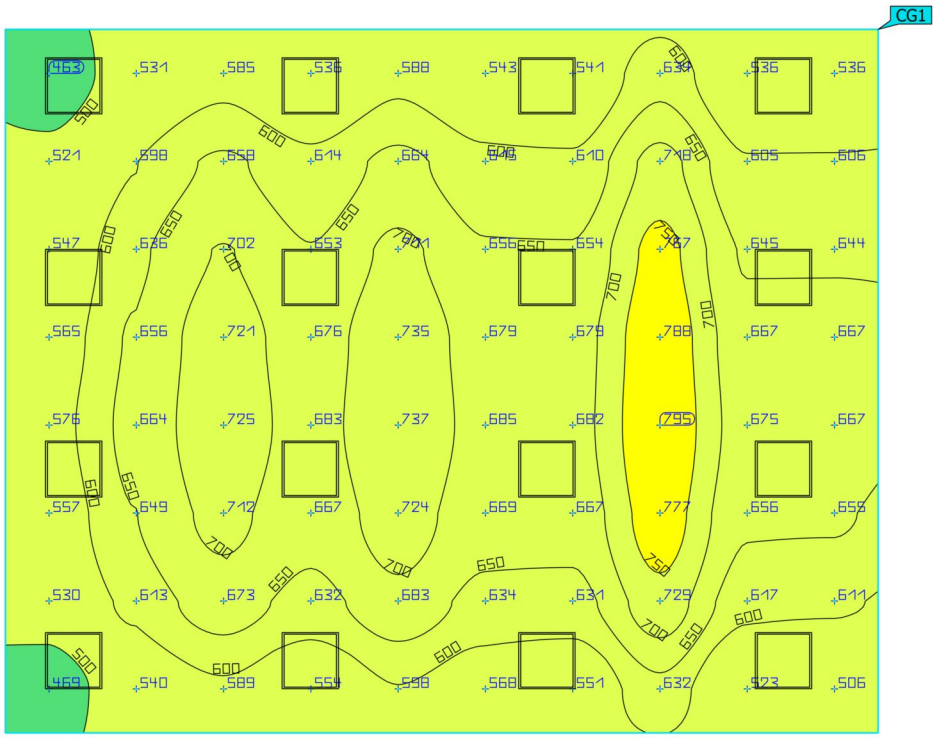
Lista de luminarias

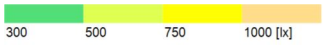
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 40 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 1

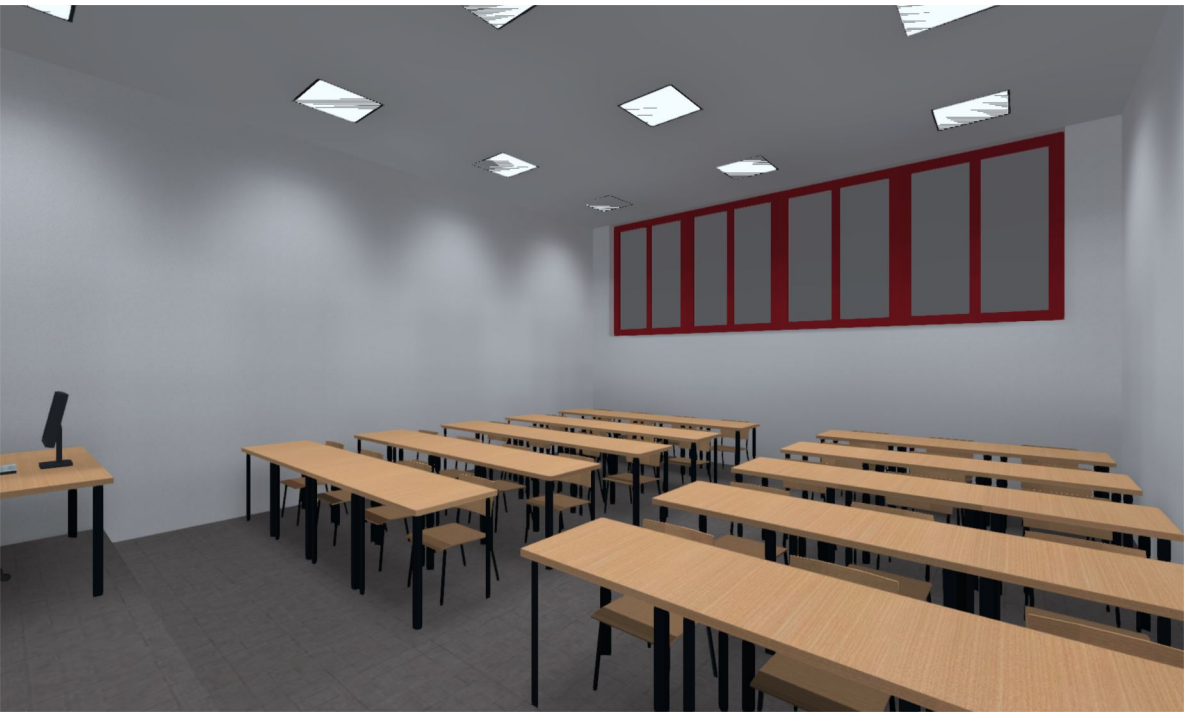






Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	633 lx	463 lx	795 lx	0.73	0.58	CG1

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 41

Descripción

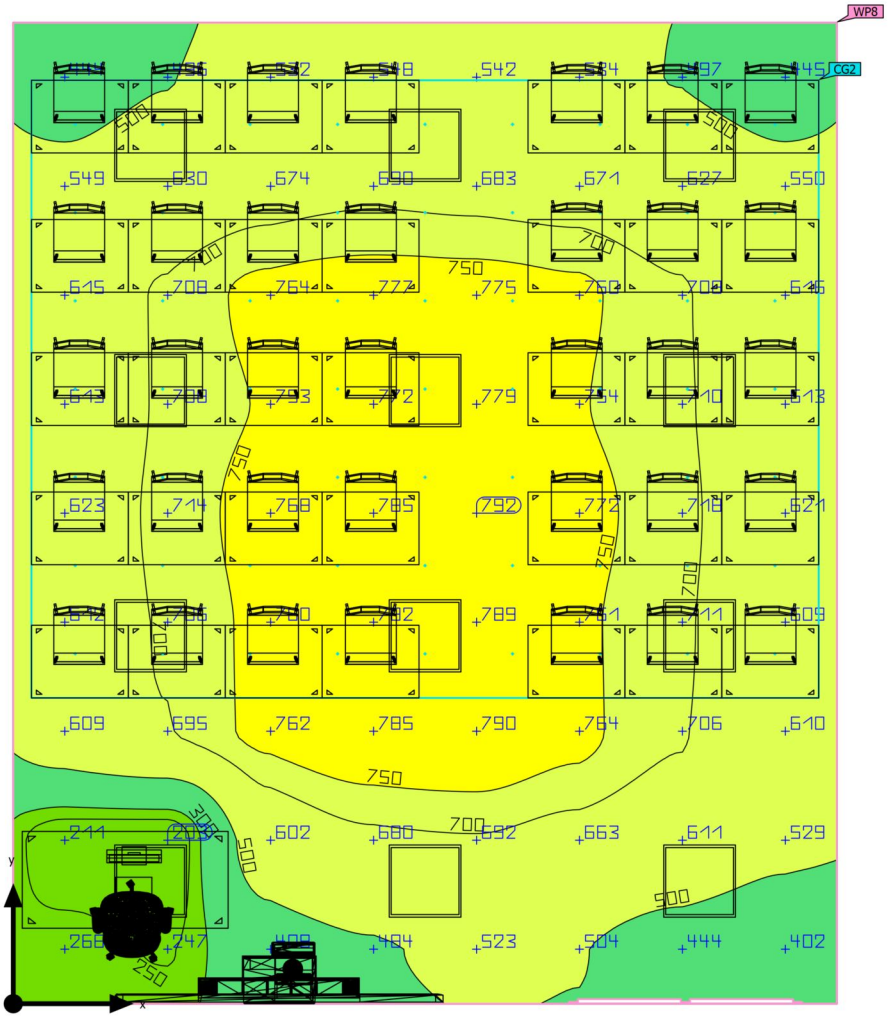
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 41 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	55.08 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 41 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	629 lx	≥ 500 lx	WP8
	g_1	0.32	≥ 0.60	WP8
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[692.43 - 1098.90] kWh/a	máx. 1950 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	8.06 W/m²	–	
		1.28 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.100 m x 6.800 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

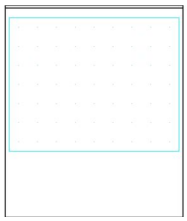
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

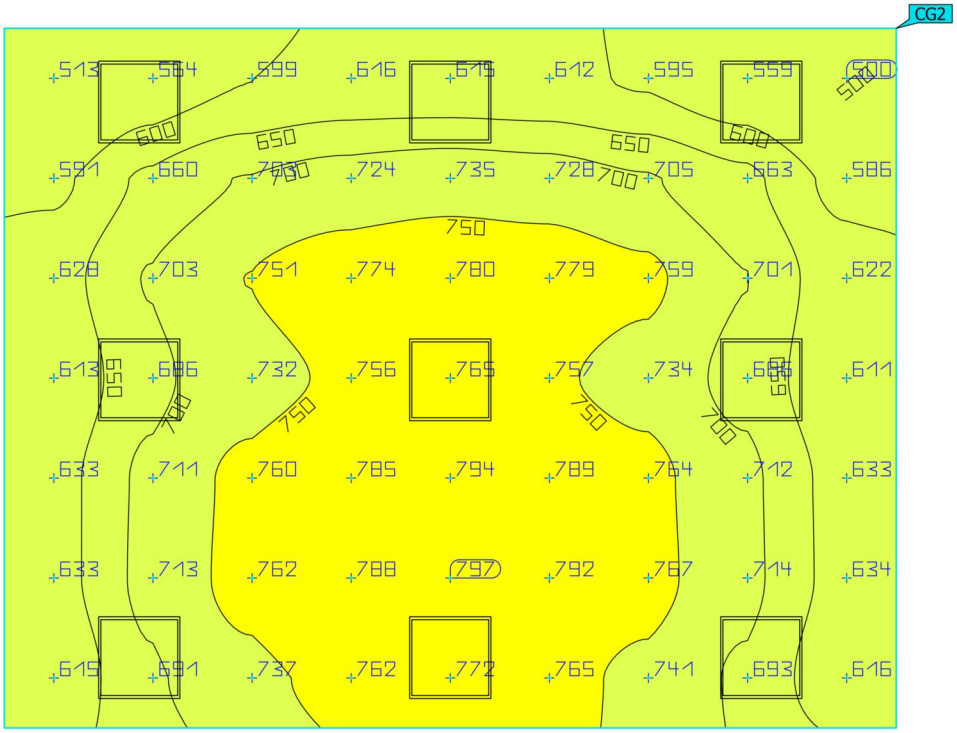
Lista de luminarias

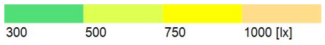
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 41 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 2







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 2 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	693 lx	500 lx	797 lx	0.72	0.63	CG2

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

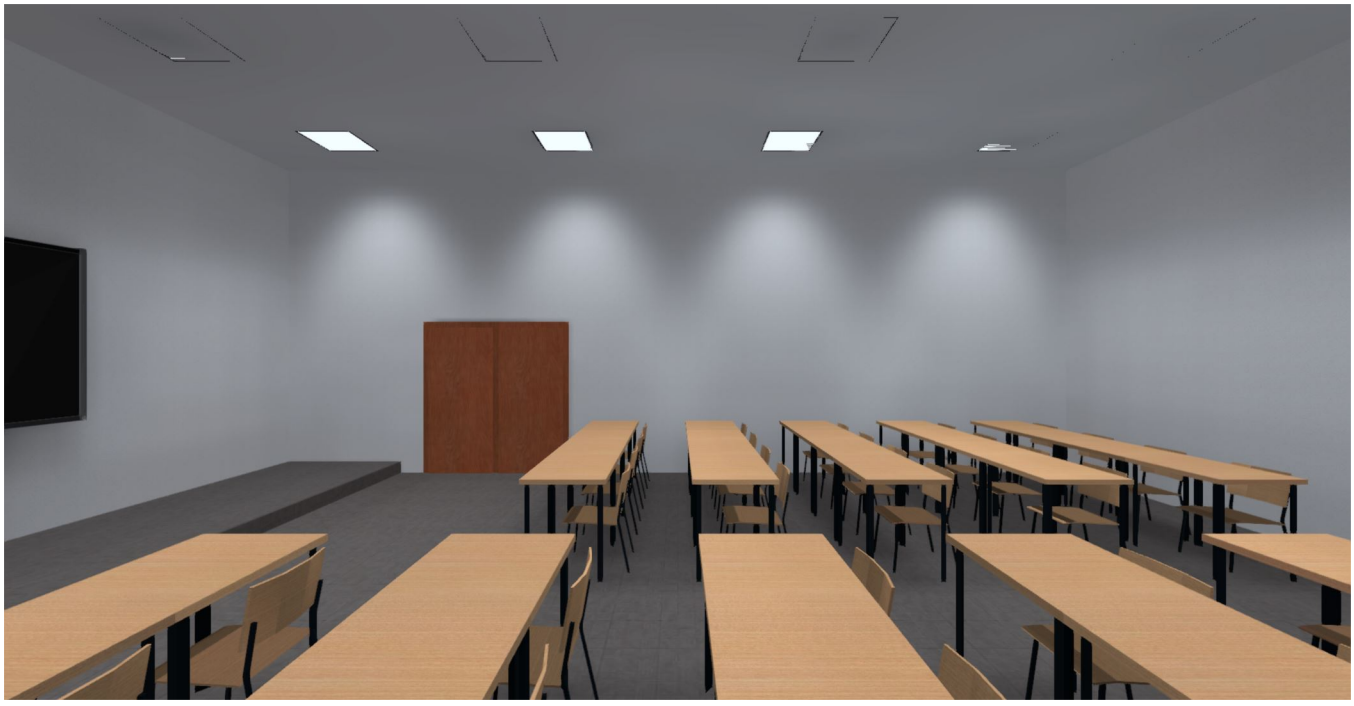


Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 42

Descripción

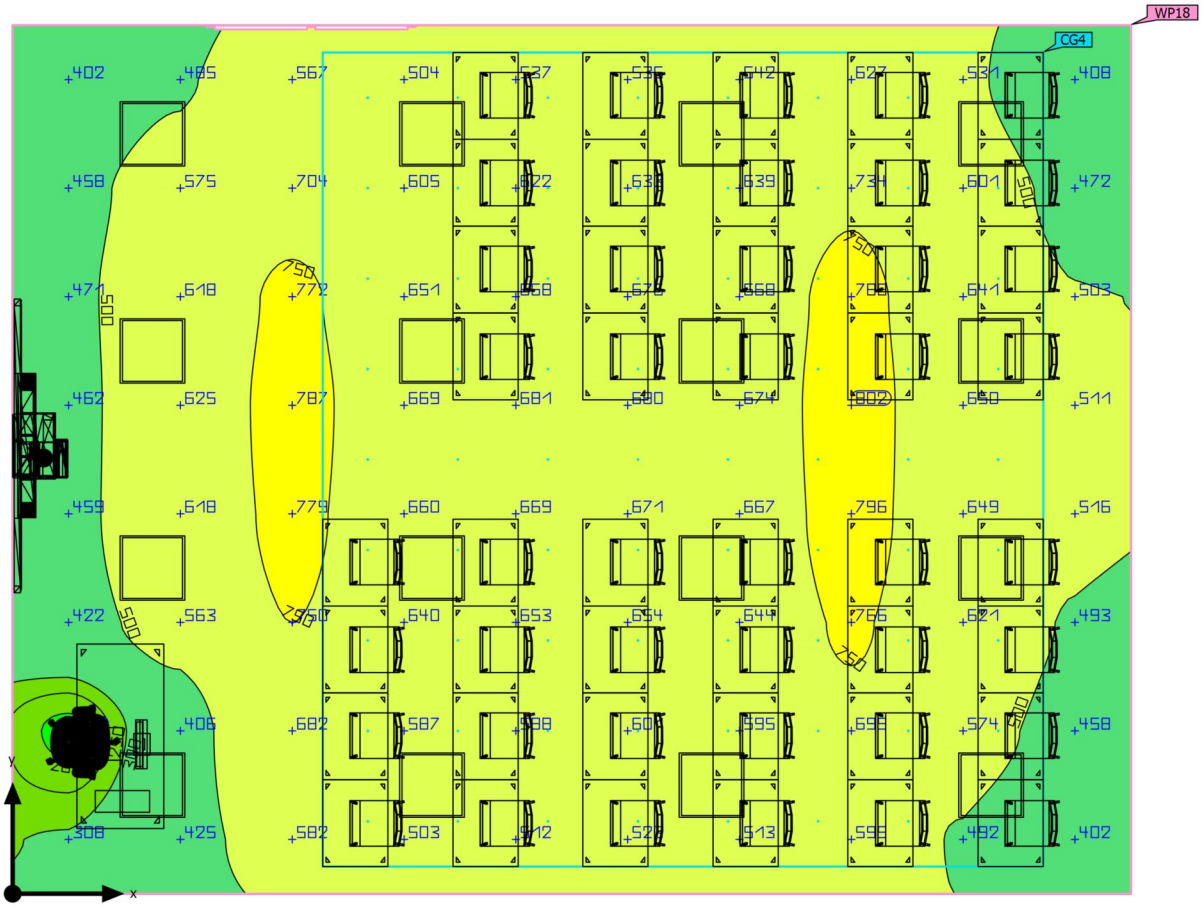
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 42 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	82.40 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 42 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	589 lx	≥ 500 lx	WP18
	g_1	0.31	≥ 0.60	WP18
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[923.24 - 1465.20] kWh/a	máx. 2900 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.18 W/m²	–	
		1.22 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.000 m x 10.300 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

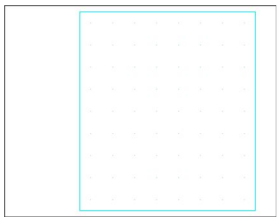
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

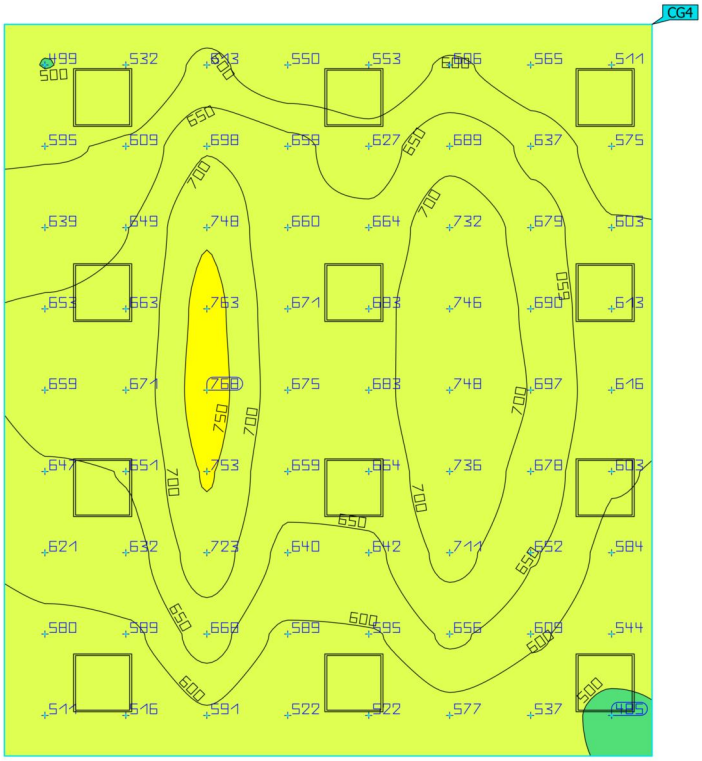
Lista de luminarias

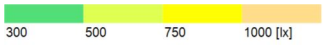
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 42 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 5







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 5 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	633 lx	485 lx	768 lx	0.77	0.63	CG4

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43

Descripción

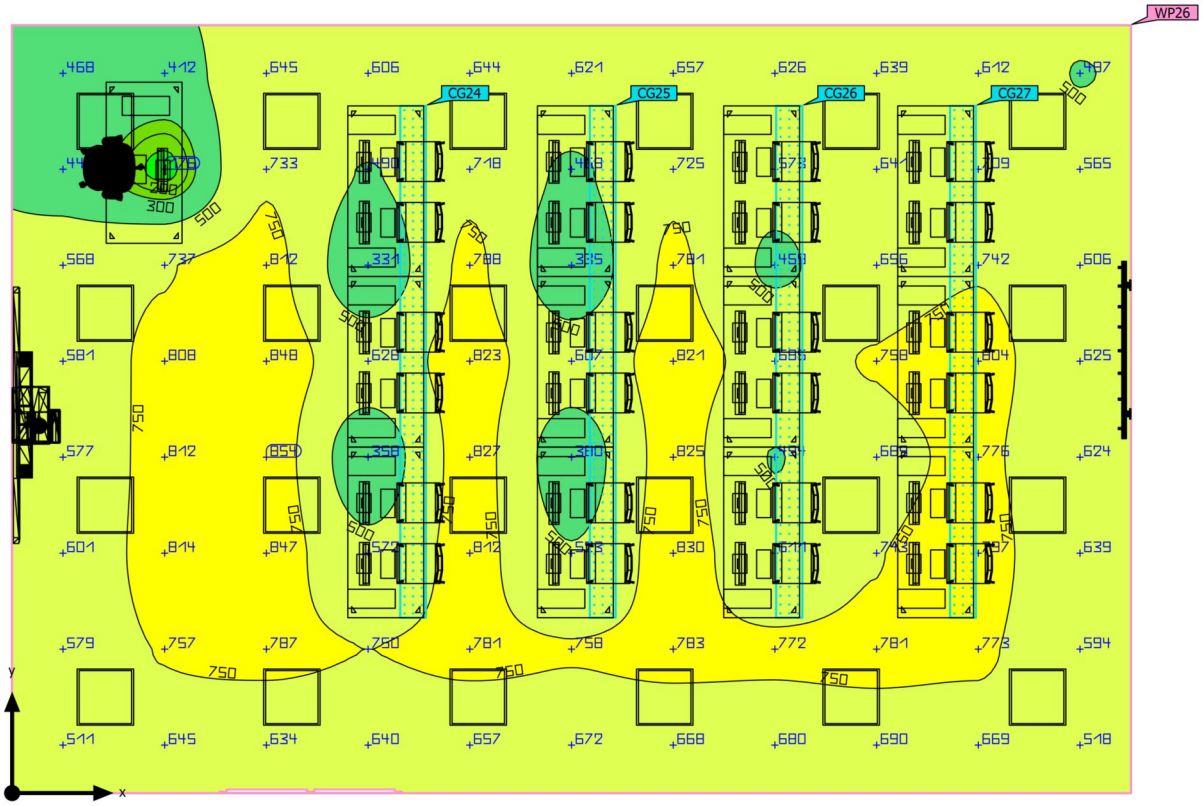
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	95.58 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	654 lx	≥ 500 lx	WP26
	g_1	0.27	≥ 0.60	WP26
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1384.85 - 2197.80] kWh/a	máx. 3350 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	9.29 W/m²	–	
		1.42 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.100 m x 11.800 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

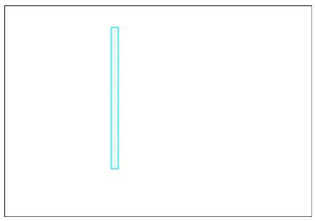
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

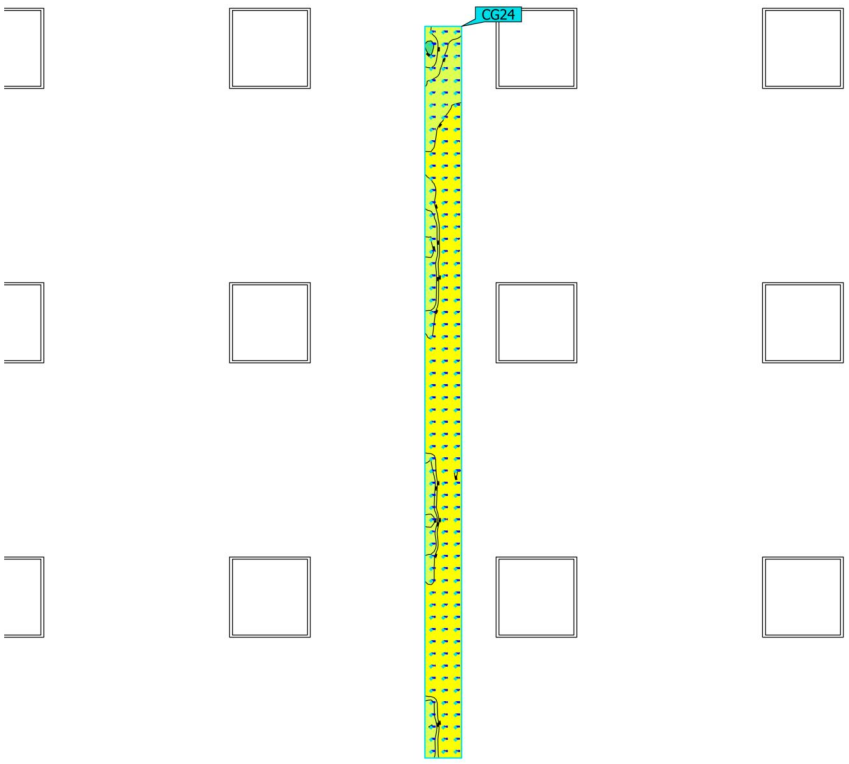
Lista de luminarias

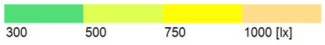
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 60





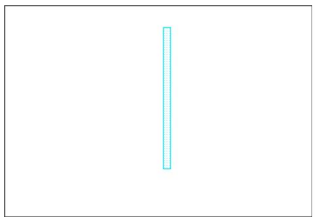


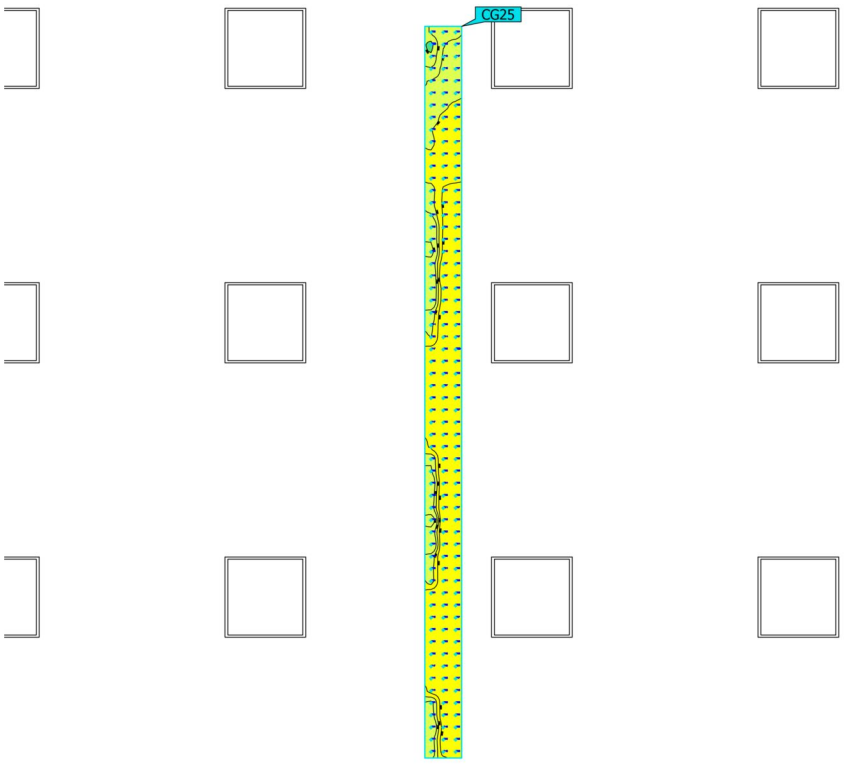
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 60 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	783 lx	468 lx	901 lx	0.60	0.52	CG24

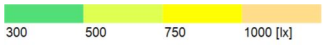
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 61





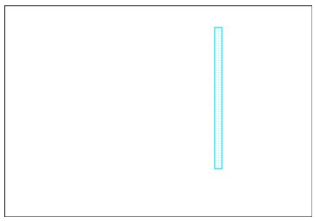


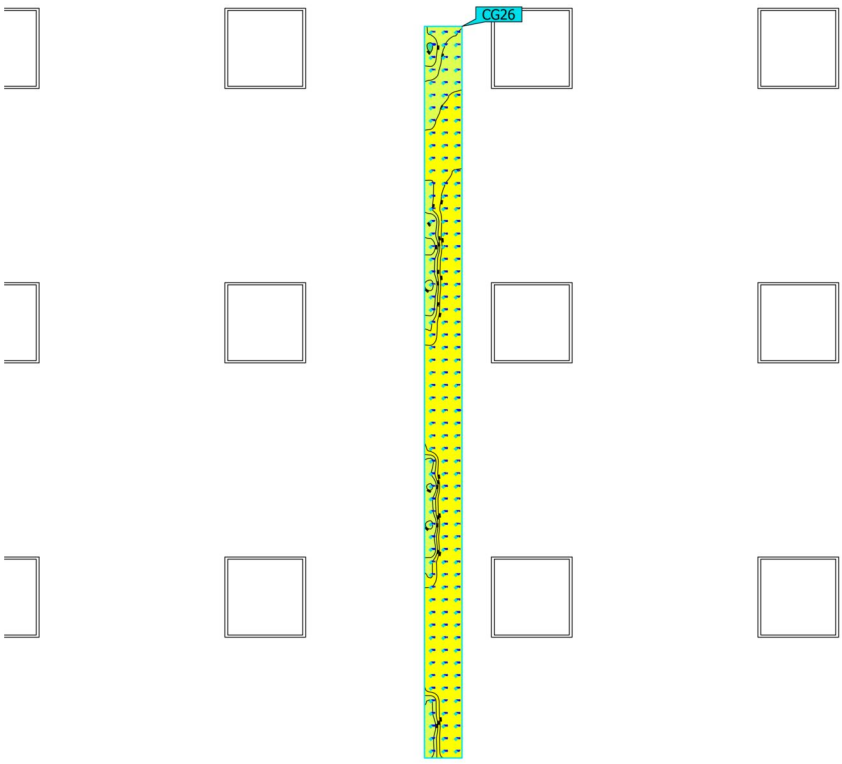
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 61 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	788 lx	476 lx	889 lx	0.60	0.54	CG25

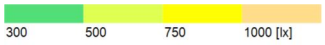
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 62





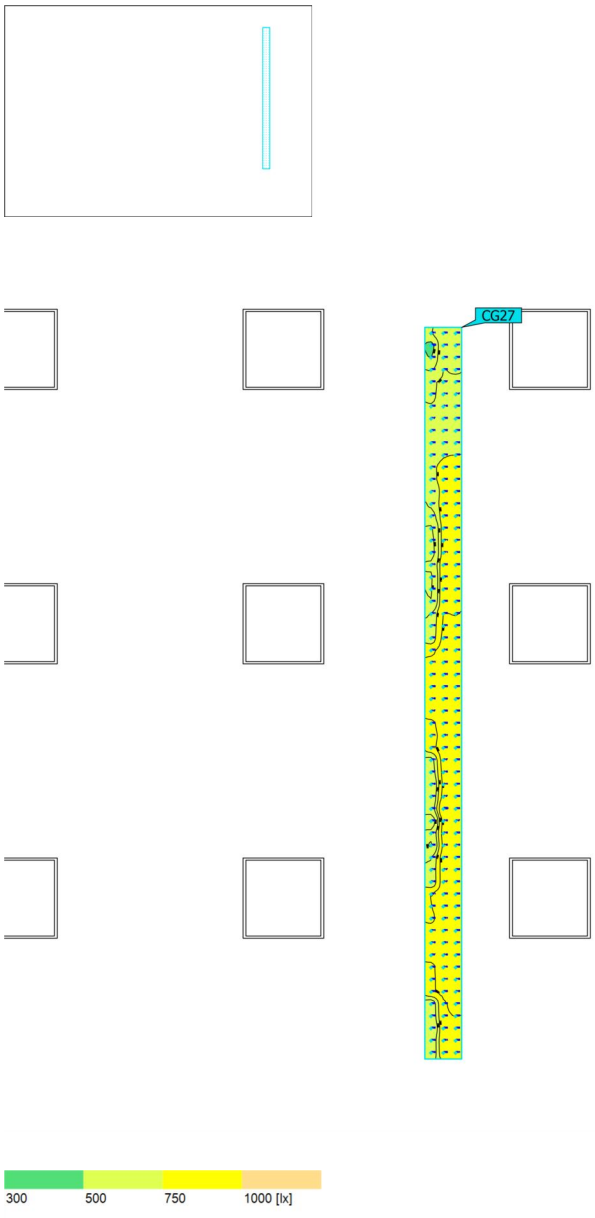


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 62 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	794 lx	486 lx	893 lx	0.61	0.54	CG26

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 43 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 63



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 63 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	757 lx	470 lx	849 lx	0.62	0.55	CG27

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44

Descripción

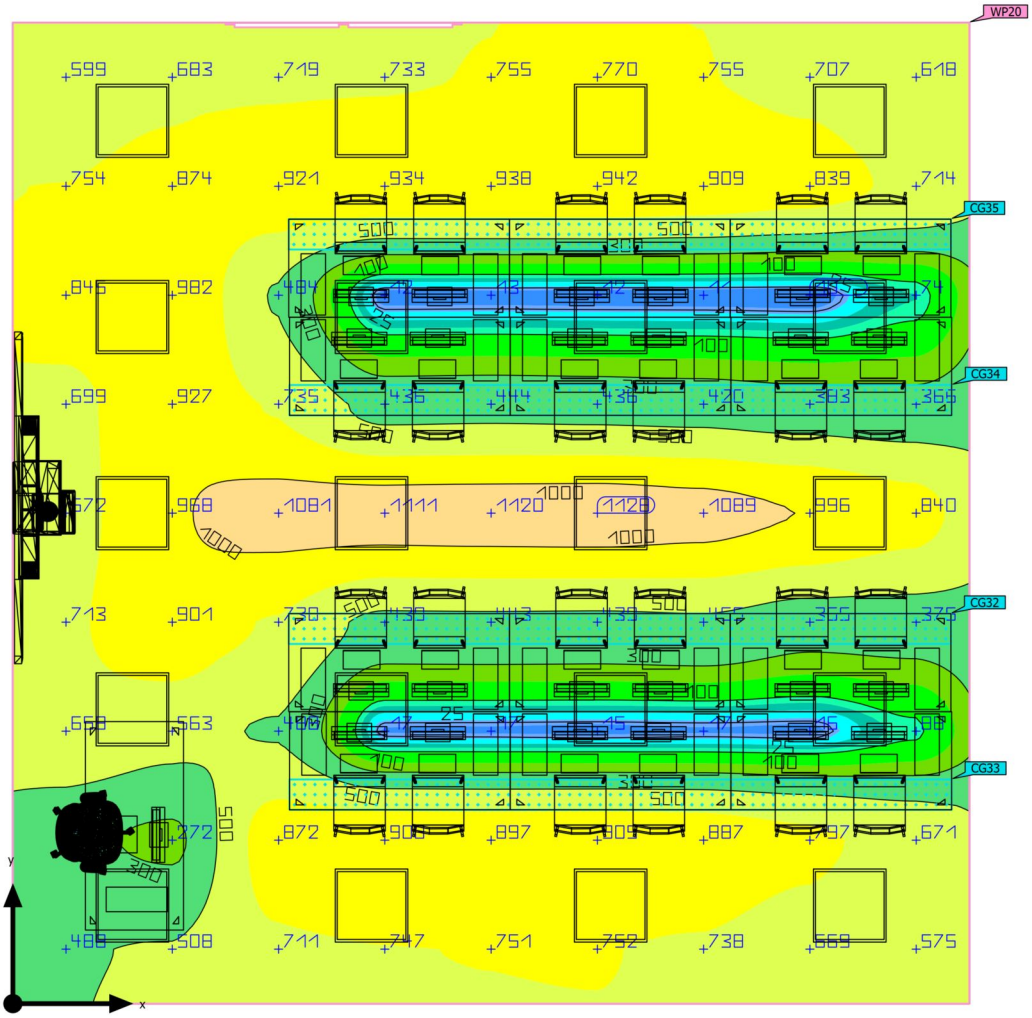
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	62.40 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	614 lx	≥ 500 lx	WP20
	g_1	0.016	≥ 0.60	WP20
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 2200 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	11.86 W/m²	–	
		1.93 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 7.800 m x 8.000 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

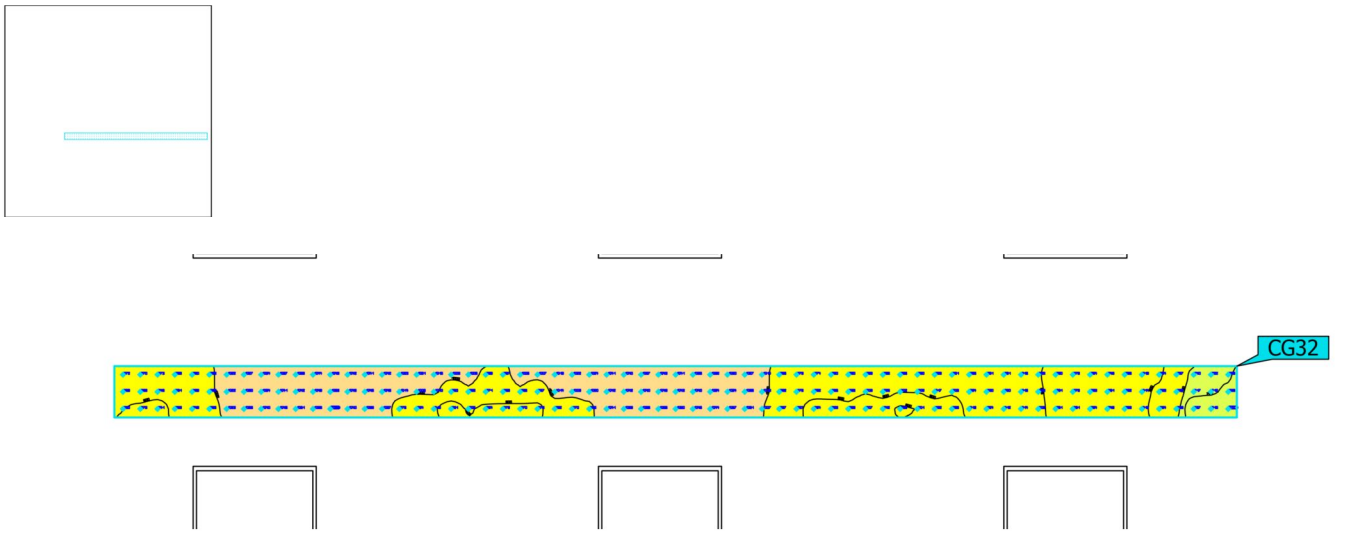
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

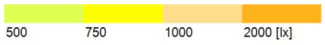
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 69



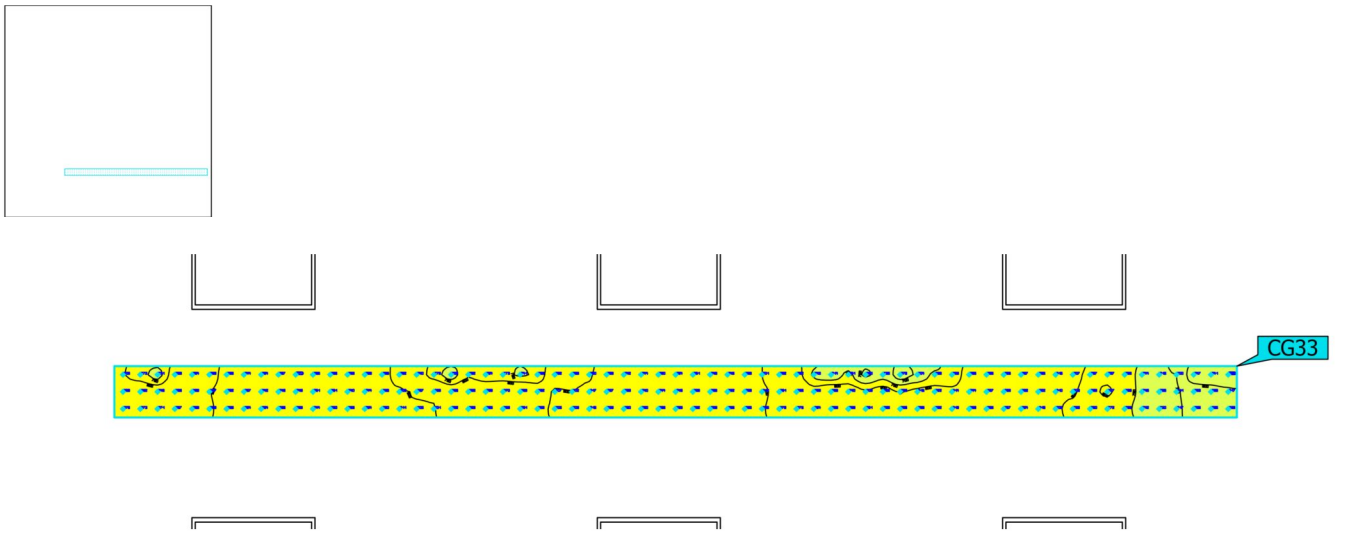


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 69 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	947 lx	610 lx	1058 lx	0.64	0.58	CG32

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 70

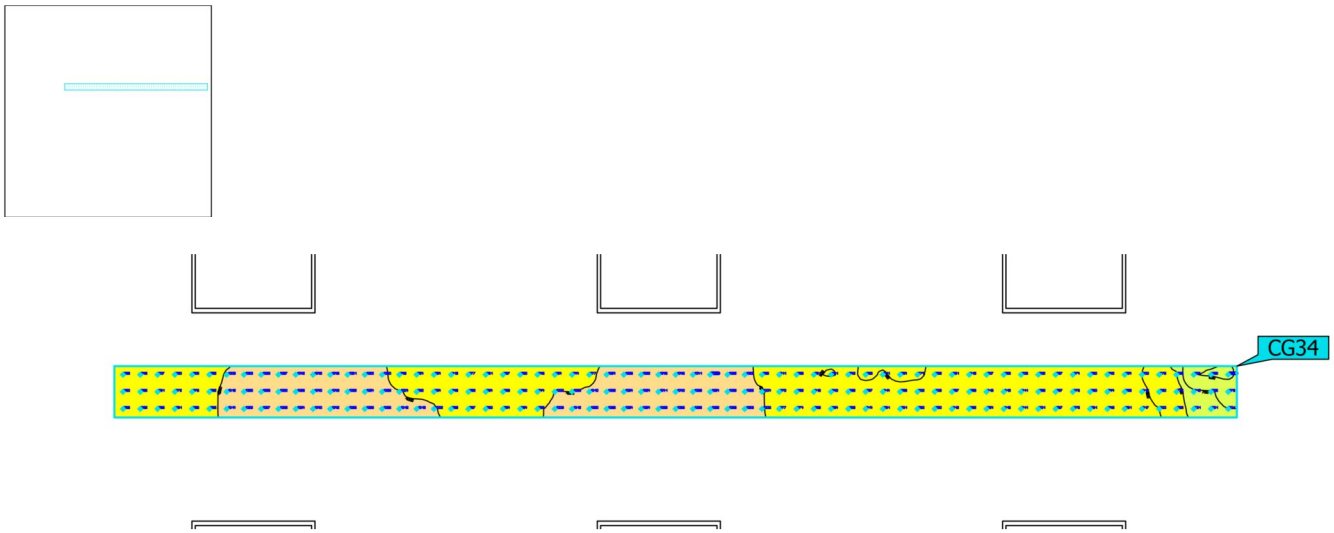


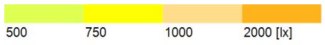
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 70 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	850 lx	532 lx	970 lx	0.63	0.55	CG33

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 71



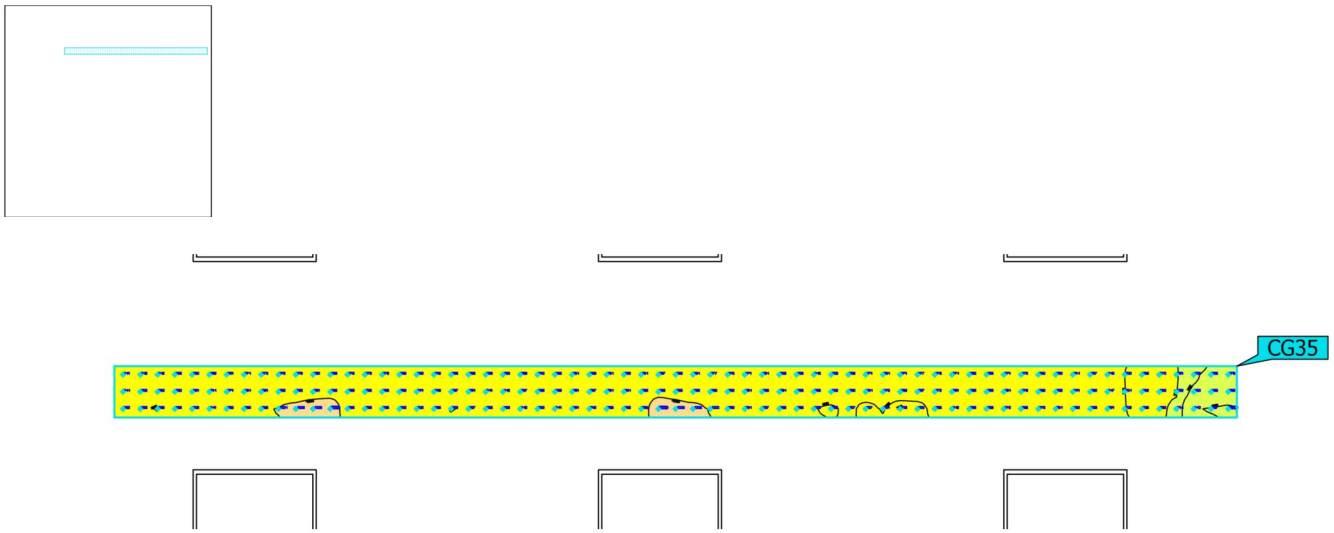


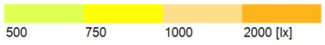
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 71 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	936 lx	585 lx	1069 lx	0.63	0.55	CG34

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 44 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 72





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 72 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	899 lx	591 lx	1010 lx	0.66	0.59	CG35

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 45

Descripción

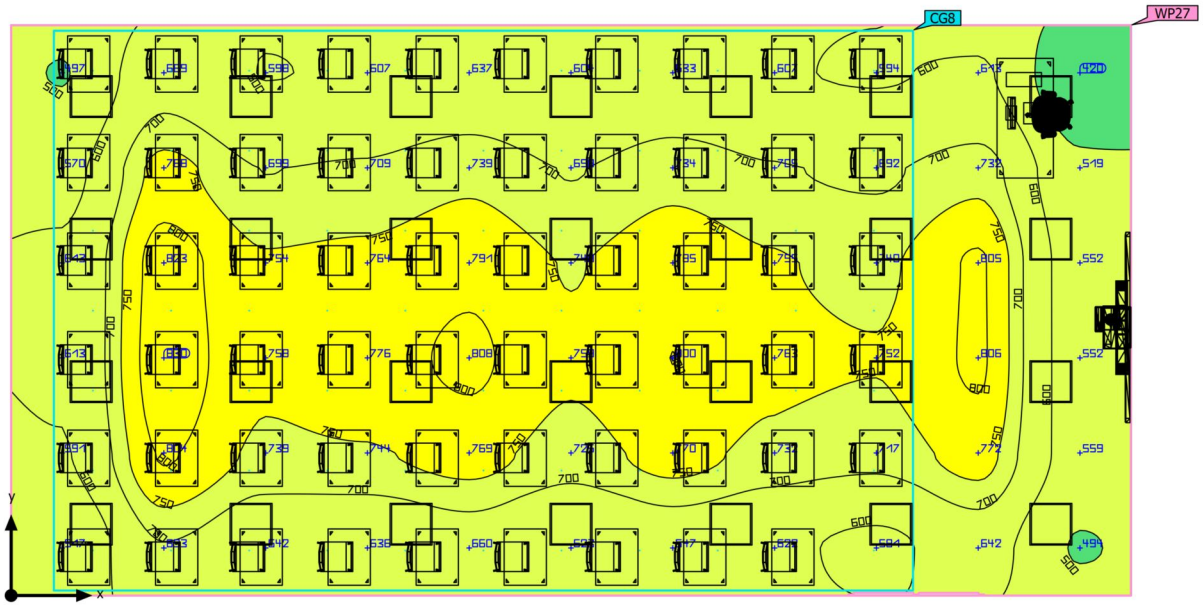
Imágenes

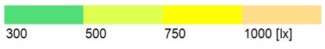




Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 45 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	128.79 m²
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	0.720 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 45 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	683 lx	≥ 500 lx	WP27
	g_1	0.61	≥ 0.60	WP27
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1615.66 - 2564.10] kWh/a	máx. 4550 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	8.04 W/m²	–	
		1.18 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 15.900 m x 8.100 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

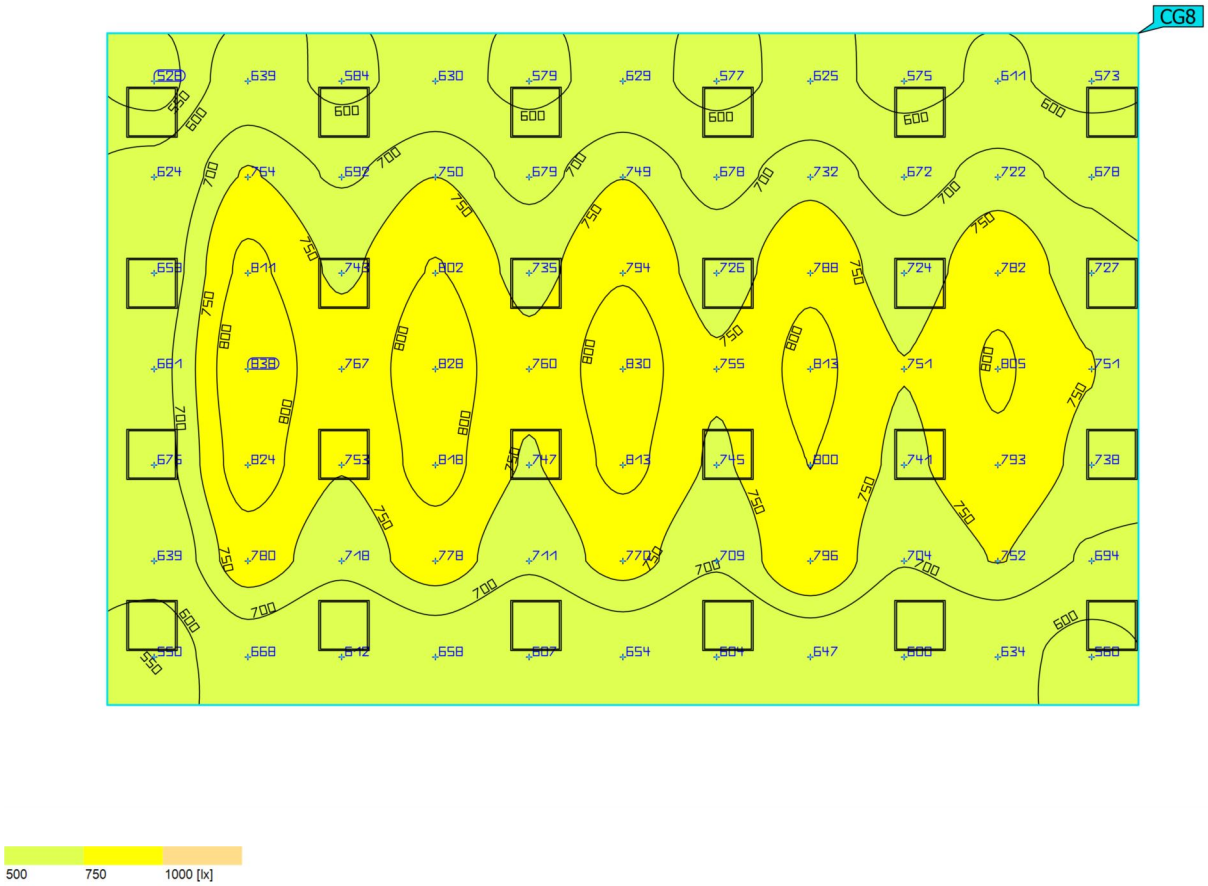
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
28	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Aula 45 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 10





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 10 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	707 lx	528 lx	838 lx	0.75	0.63	CG8

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

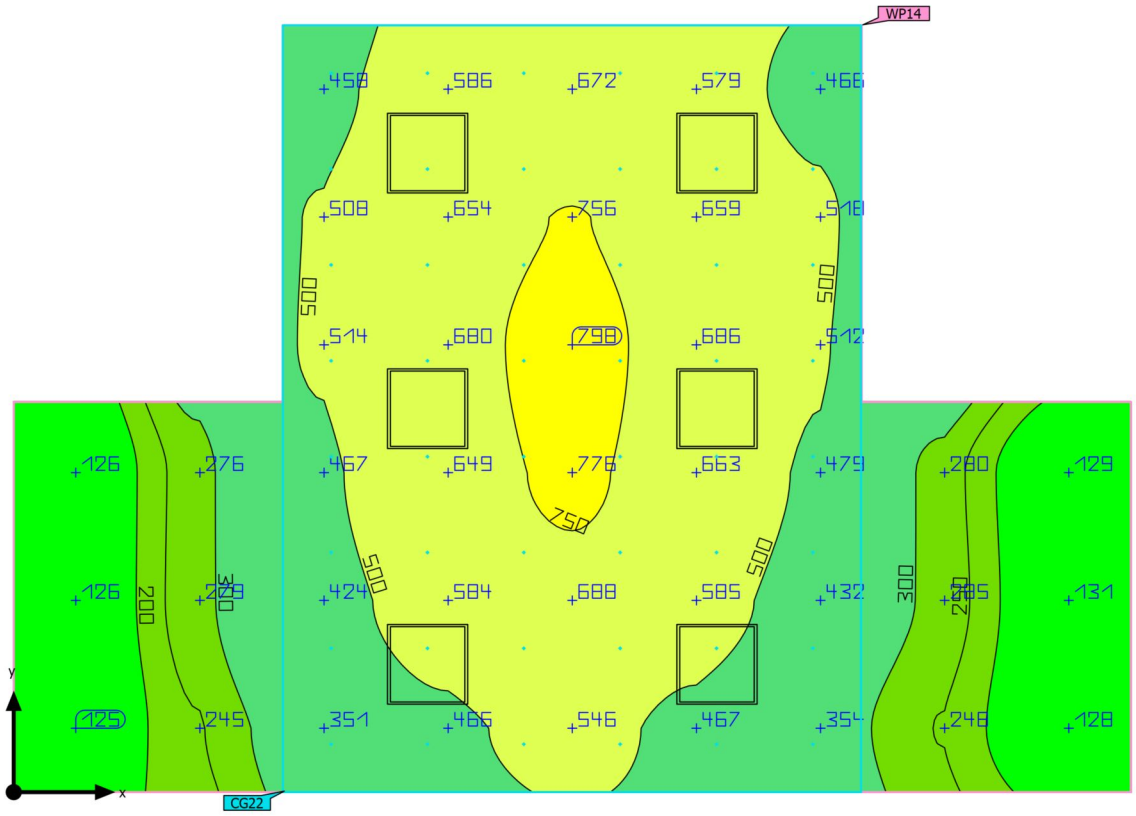


Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Entrada

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Entrada (Escena de luz 1)

Resumen



Base	36.11 m²
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	0.800 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Entrada (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	461 lx	≥ 500 lx	WP14
	g_1	0.27	≥ 0.60	WP14
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[346.21 - 549.45] kWh/a	máx. 1300 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.15 W/m²	–	
		1.33 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 5.700 m x 8.300 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

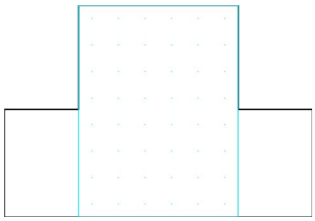
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

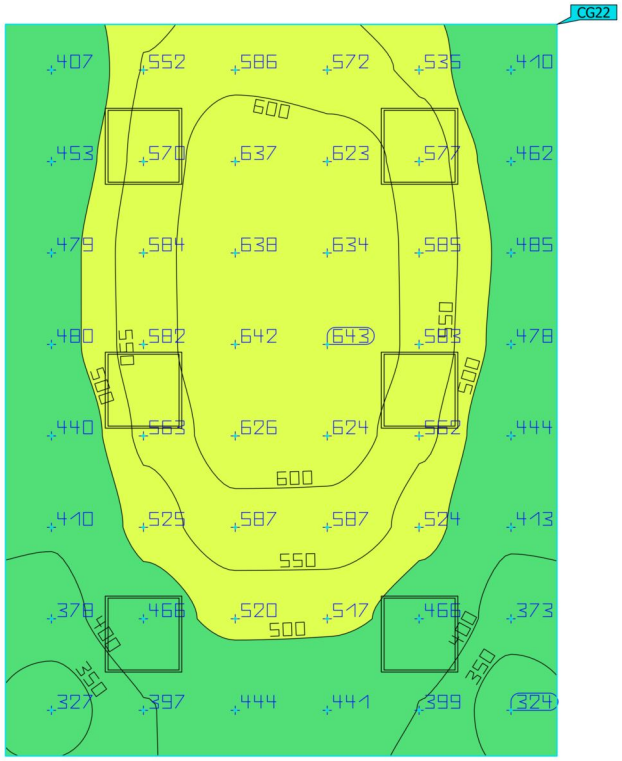
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Entrada (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 54







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 54 Iluminancia perpendicular Altura: 0.000 m	512 lx	324 lx	643 lx	0.63	0.50	CG22

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio
Aparatos Auxiliares

Descripción

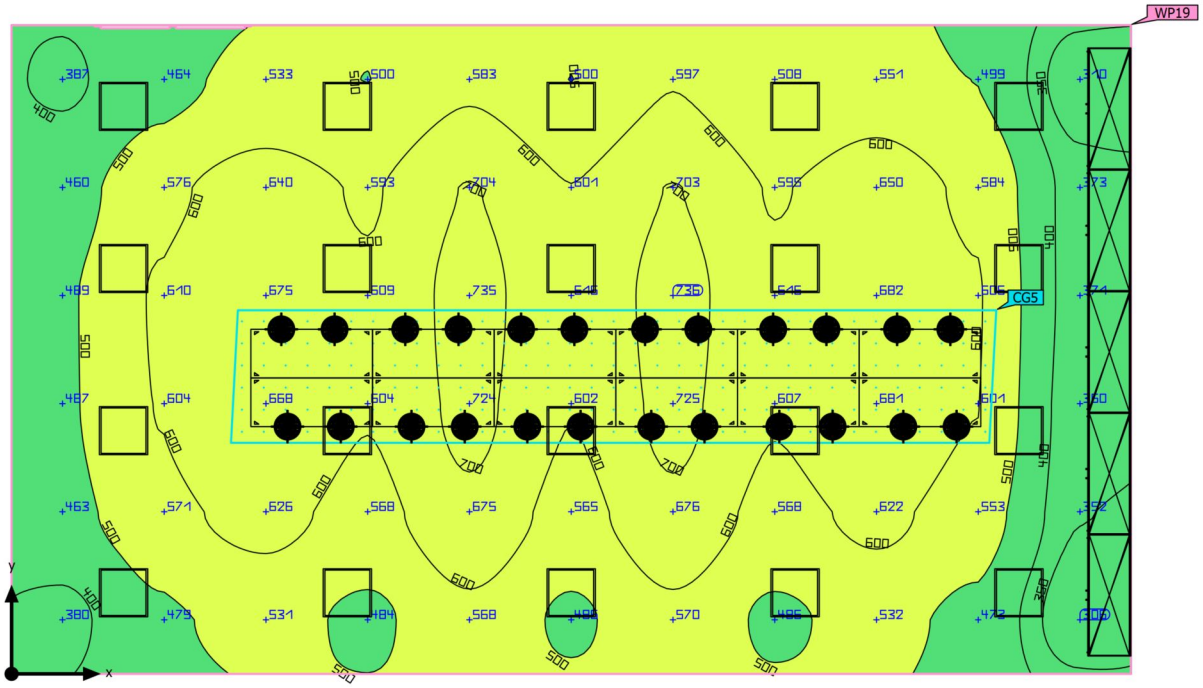
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Aparatos Auxiliares (Escena de luz 1)

Resumen



Base	110.40 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Aparatos Auxiliares (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	558 lx	≥ 500 lx	WP19
	g_1	0.55	≥ 0.60	WP19
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 3900 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.70 W/m²	–	
		1.20 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.000 m x 13.800 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

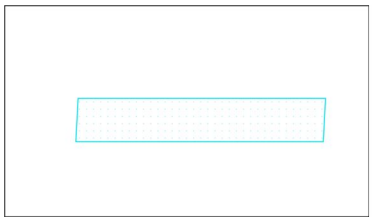
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

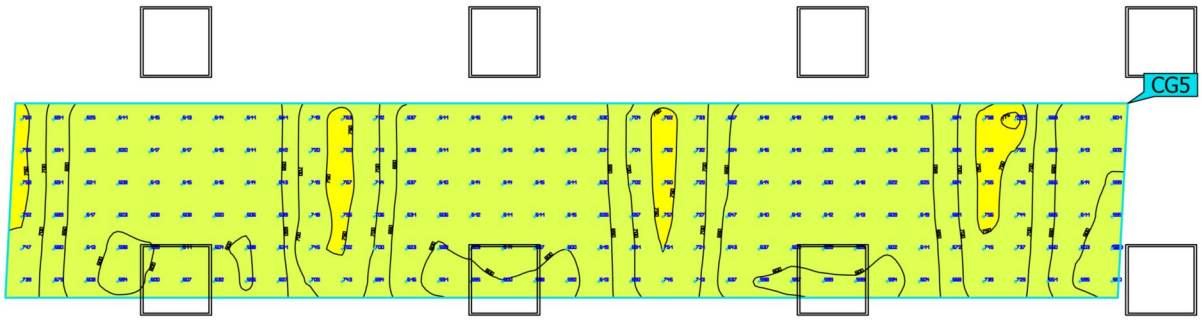
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Aparatos Auxiliares (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 6





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 6 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	651 lx	588 lx	781 lx	0.90	0.75	CG5

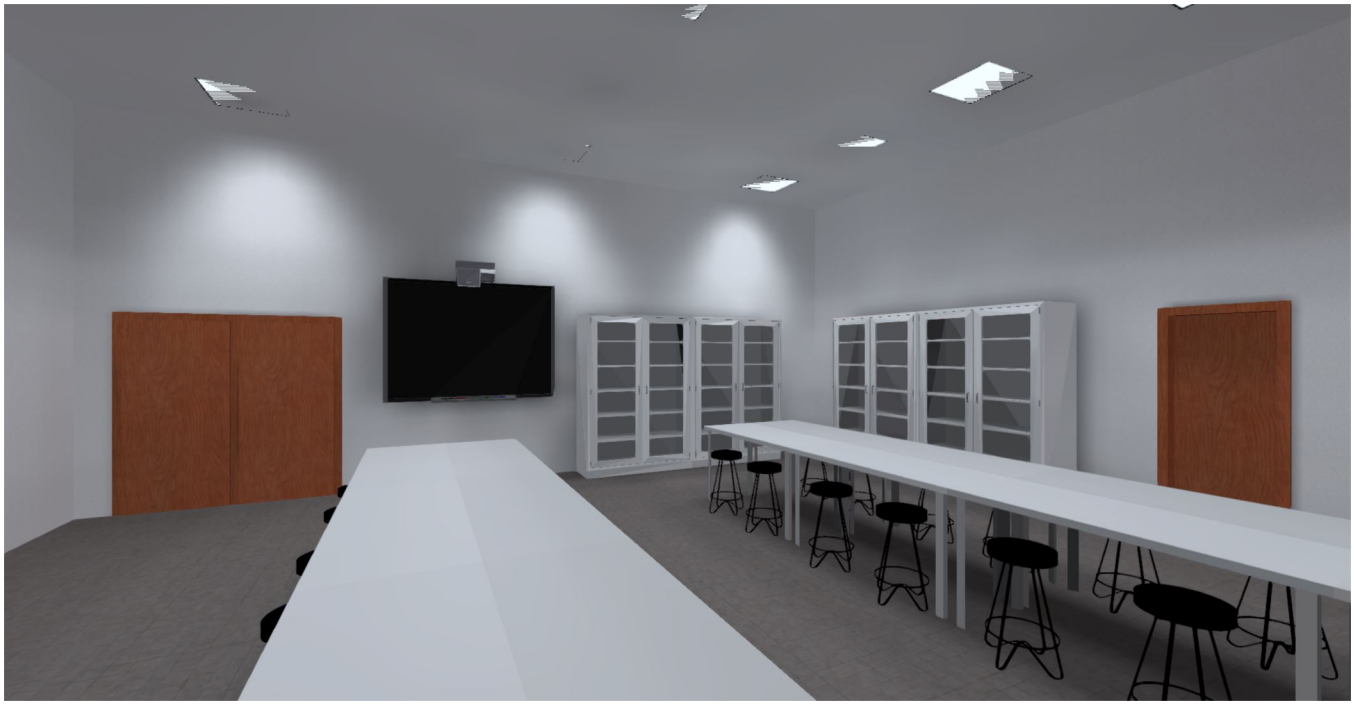
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Física

Descripción

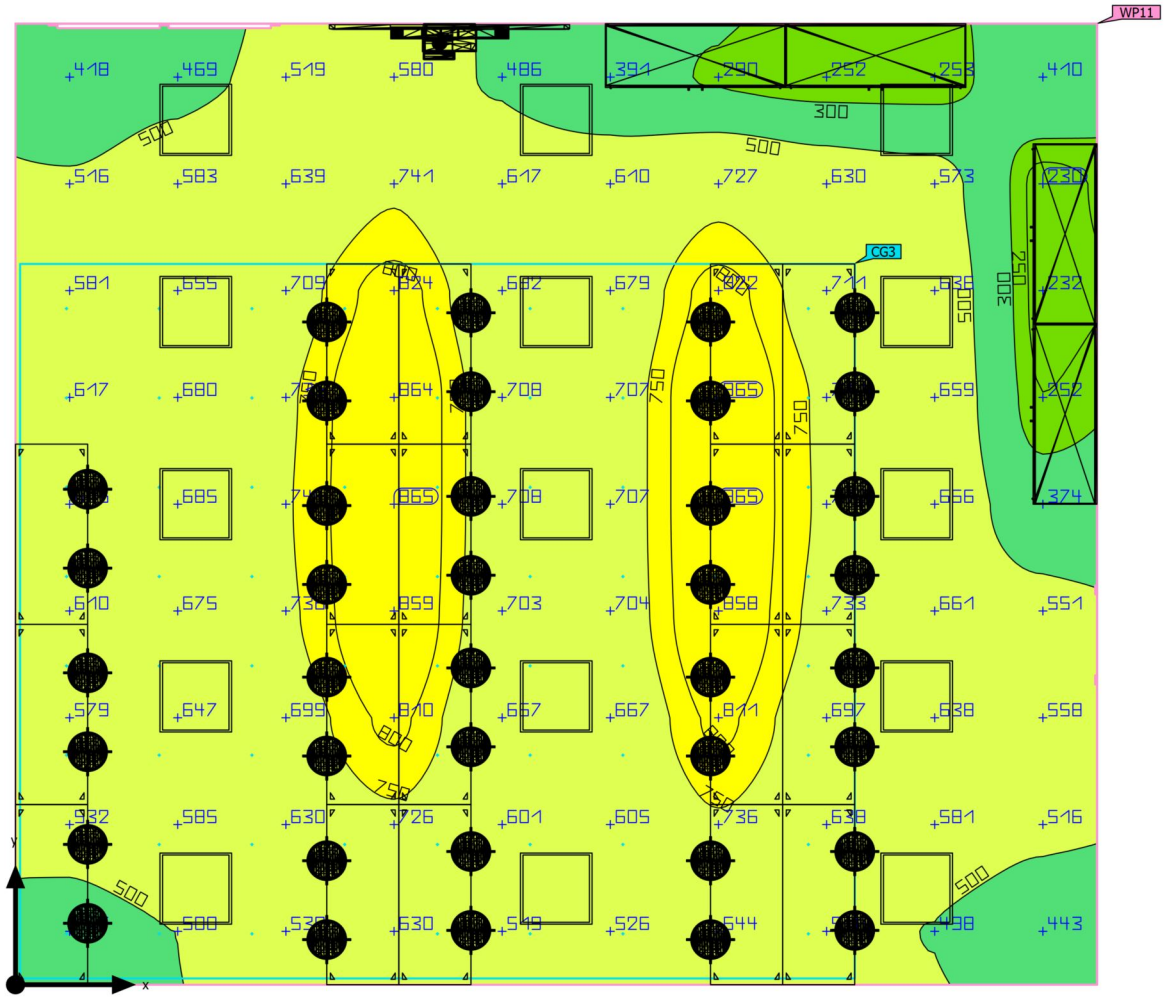
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Física (Escena de luz 1)

Resumen



Base	72.00 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Física (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	618 lx	≥ 500 lx	WP11
	g_1	0.37	≥ 0.60	WP11
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[865.53 - 1373.63] kWh/a	máx. 2550 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.71 W/m²	–	
		1.25 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 9.000 m x 8.000 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

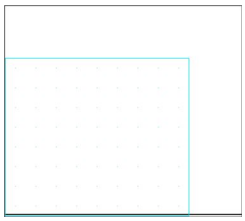
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

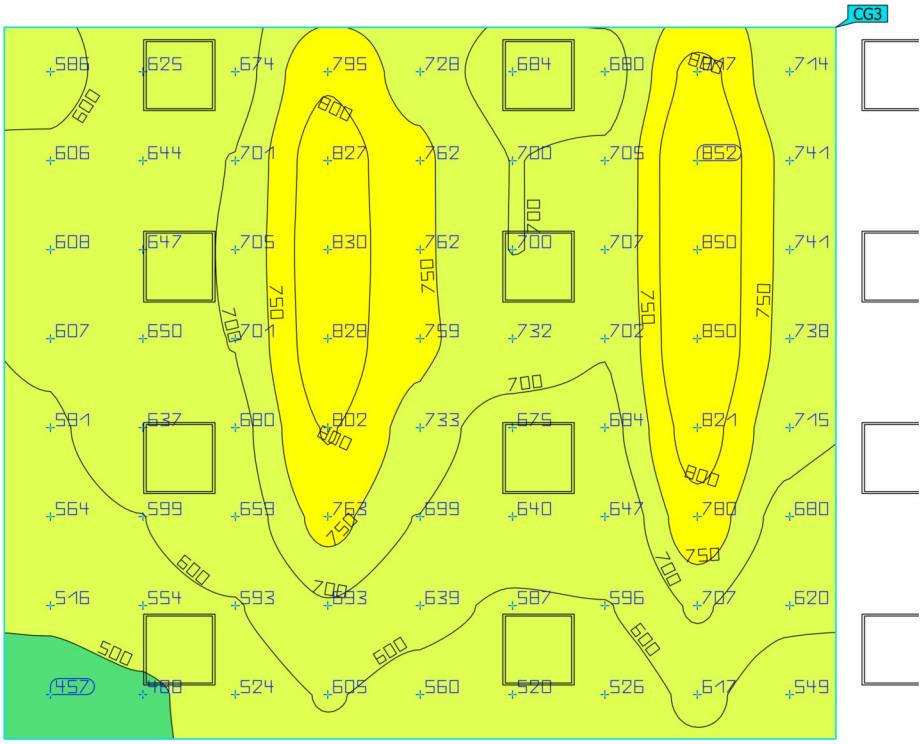
Lista de luminarias

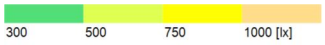
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Física (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 4

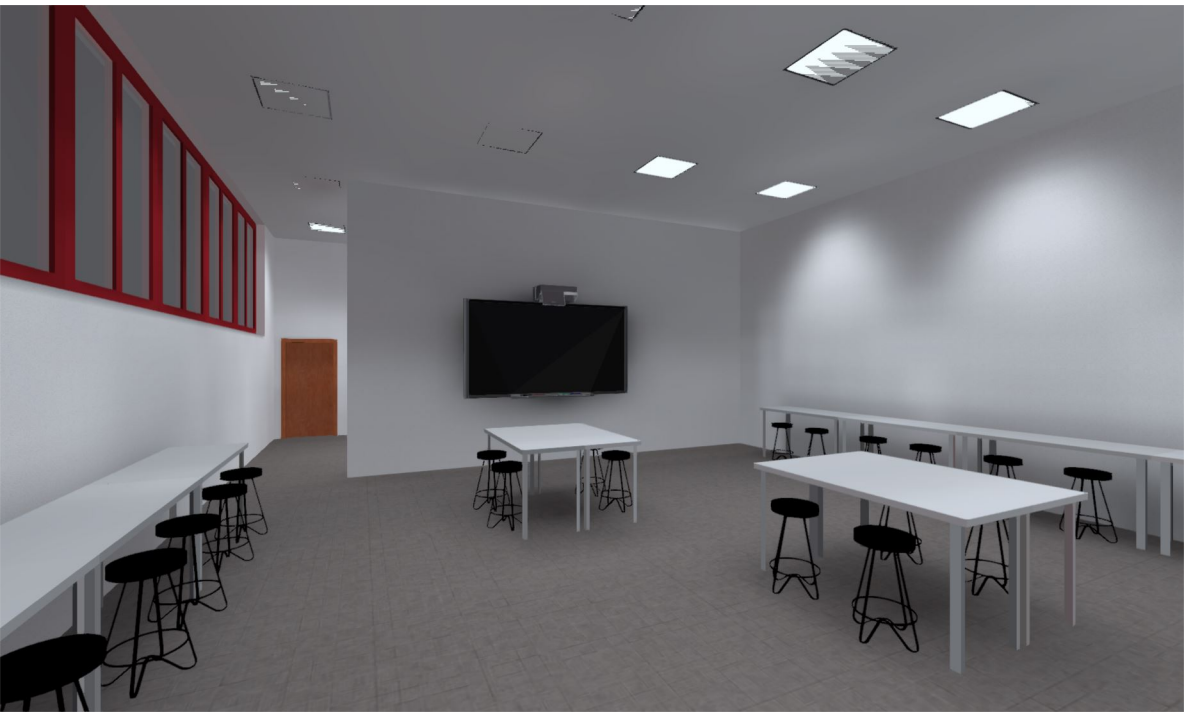






Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 4 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	676 lx	457 lx	852 lx	0.68	0.54	CG3

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio
Materiales

Descripción

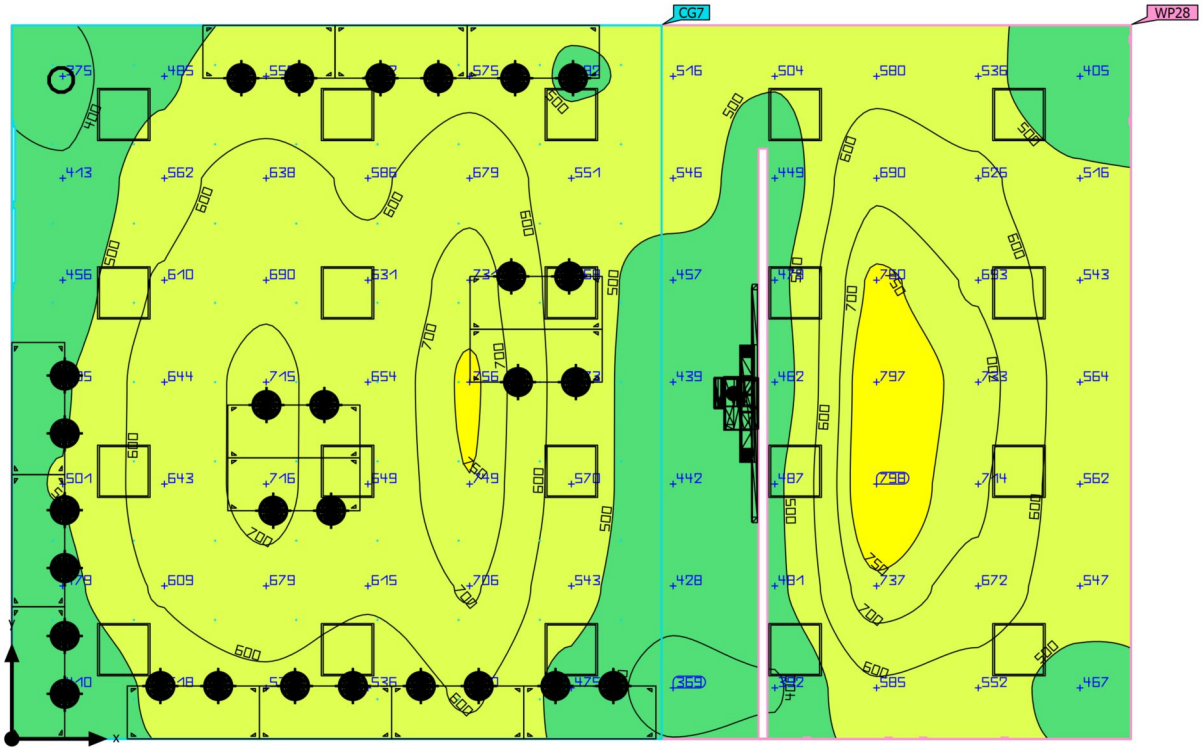
Imágenes

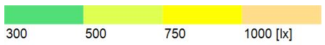




Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Materiales (Escena de luz 1)

Resumen





Base	102.87 m²
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	0.800 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Materiales (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	572 lx	≥ 500 lx	WP28
	g_1	0.65	≥ 0.60	WP28
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 3650 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.19 W/m²	–	
		1.26 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 12.700 m x 8.100 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

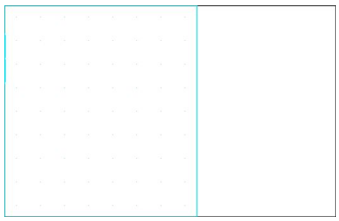
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

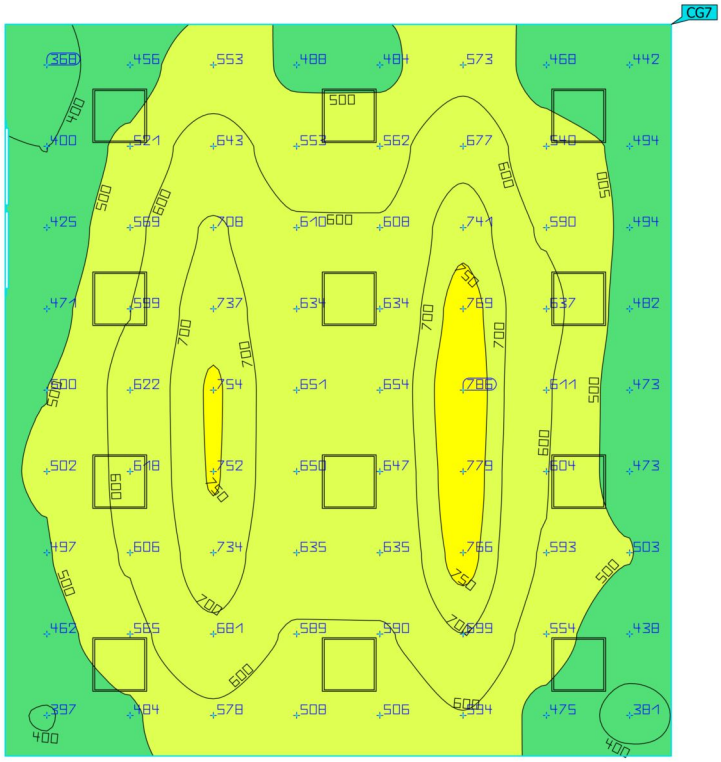
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Materiales (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 9





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 9 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	576 lx	368 lx	786 lx	0.64	0.47	CG7

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Motores

Descripción

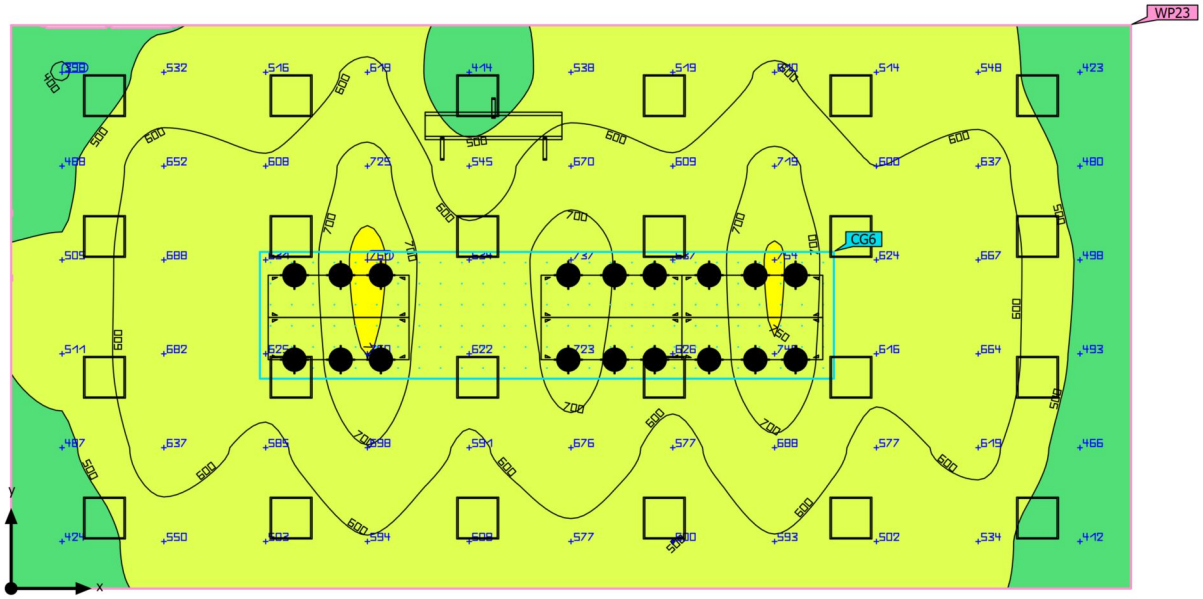
Imágenes

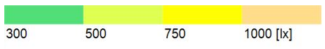




Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Motores (Escena de luz 1)

Resumen





Base	127.20 m²
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	0.800 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Motores (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	589 lx	≥ 500 lx	WP23
	g_1	0.68	≥ 0.60	WP23
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1384.85 - 2197.80] kWh/a	máx. 4500 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.98 W/m²	–	
		1.19 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 15.900 m x 8.000 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

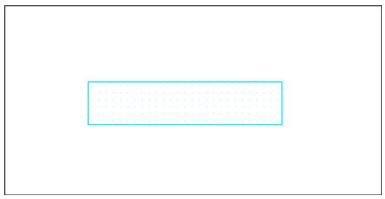
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

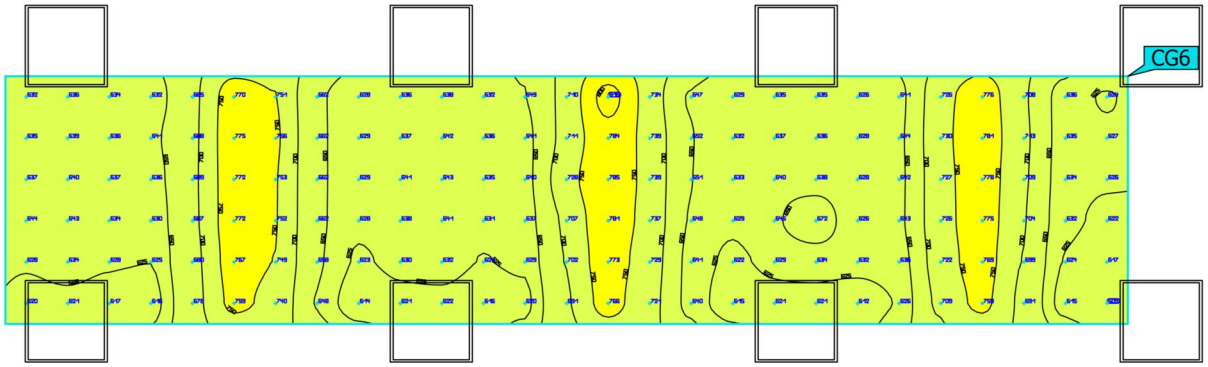
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Motores (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 8





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 8 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	668 lx	609 lx	816 lx	0.91	0.75	CG6

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química

Descripción

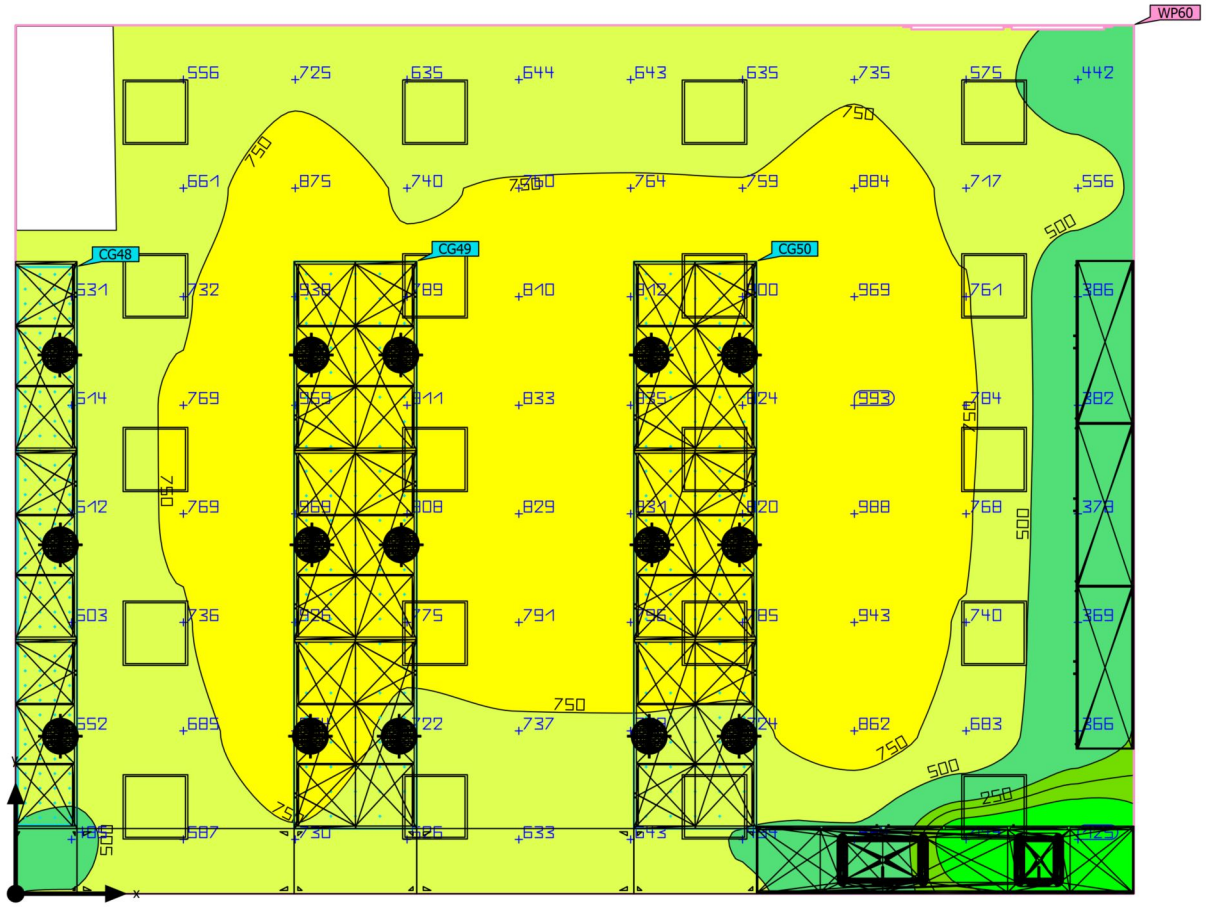
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química (Escena de luz 1)

Resumen



Base	80.67 m²	Altura interior del local	4.000 m
Grado de reflexión	Techo: 52.4 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	4.090 m
		Altura Plano útil	0.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	702 lx	≥ 500 lx	WP60
	g_1	0.18	≥ 0.60	WP60
	Potencia específica de conexión	8.98 W/m²	–	
		1.28 W/m²/100 lx	–	
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG, max}$	18	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 2850 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	9.17 W/m²	–	
		1.31 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 10.300 m x 8.000 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

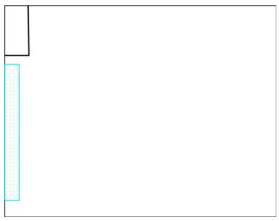
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

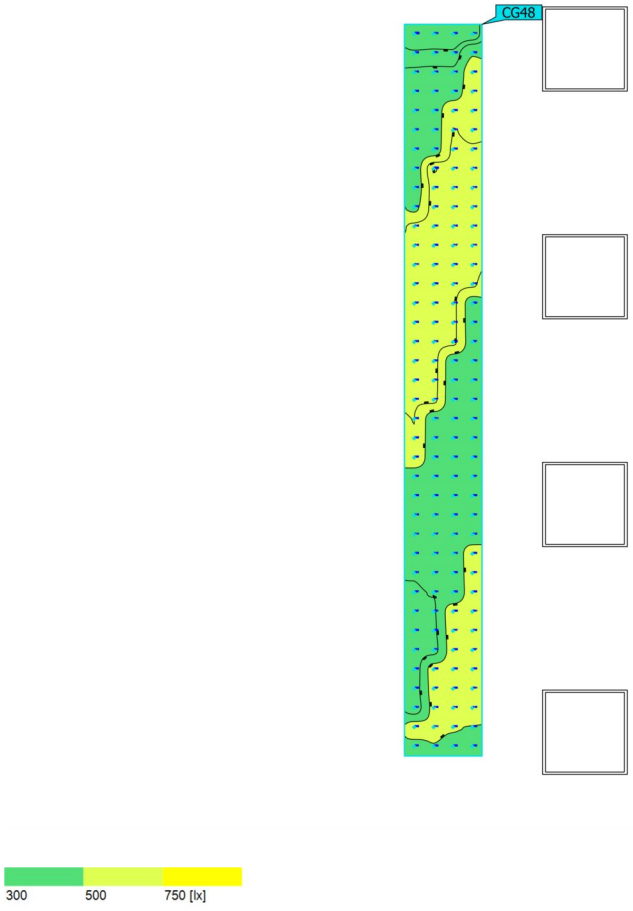
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	18	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 91



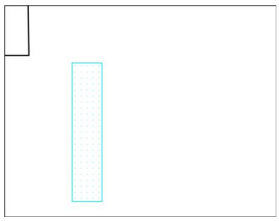


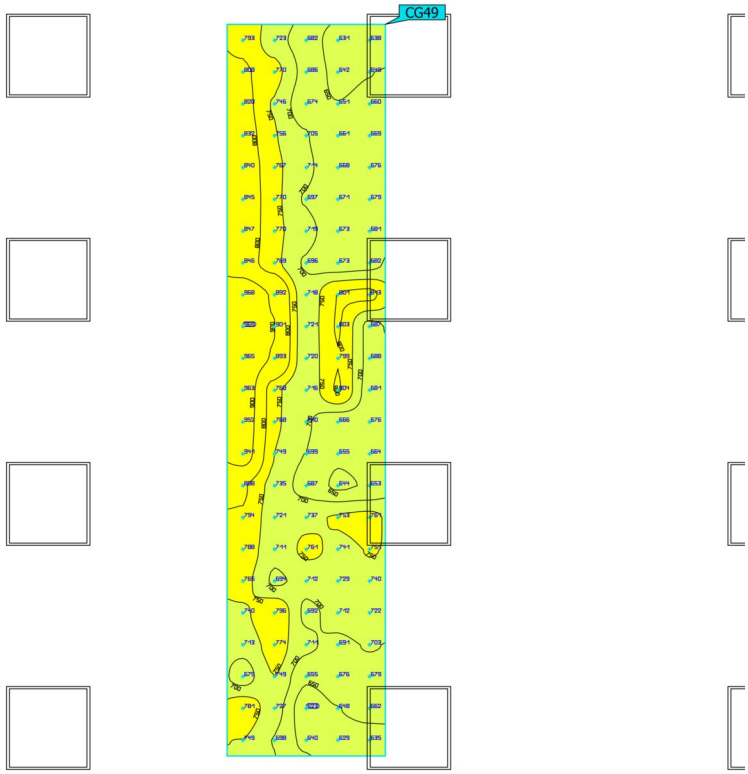
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 91 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	500 lx	306 lx	654 lx	0.61	0.47	CG48

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 92



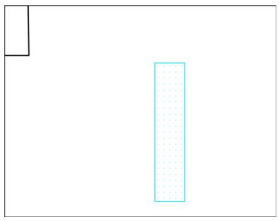


Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 92 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	737 lx	623 lx	969 lx	0.85	0.64	CG49

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Laboratorio Química (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 93





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 93 Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m	691 lx	550 lx	829 lx	0.80	0.66	CG50

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillo planta inferior

Descripción

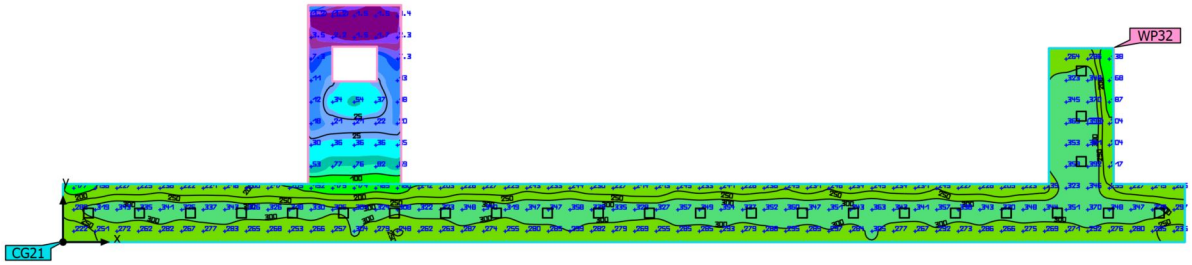
Imágenes

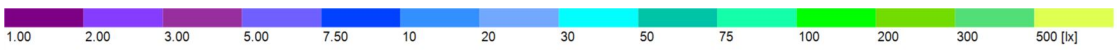




Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillo planta inferior (Escena de luz 1)

Resumen





Base	329.41 m²
Grado de reflexión	Techo: 17.3 %, Paredes: 73.2 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	4.000 m – 4.120 m
Altura de montaje	4.090 m
Altura Plano útil	1.200 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillo planta inferior (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	239 lx	≥ 500 lx	WP32
	g_1	0.005	≥ 0.60	WP32
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[2052.27 - 2289.38] kWh/a	máx. 11550 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	2.81 W/m²	–	
		1.18 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 67.700 m x 14.300 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

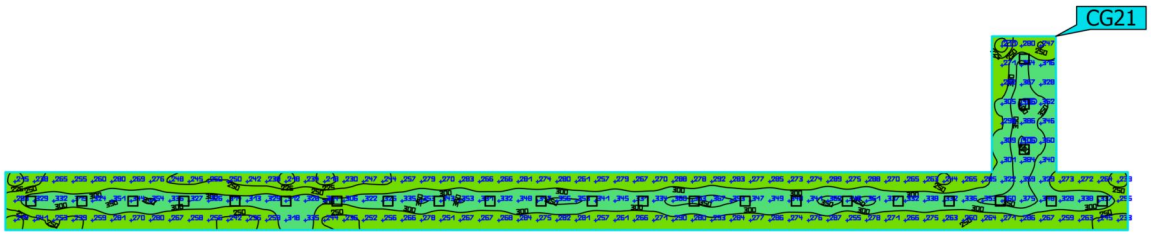
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
25	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillo planta inferior (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 53

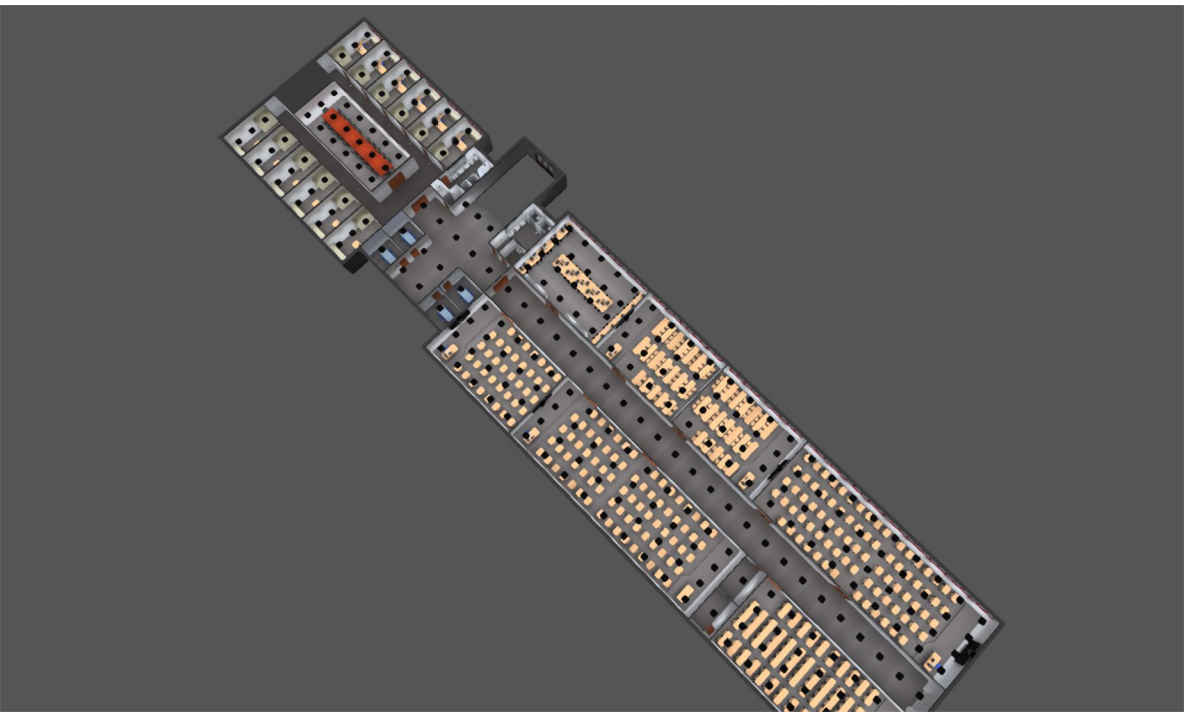






Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 53 Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m	294 lx	211 lx	406 lx	0.72	0.52	CG21

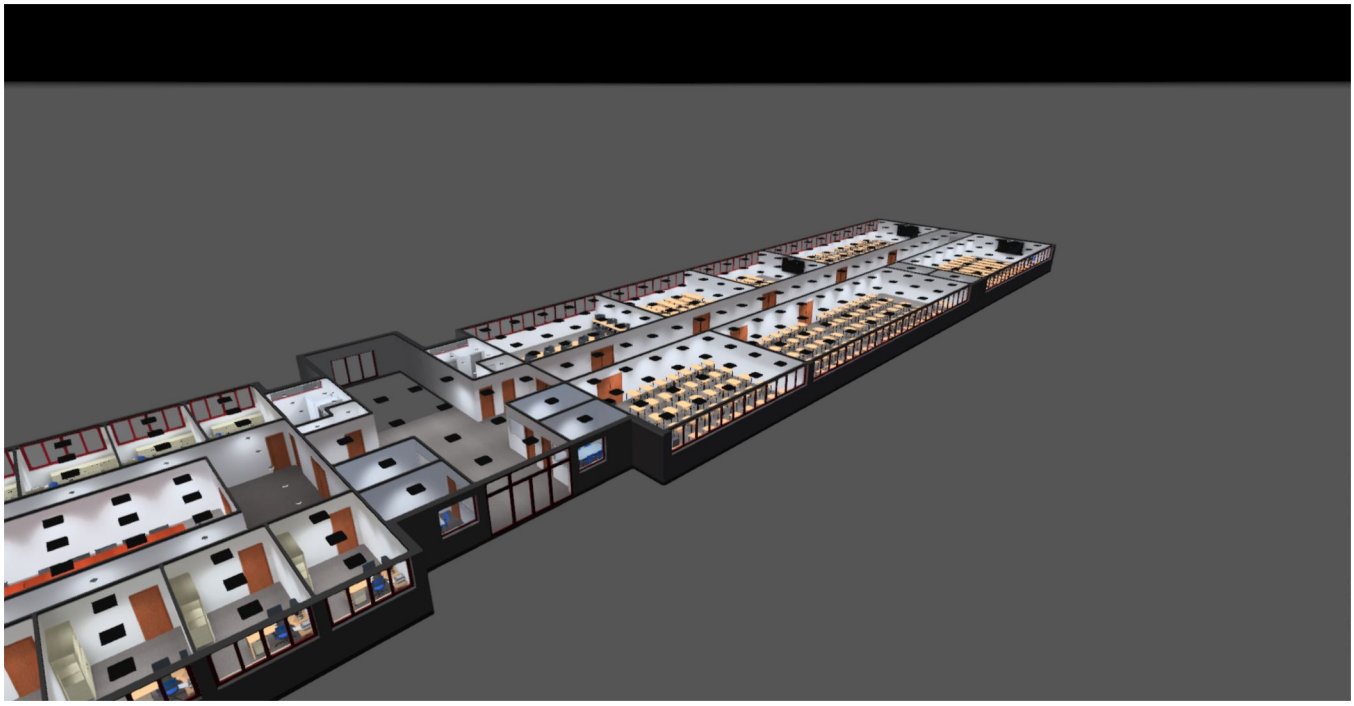
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

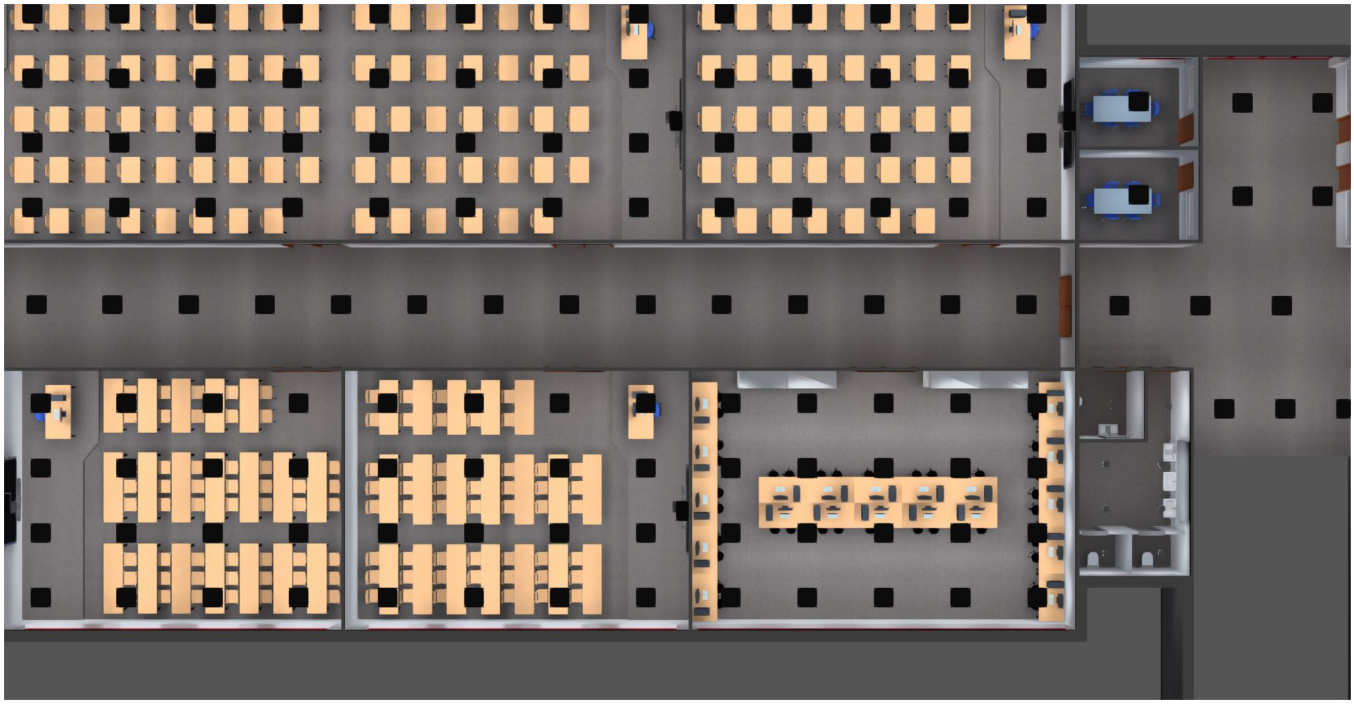


Edificación 1 · Planta (nivel) 2

Descripción

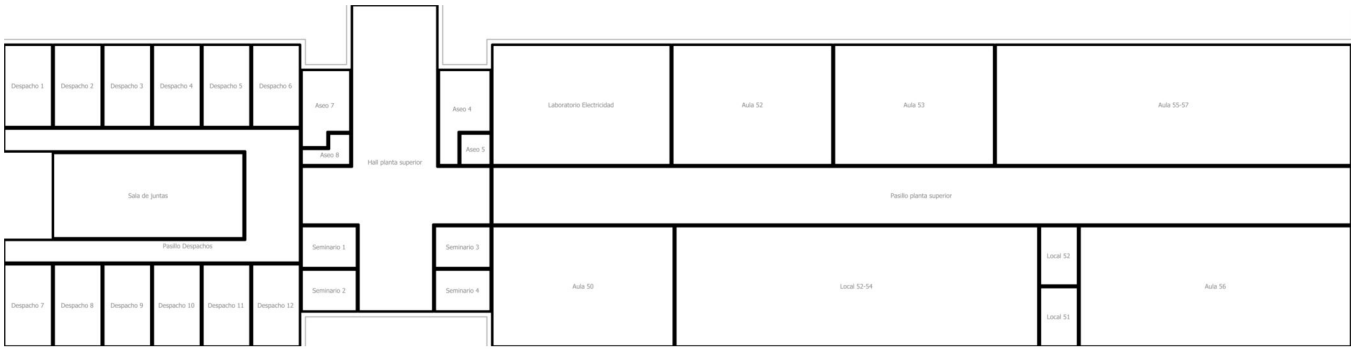
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aseo 4

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
105.0 W	16.68 m²	6.30 W/m² = 1.84 W/m²/100 lx (Local)	341 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
7	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Aseo 5

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
15.0 W	4.15 m²	3.61 W/m² = 1.72 W/m²/100 lx (Local)	210 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Aseo 7

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
90.0 W	14.75 m²	6.10 W/m² = 2.14 W/m²/100 lx (Local)	286 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aseo 8

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
30.0 W	4.82 m²	6.22 W/m² = 2.21 W/m²/100 lx (Local)	282 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Aula 50

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	94.01 m²	7.87 W/m² = 1.07 W/m²/100 lx (Local)	736 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 52

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
592.0 W	82.95 m²	7.14 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Local)	692 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Aula 53

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
592.0 W	82.95 m²	7.14 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Local)	692 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 55-57

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
1332.0 W	184.07 m²	7.24 W/m² = 1.04 W/m²/100 lx (Local)	694 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
36	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Aula 56

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
1036.0 W	140.62 m²	7.37 W/m² = 1.04 W/m²/100 lx (Local)	707 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
28	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Despacho 1

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	477 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 2

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 3

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.36 W/m²/100 lx (Local)	479 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Despacho 4

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 5

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	478 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 6

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Despacho 7

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	475 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 8

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 9

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	477 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Despacho 10

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 11

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	476 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Despacho 12

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
111.0 W	17.01 m²	6.53 W/m² = 1.37 W/m²/100 lx (Local)	475 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Hall planta superior

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
444.0 W	134.42 m²	3.30 W/m² = 1.00 W/m²/100 lx (Local)	329 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
12	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Laboratorio Electricidad

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
740.0 W	92.43 m²	8.01 W/m² = 1.14 W/m²/100 lx (Local)	703 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 51

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	9.75 m²	3.79 W/m² = 1.10 W/m²/100 lx (Local)	346 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 52

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	9.75 m²	3.79 W/m² = 1.09 W/m²/100 lx (Local)	347 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Local 52-54

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
1332.0 W	188.02 m²	7.08 W/m² = 1.05 W/m²/100 lx (Local)	673 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
36	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Pasillo Despachos

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
225.0 W	79.08 m²	2.85 W/m² = 1.53 W/m²/100 lx (Local)	186 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
15	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	15.0 W	1444 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Pasillo planta superior

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
888.0 W	213.94 m²	4.15 W/m² = 1.01 W/m²/100 lx (Local)	409 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Sala de juntas

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
666.0 W	70.00 m²	9.51 W/m² = 1.09 W/m²/100 lx (Local)	872 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
18	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Seminario 1

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	9.99 m²	3.70 W/m² = 1.14 W/m²/100 lx (Local)	324 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Seminario 2

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	9.98 m²	3.71 W/m² = 1.19 W/m²/100 lx (Local)	311 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Seminario 3

P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	10.08 m²	3.67 W/m² = 1.13 W/m²/100 lx (Local)	326 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

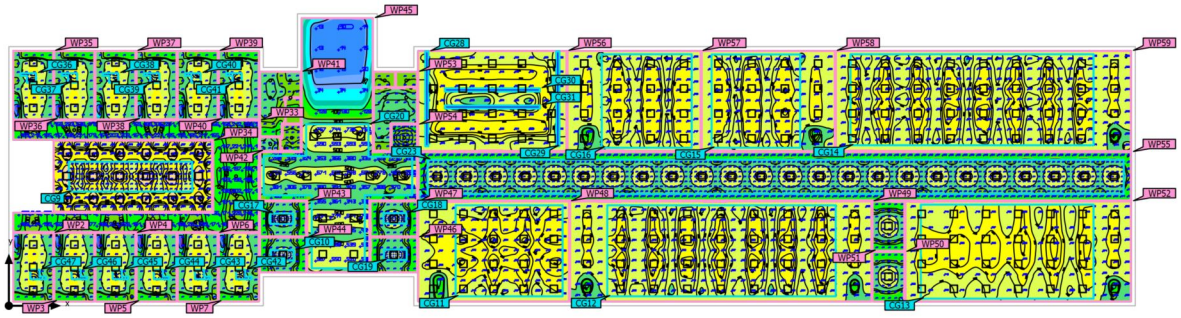
Seminario 4

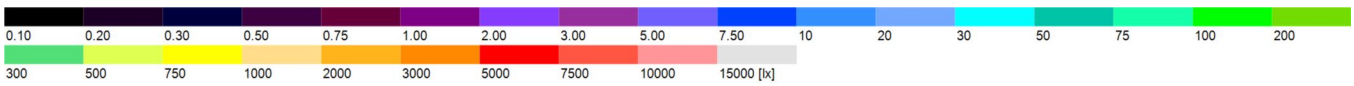
P_{total}	A_{Local}	Potencia específica de conexión	$\bar{E}_{perpendicular\ (Plano\ útil)}$
37.0 W	10.08 m²	3.67 W/m² = 1.20 W/m²/100 lx (Local)	306 lx

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	37.0 W	3990 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1 (Nominal)	g_2	Índice
Plano útil (Despacho 7) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	475 lx (≥ 500 lx)	7.04 lx	852 lx	0.015 (≥ 0.60)	0.008	WP2
Plano útil (Despacho 8) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	5.78 lx	853 lx	0.012 (≥ 0.60)	0.007	WP3
Plano útil (Despacho 9) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	477 lx (≥ 500 lx)	1.37 lx	858 lx	0.003 (≥ 0.60)	0.002	WP4
Plano útil (Despacho 10) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	3.94 lx	857 lx	0.008 (≥ 0.60)	0.005	WP5
Plano útil (Despacho 11) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	0.49 lx	859 lx	0.001 (≥ 0.60)	0.001	WP6
Plano útil (Despacho 12) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	475 lx (≥ 500 lx)	6.90 lx	852 lx	0.015 (≥ 0.60)	0.008	WP7
Plano útil (Pasillo Despachos) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	186 lx (≥ 500 lx)	106 lx	247 lx	0.57 (≥ 0.60)	0.43	WP33
Plano útil (Sala de juntas) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	872 lx (≥ 500 lx)	638 lx	1229 lx	0.73 (≥ 0.60)	0.52	WP34
Plano útil (Despacho 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	477 lx (≥ 500 lx)	2.70 lx	855 lx	0.006 (≥ 0.60)	0.003	WP35
Plano útil (Despacho 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	2.52 lx	854 lx	0.005 (≥ 0.60)	0.003	WP36
Plano útil (Despacho 3) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	479 lx (≥ 500 lx)	7.08 lx	860 lx	0.015 (≥ 0.60)	0.008	WP37

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Despacho 4) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	16.8 lx	851 lx	0.035 (≥ 0.60)	0.020	WP38
Plano útil (Despacho 5) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	478 lx (≥ 500 lx)	5.80 lx	855 lx	0.012 (≥ 0.60)	0.007	WP39
Plano útil (Despacho 6) Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m, Zona marginal: 0.000 m	476 lx (≥ 500 lx)	8.75 lx	853 lx	0.018 (≥ 0.60)	0.010	WP40
Plano útil (Aseo 7) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	286 lx (≥ 500 lx)	139 lx	436 lx	0.49 (≥ 0.60)	0.32	WP41
Plano útil (Aseo 8) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	282 lx (≥ 500 lx)	167 lx	398 lx	0.59 (≥ 0.60)	0.42	WP42
Plano útil (Seminario 1) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	324 lx (≥ 500 lx)	118 lx	682 lx	0.36 (≥ 0.60)	0.17	WP43
Plano útil (Seminario 2) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	311 lx (≥ 500 lx)	101 lx	665 lx	0.32 (≥ 0.60)	0.15	WP44
Plano útil (Hall planta superior) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	329 lx (≥ 500 lx)	10.4 lx	1072 lx	0.032 (≥ 0.60)	0.010	WP45
Plano útil (Seminario 4) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	306 lx (≥ 500 lx)	104 lx	667 lx	0.34 (≥ 0.60)	0.16	WP46
Plano útil (Seminario 3) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	326 lx (≥ 500 lx)	111 lx	679 lx	0.34 (≥ 0.60)	0.16	WP47
Plano útil (Aula 50) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	736 lx (≥ 500 lx)	73.3 lx	899 lx	0.100 (≥ 0.60)	0.082	WP48
Plano útil (Local 52-54) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	673 lx (≥ 500 lx)	51.5 lx	900 lx	0.077 (≥ 0.60)	0.057	WP49

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Plano útil (Local 51) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	346 lx (≥ 500 lx)	93.5 lx	688 lx	0.27 (≥ 0.60)	0.14	WP50
Plano útil (Local 52) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	347 lx (≥ 500 lx)	121 lx	688 lx	0.35 (≥ 0.60)	0.18	WP51
Plano útil (Aula 56) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	707 lx (≥ 500 lx)	50.7 lx	916 lx	0.072 (≥ 0.60)	0.055	WP52
Plano útil (Aseo 4) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	341 lx (≥ 500 lx)	230 lx	455 lx	0.67 (≥ 0.60)	0.51	WP53
Plano útil (Aseo 5) Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	210 lx (≥ 500 lx)	147 lx	265 lx	0.70 (≥ 0.60)	0.55	WP54
Plano útil (Pasillo planta superior) Iluminancia perpendicular Altura: 1.200 m, Zona marginal: 0.000 m	409 lx (≥ 500 lx)	70.3 lx	1081 lx	0.17 (≥ 0.60)	0.065	WP55
Plano útil (Laboratorio Electricidad) Iluminancia perpendicular Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	703 lx (≥ 500 lx)	412 lx	841 lx	0.59 (≥ 0.60)	0.49	WP56
Plano útil (Aula 52) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	692 lx (≥ 500 lx)	86.2 lx	884 lx	0.12 (≥ 0.60)	0.098	WP57
Plano útil (Aula 53) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	692 lx (≥ 500 lx)	168 lx	871 lx	0.24 (≥ 0.60)	0.19	WP58
Plano útil (Aula 55-57) Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m, Zona marginal: 0.000 m	694 lx (≥ 500 lx)	73.9 lx	905 lx	0.11 (≥ 0.60)	0.082	WP59

Superficie de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 12 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	840 lx	519 lx	1238 lx	0.62	0.42	CG9

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 26 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	559 lx	431 lx	652 lx	0.77	0.66	CG10
Superficie de cálculo 29 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	790 lx	655 lx	914 lx	0.83	0.72	CG11
Superficie de cálculo 30 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	701 lx	454 lx	899 lx	0.65	0.51	CG12
Superficie de cálculo 31 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	753 lx	585 lx	871 lx	0.78	0.67	CG13
Superficie de cálculo 32 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	716 lx	467 lx	900 lx	0.65	0.52	CG14
Superficie de cálculo 33 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	733 lx	487 lx	919 lx	0.66	0.53	CG15
Superficie de cálculo 34 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	729 lx	495 lx	902 lx	0.68	0.55	CG16
Superficie de cálculo 48 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	573 lx	429 lx	663 lx	0.75	0.65	CG17
Superficie de cálculo 49 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	571 lx	430 lx	659 lx	0.75	0.65	CG18
Superficie de cálculo 50 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	556 lx	405 lx	649 lx	0.73	0.62	CG19
Superficie de cálculo 52 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	506 lx	212 lx	787 lx	0.42	0.27	CG20
Superficie de cálculo 55 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	490 lx	231 lx	841 lx	0.47	0.27	CG23

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 64 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	674 lx	484 lx	768 lx	0.72	0.63	CG28
Superficie de cálculo 65 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	676 lx	452 lx	775 lx	0.67	0.58	CG29
Superficie de cálculo 66 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	735 lx	604 lx	830 lx	0.82	0.73	CG30
Superficie de cálculo 68 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	755 lx	562 lx	851 lx	0.74	0.66	CG31
Superficie de cálculo 79 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	675 lx	585 lx	761 lx	0.87	0.77	CG36
Superficie de cálculo 80 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	742 lx	489 lx	869 lx	0.66	0.56	CG37
Superficie de cálculo 81 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	694 lx	585 lx	761 lx	0.84	0.77	CG38
Superficie de cálculo 82 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	667 lx	489 lx	761 lx	0.73	0.64	CG39
Superficie de cálculo 83 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	667 lx	489 lx	867 lx	0.73	0.56	CG40
Superficie de cálculo 84 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	695 lx	490 lx	805 lx	0.71	0.61	CG41
Superficie de cálculo 85 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	676 lx	489 lx	761 lx	0.72	0.64	CG42
Superficie de cálculo 86 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	704 lx	585 lx	868 lx	0.83	0.67	CG43

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Superficie de cálculo 87 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	741 lx	489 lx	867 lx	0.66	0.56	CG44
Superficie de cálculo 88 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	695 lx	489 lx	868 lx	0.70	0.56	CG45
Superficie de cálculo 89 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	741 lx	489 lx	866 lx	0.66	0.56	CG46
Superficie de cálculo 90 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	760 lx	586 lx	868 lx	0.77	0.68	CG47



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 4

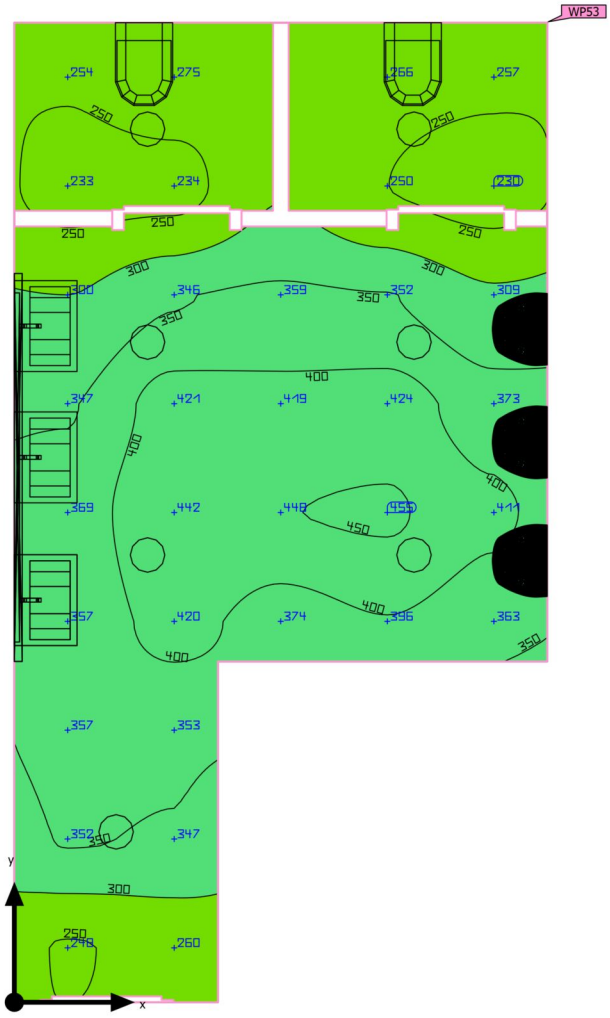
Descripción

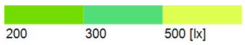
Imágenes



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 4 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	16.68 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 79.0 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.580 m
		Altura Plano útil	1.000 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 4 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	341 lx	≥ 500 lx	WP53
	g_1	0.67	≥ 0.60	WP53
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	21	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[163.75 - 259.88] kWh/a	máx. 600 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.30 W/m²	–	
		1.84 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 3.400 m x 6.250 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo		R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
7	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco		21	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
					–	15.0 W	1444 lm (100 %)	-

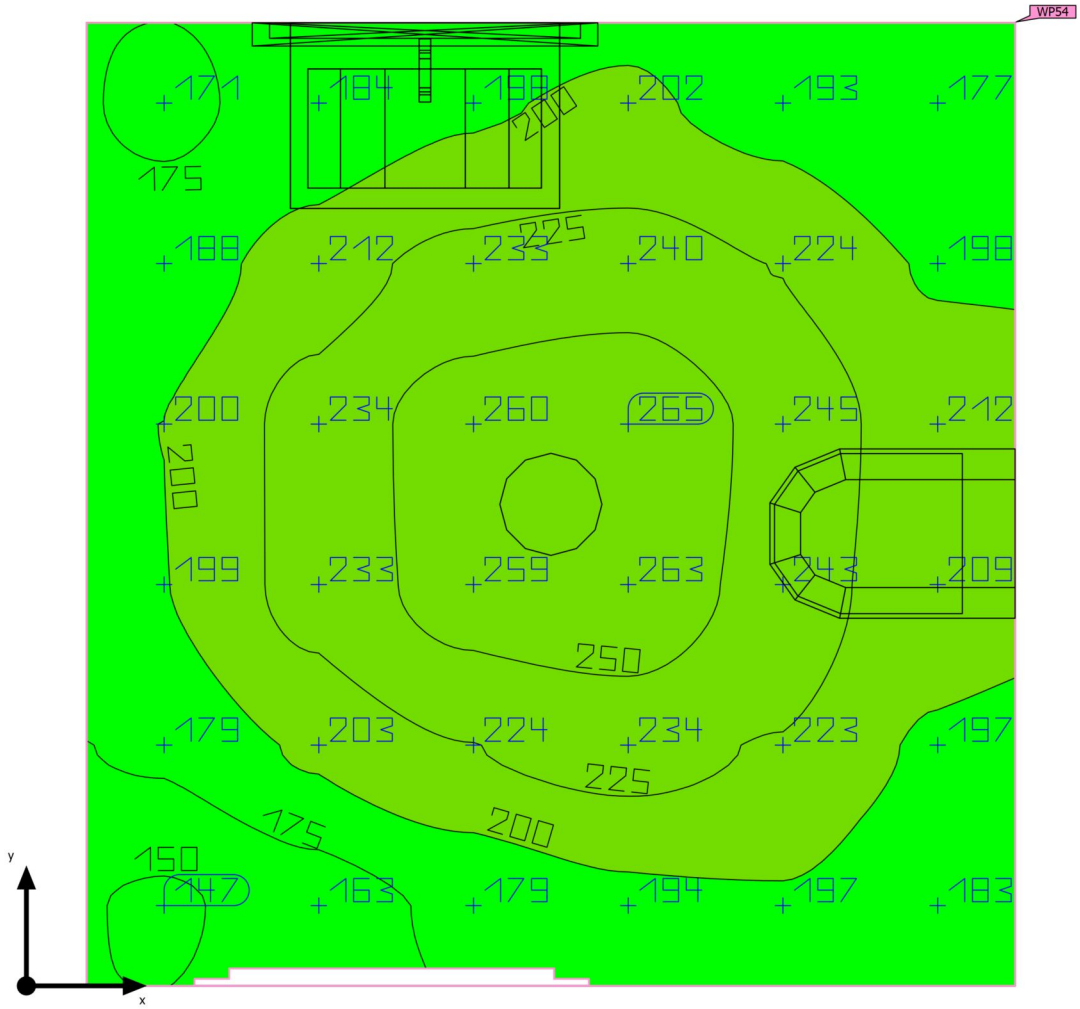


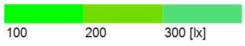
Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 5

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 5 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	4.15 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.580 m
Altura Plano útil	1.000 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 5 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	210 lx	≥ 500 lx	WP54
	g_1	0.70	≥ 0.60	WP54
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	19	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	37.1 kWh/a	máx. 150 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	3.61 W/m²	–	
		1.72 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 2.075 m x 2.000 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	19	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 7

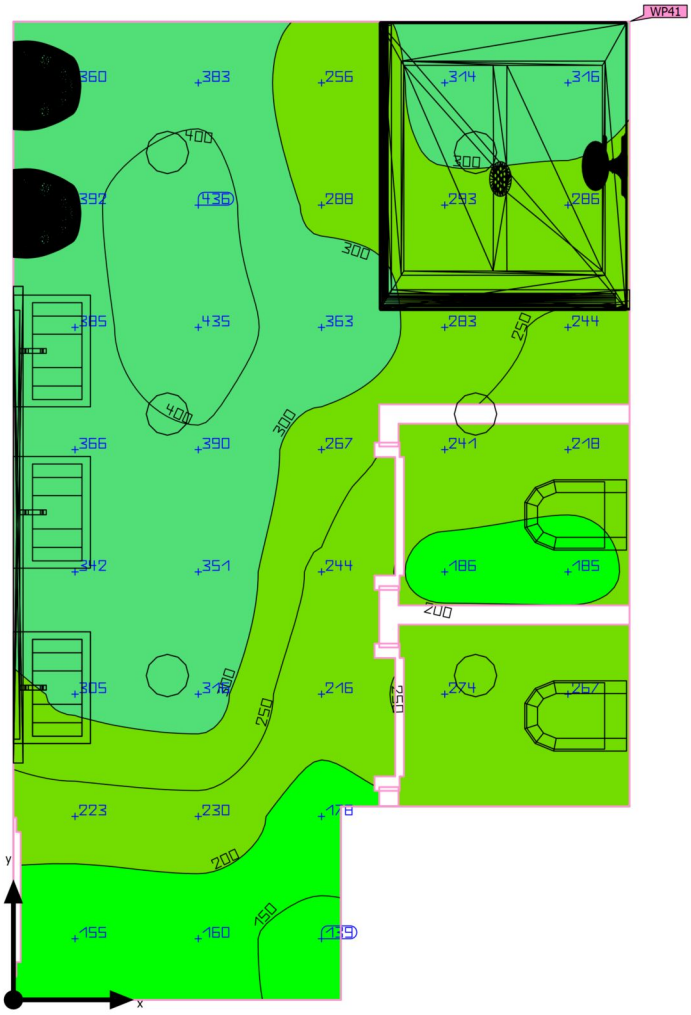
Descripción

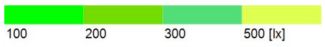
Imágenes



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 7 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	14.75 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 78.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.580 m
Altura Plano útil	1.000 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 7 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	286 lx	≥ 500 lx	WP41
	g_1	0.49	≥ 0.60	WP41
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	21	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[140.36 - 222.75] kWh/a	máx. 550 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.10 W/m²	–	
		2.14 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 3.200 m x 5.080 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo		R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco		21	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
					–	15.0 W	1444 lm (100 %)	-

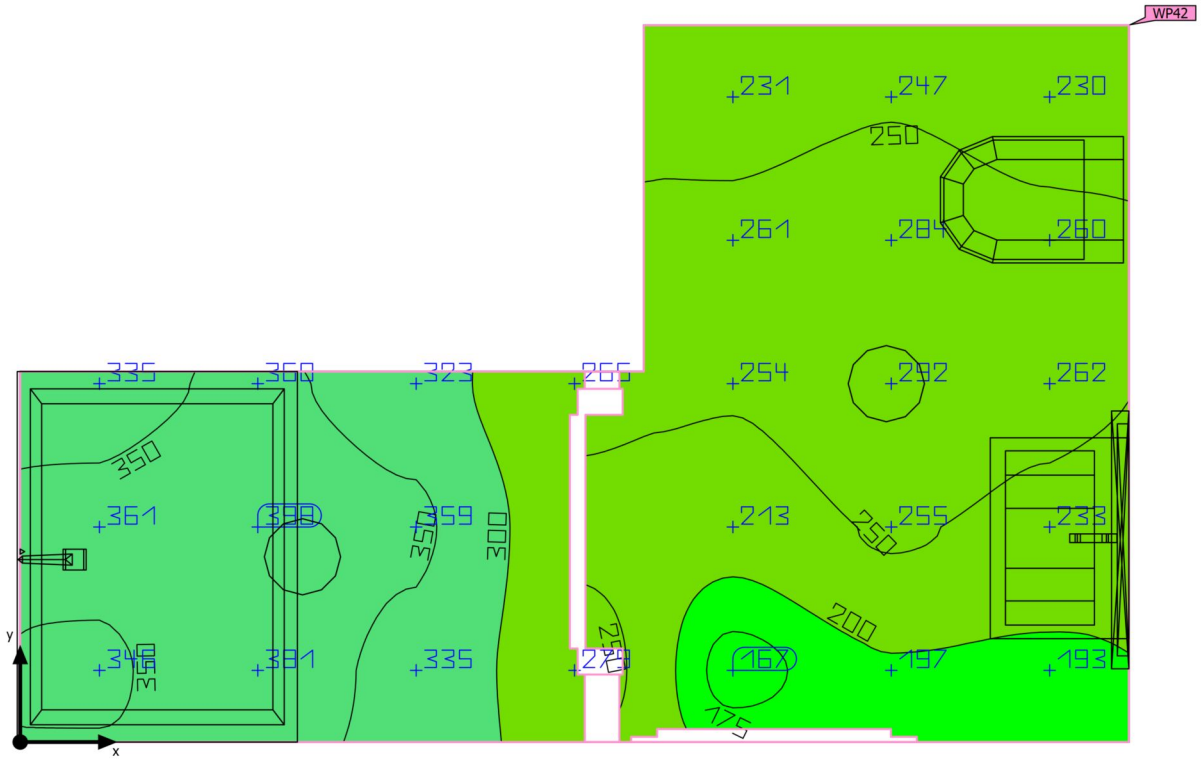


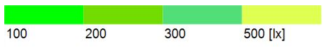
Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 8

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 8 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	4.82 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 84.8 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.580 m
Altura Plano útil	1.000 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aseo 8 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	282 lx	≥ 500 lx	WP42
	g_1	0.59	≥ 0.60	WP42
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	19	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	74.3 kWh/a	máx. 200 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.22 W/m²	–	
		2.21 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 3.200 m x 2.070 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	19	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
1	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	19	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W
				–	15.0 W	1444 lm (100 %)	-

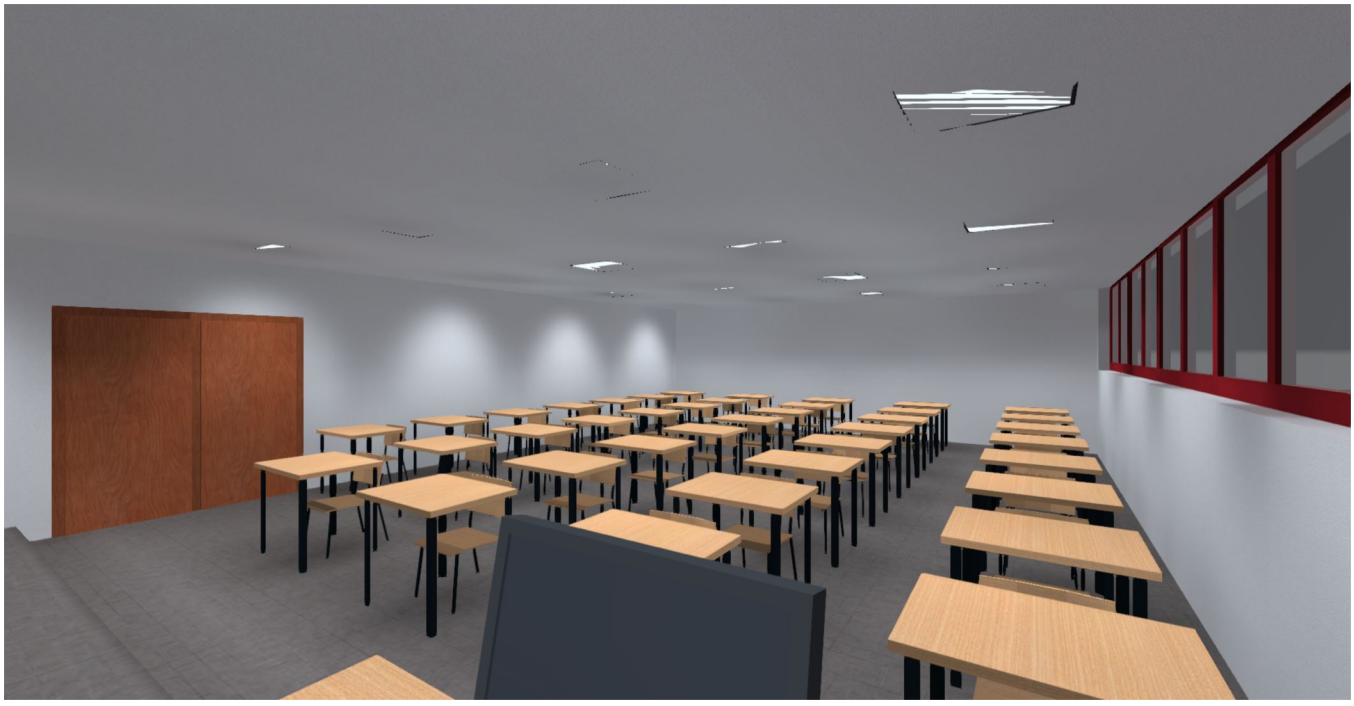


Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 50

Descripción

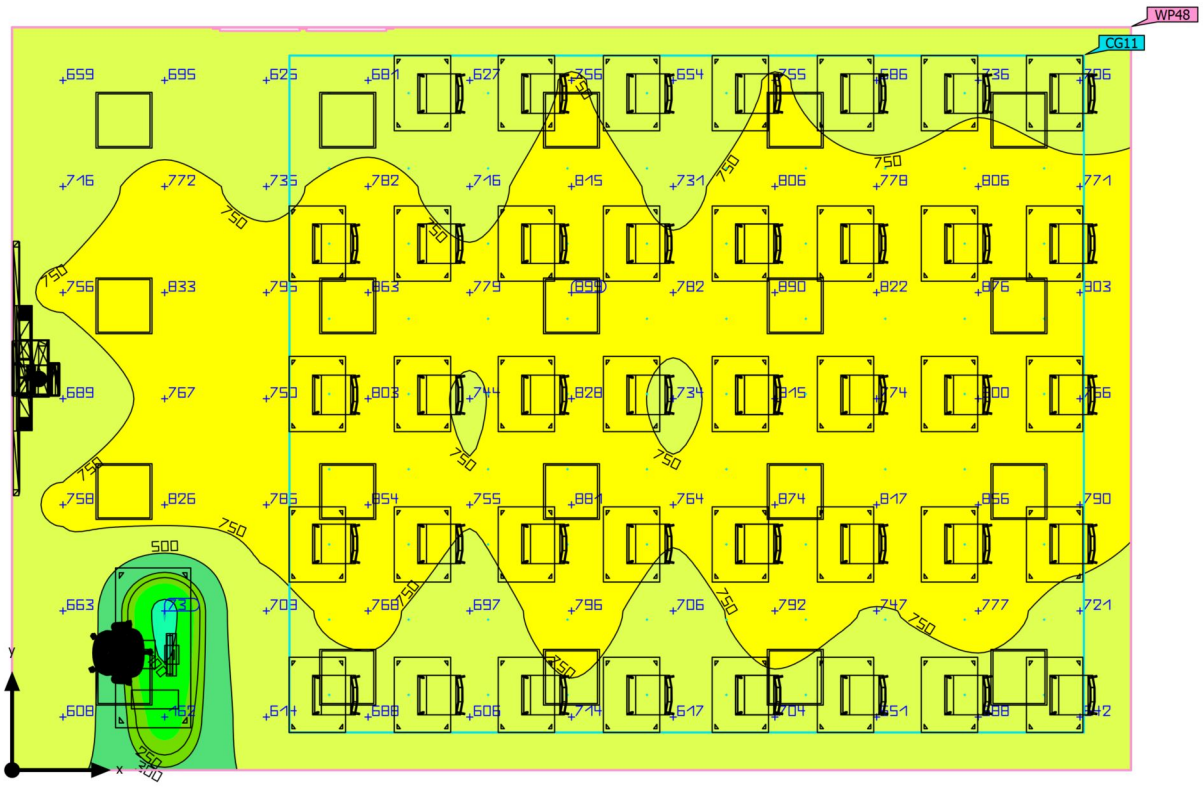
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 50 (Escena de luz 1)

Resumen



Base	94.01 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.670 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 50 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	736 lx	≥ 500 lx	WP48
	g_1	0.100	≥ 0.60	WP48
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 3300 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.87 W/m²	–	
		1.07 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 11.900 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

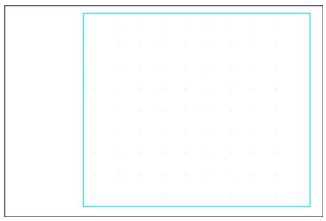
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

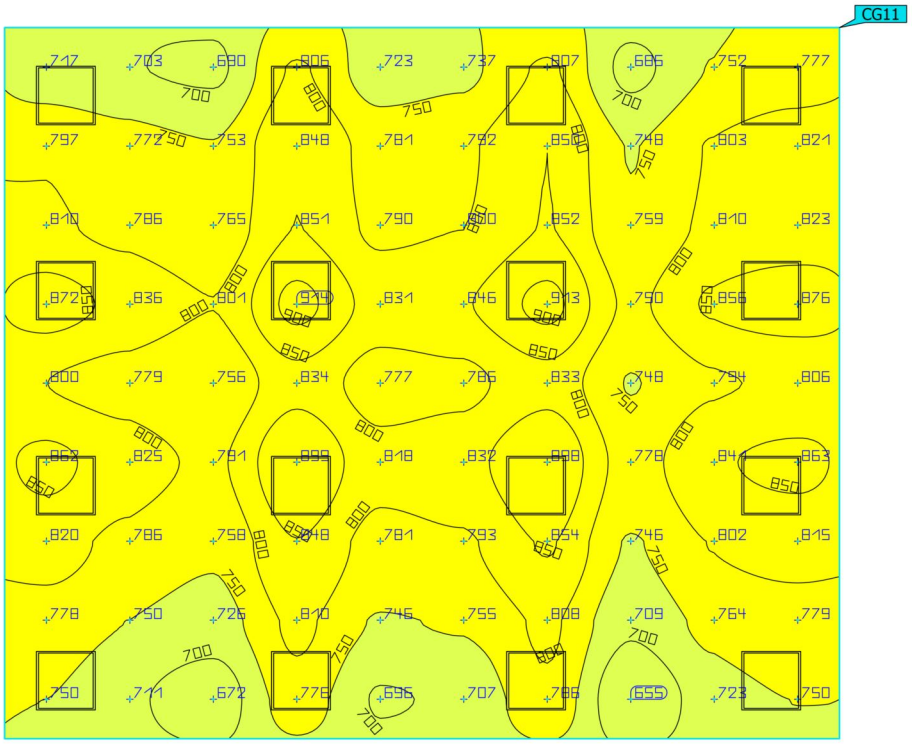
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 50 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 29





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 29 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	790 lx	655 lx	914 lx	0.83	0.72	CG11

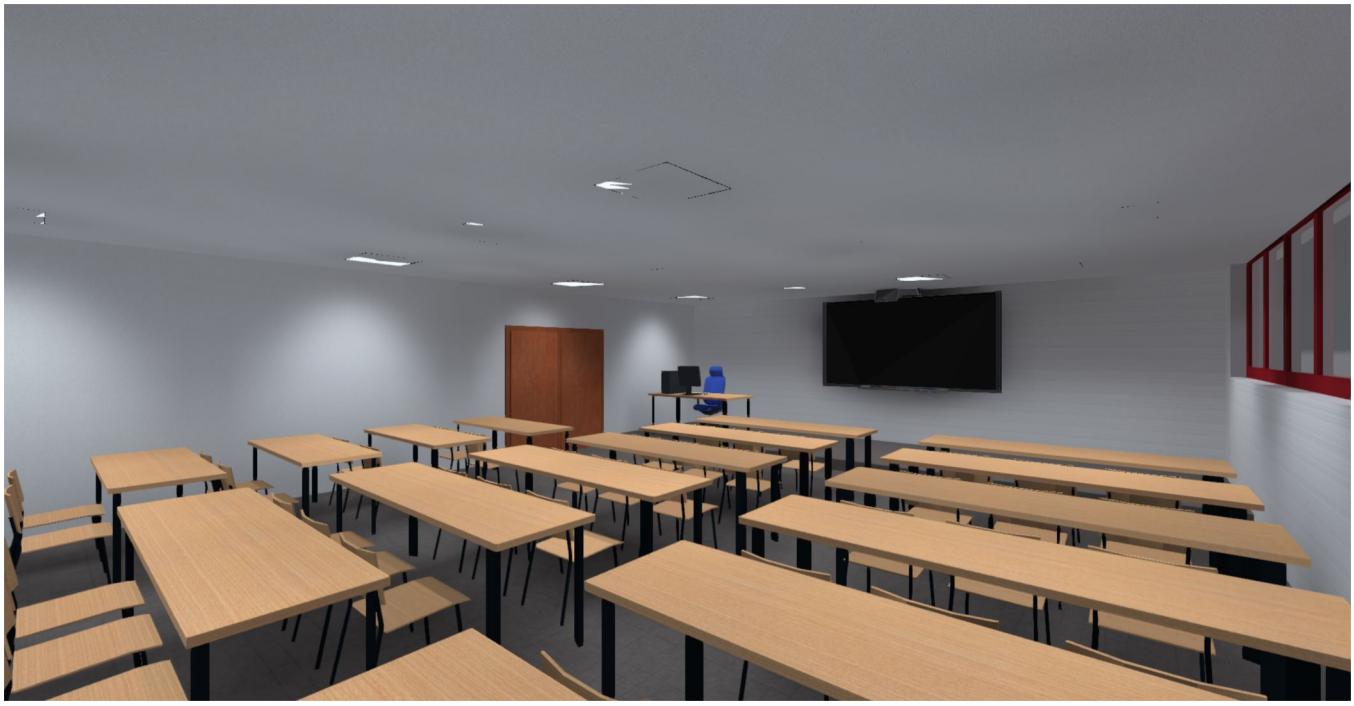
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 52

Descripción

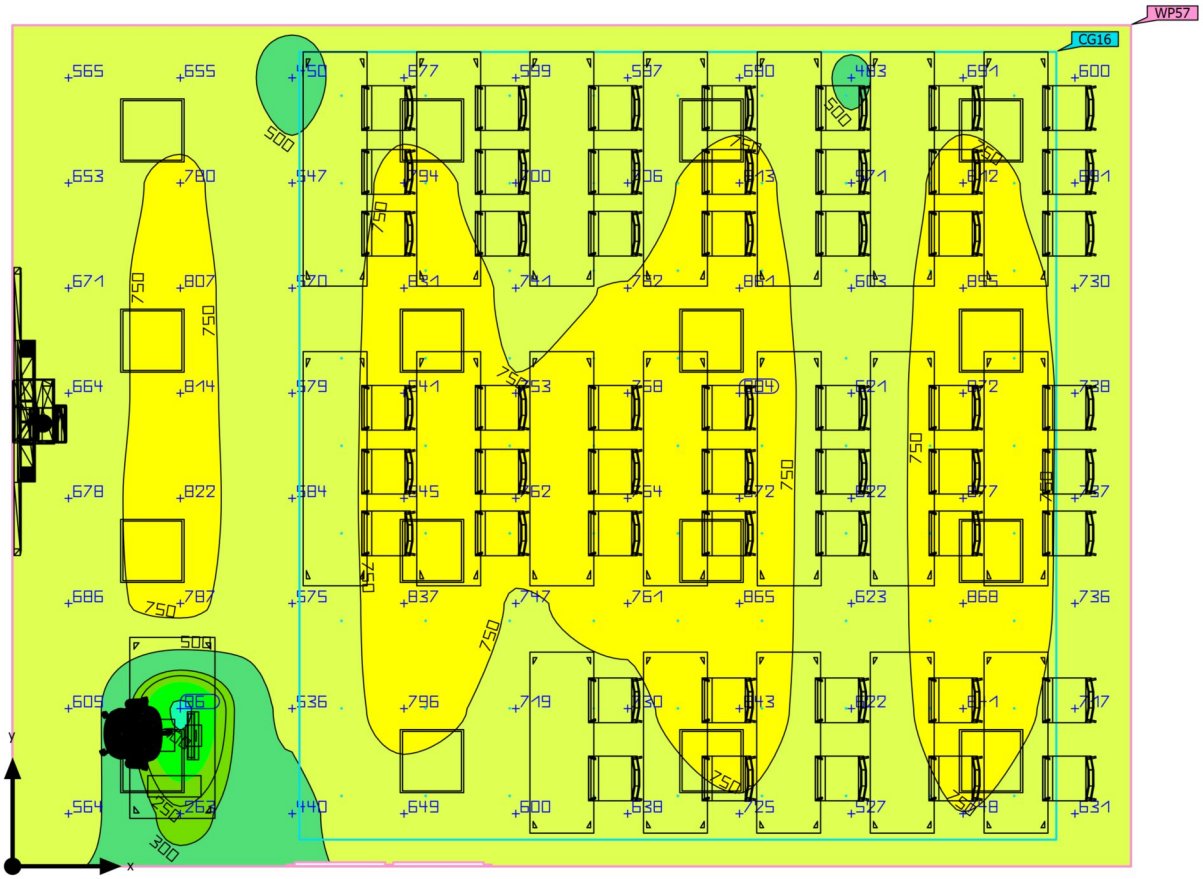
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 52 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	82.95 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	0.720 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 52 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	692 lx	≥ 500 lx	WP57
	g_1	0.12	≥ 0.60	WP57
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[923.24 - 1465.20] kWh/a	máx. 2950 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.14 W/m²	–	
		1.03 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 10.500 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

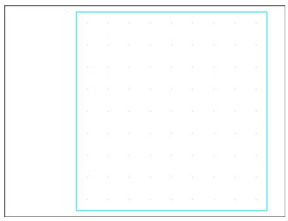
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

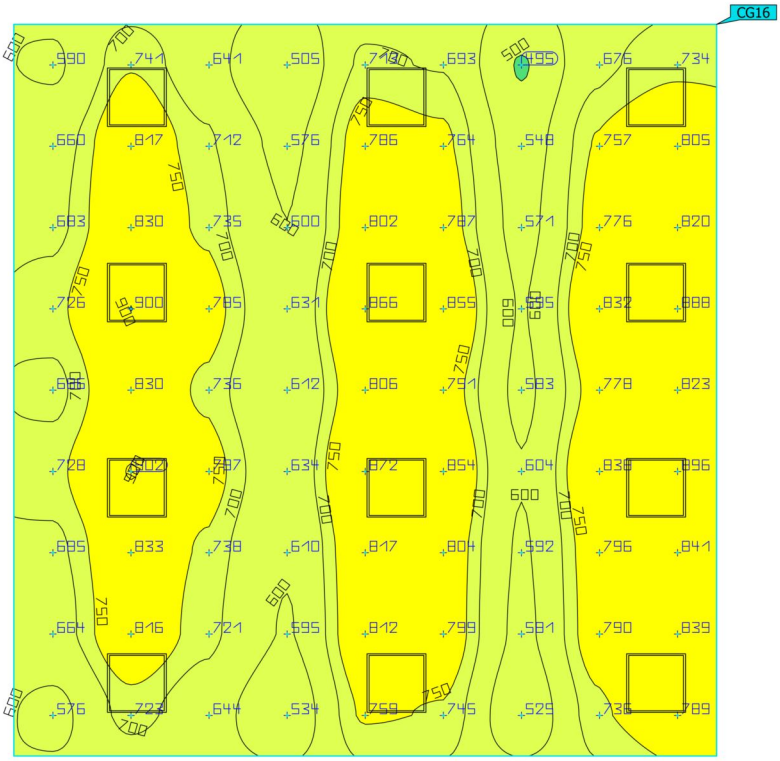
Lista de luminarias

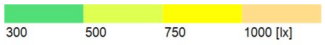
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 52 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 34







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 34 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	729 lx	495 lx	902 lx	0.68	0.55	CG16

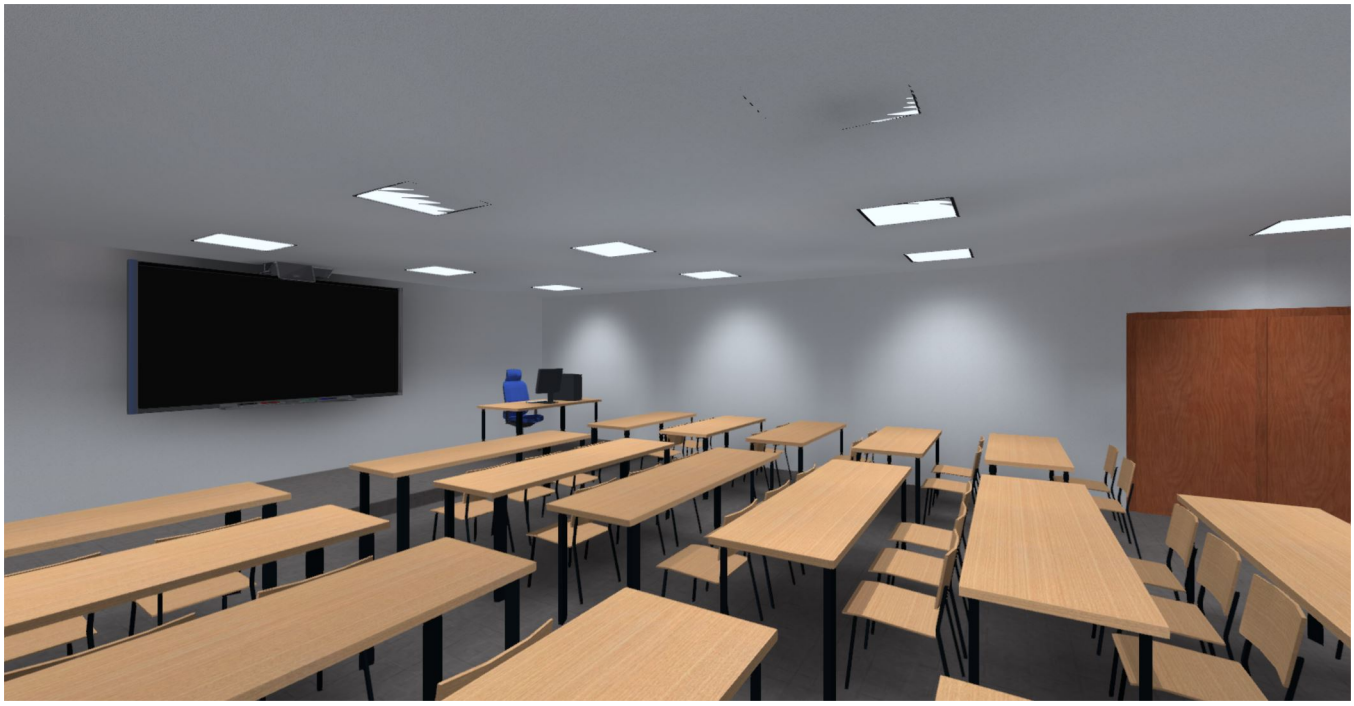
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

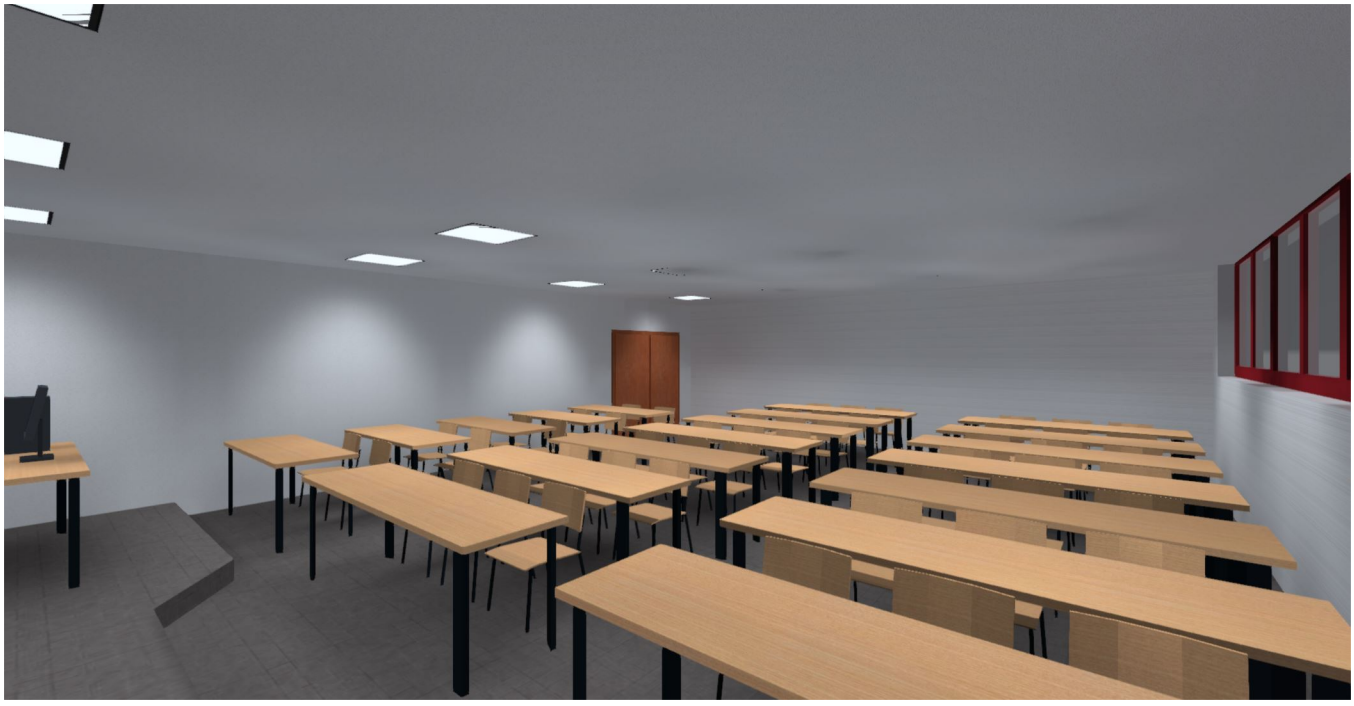


Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 53

Descripción

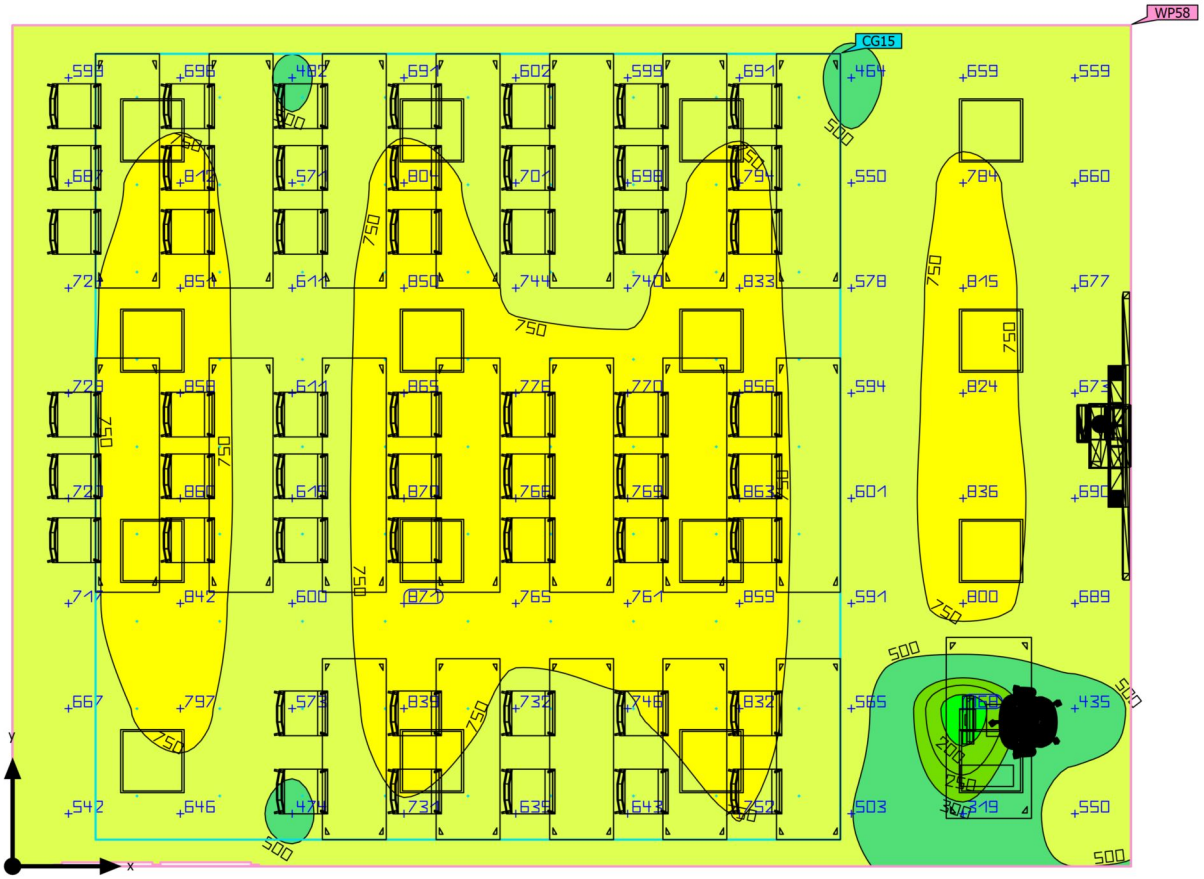
Imágenes

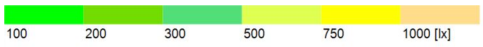




Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 53 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	82.95 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	0.720 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 53 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	692 lx	≥ 500 lx	WP58
	g_1	0.24	≥ 0.60	WP58
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[923.24 - 1465.20] kWh/a	máx. 2950 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.14 W/m²	–	
		1.03 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 10.500 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

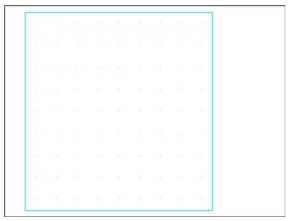
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

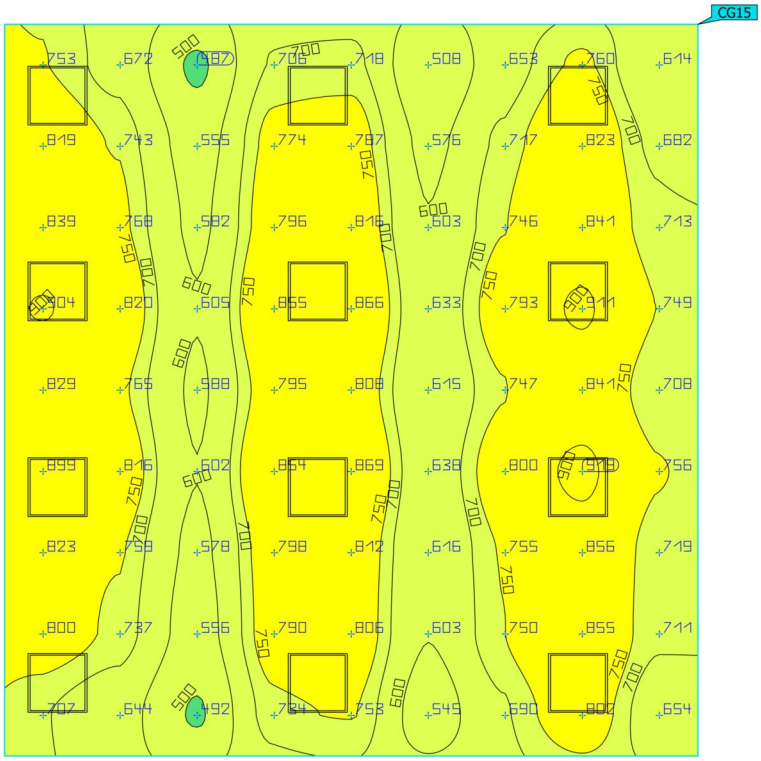
Lista de luminarias

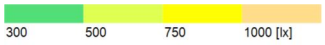
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
16	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 53 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 33







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 33 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	733 lx	487 lx	919 lx	0.66	0.53	CG15

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 55-57

Descripción

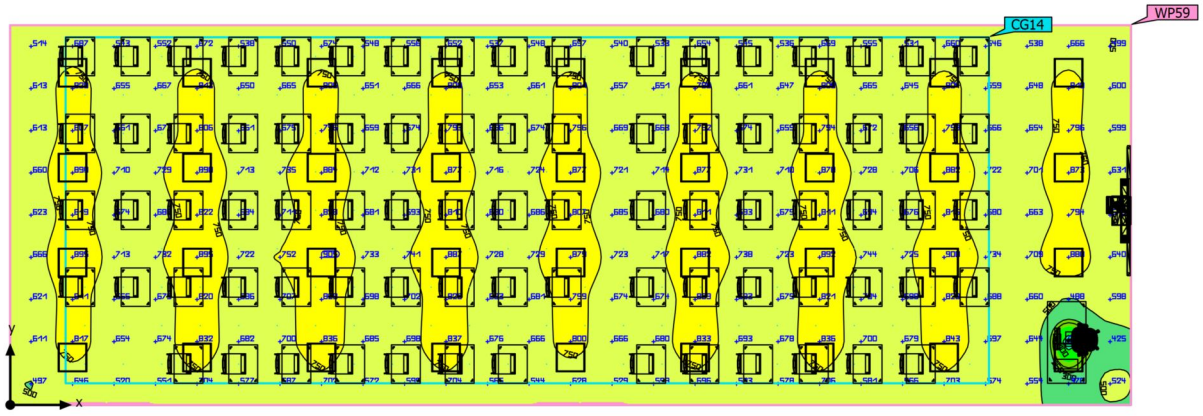
Imágenes

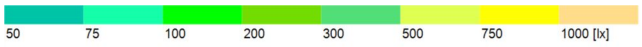




Edificación 1 · Aula 55-57 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	184.07 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.670 m
		Altura Plano útil	0.720 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Aula 55-57 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	694 lx	≥ 500 lx	WP59
	g_1	0.11	≥ 0.60	WP59
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[2077.28 - 3296.70] kWh/a	máx. 6450 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.24 W/m²	–	
		1.04 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 23.300 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

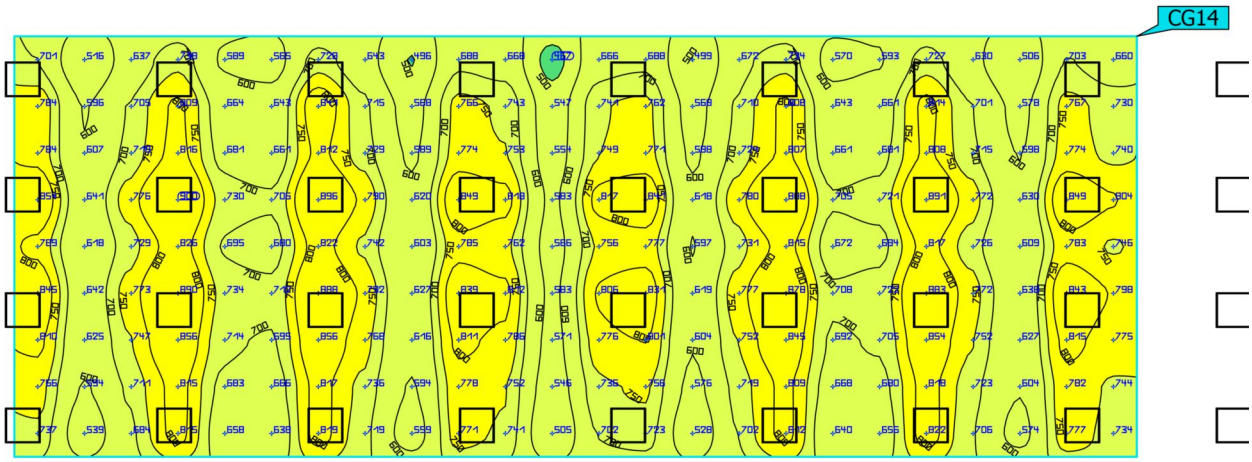
Lista de luminarias

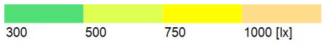
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
36	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 55-57 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 32







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 32 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	716 lx	467 lx	900 lx	0.65	0.52	CG14

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 56

Descripción

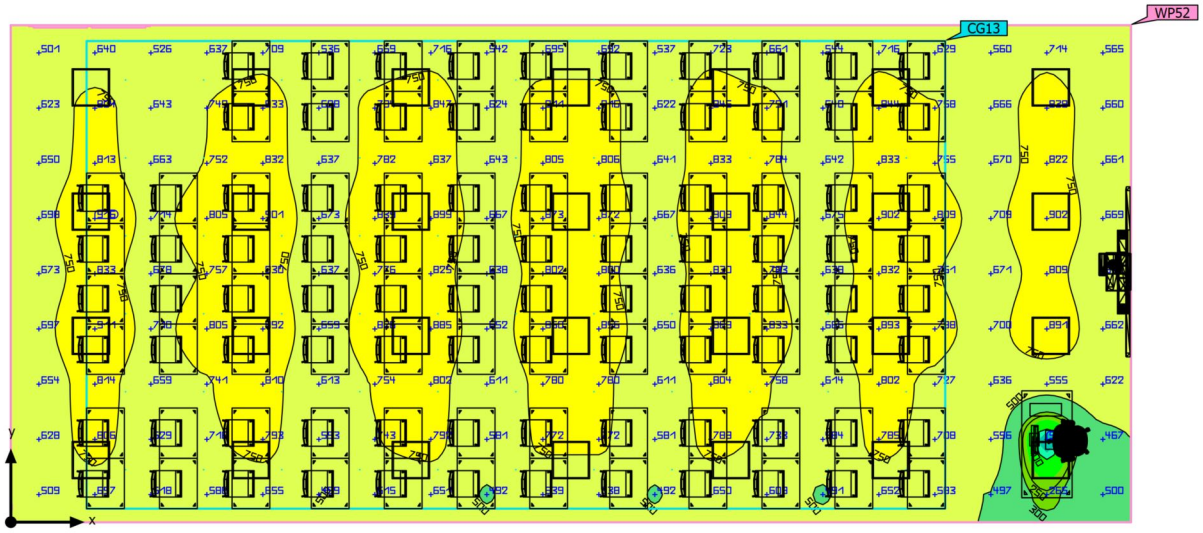
Imágenes

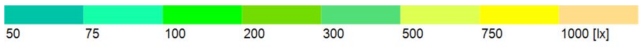




Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 56 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	140.62 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.580 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	0.720 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 56 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	707 lx	≥ 500 lx	WP52
	g_1	0.072	≥ 0.60	WP52
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1615.66 - 2564.10] kWh/a	máx. 4950 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	7.37 W/m²	–	
		1.04 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 17.800 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

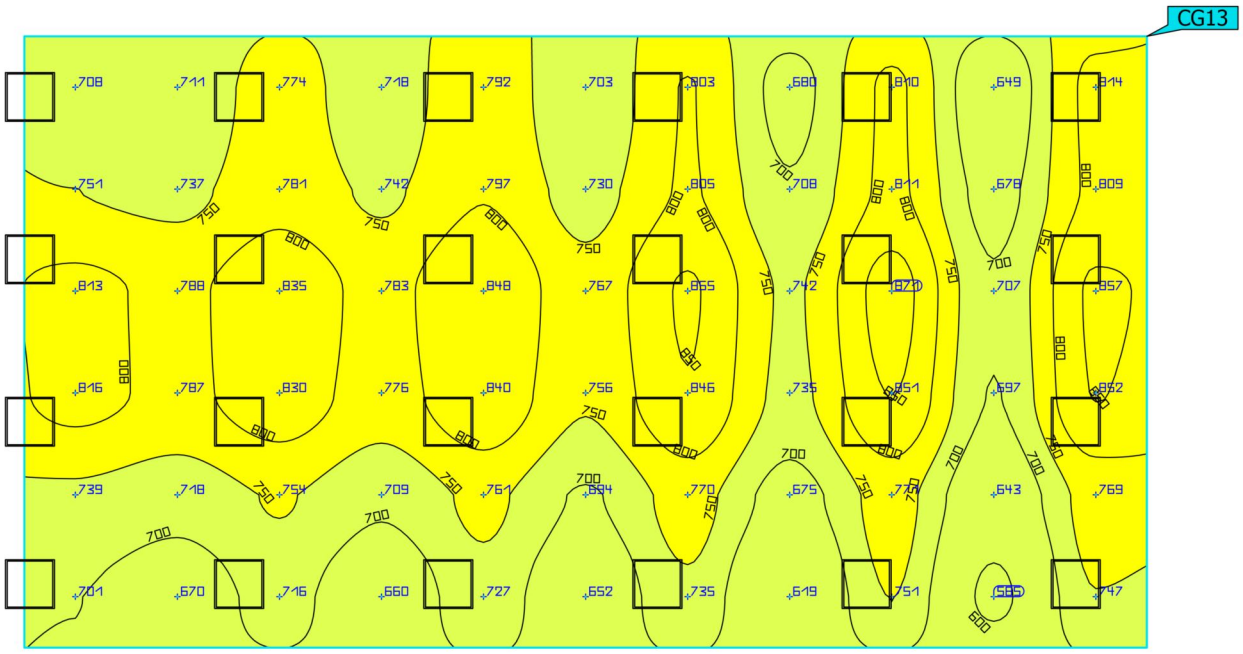
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
28	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Aula 56 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 31





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 31 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	753 lx	585 lx	871 lx	0.78	0.67	CG13

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

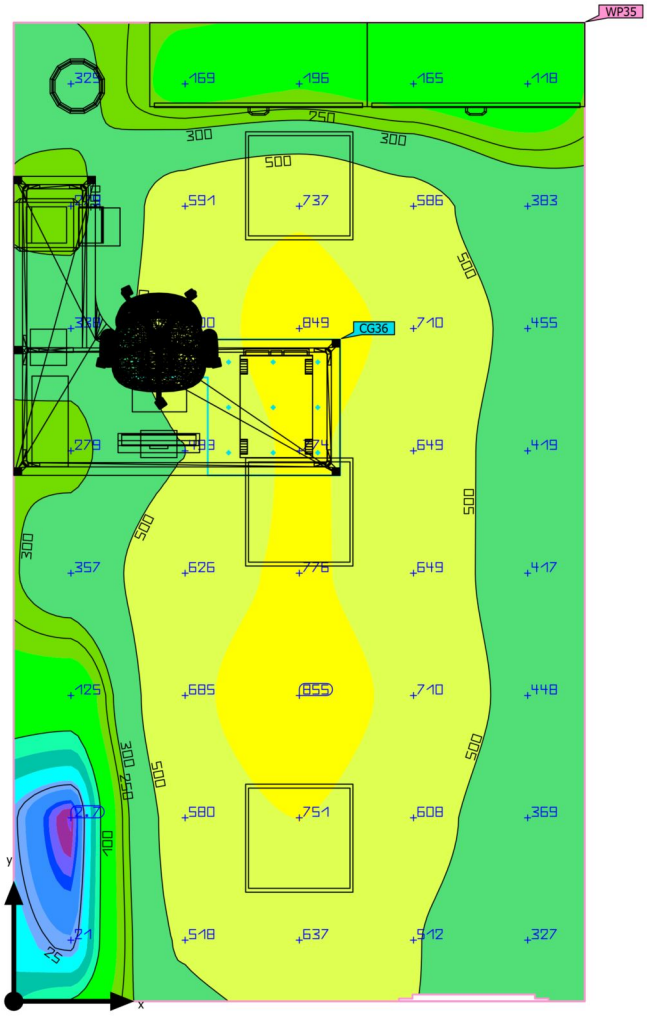


Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Despacho 1

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	17.01 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	0.750 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	477 lx	≥ 500 lx	WP35
	g_1	0.006	≥ 0.60	WP35
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[173.11 - 274.73] kWh/a	máx. 600 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	6.53 W/m²	–	
		1.37 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 5.400 m x 3.150 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

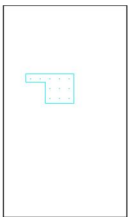
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

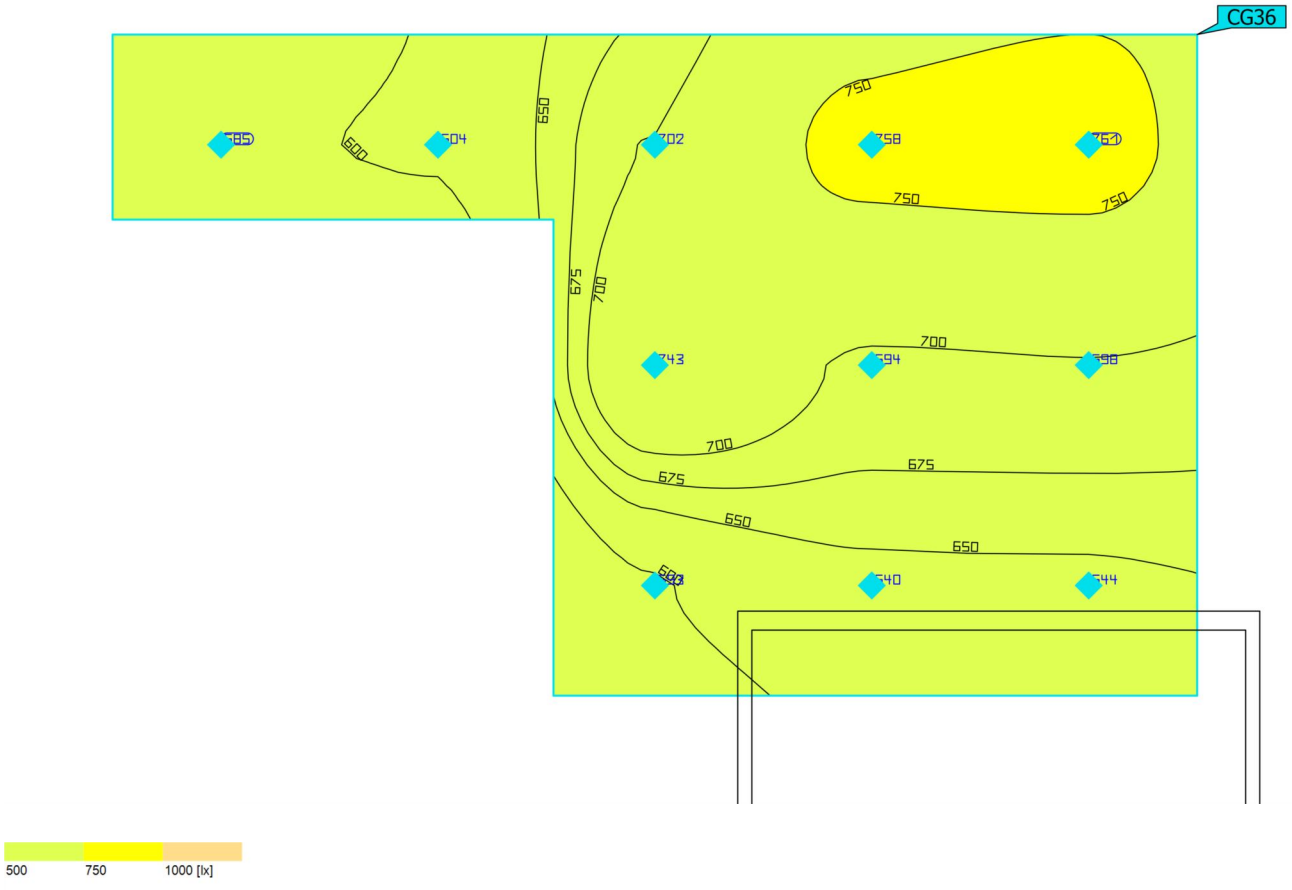
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Despacho 1 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 79





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 79 Iluminancia perpendicular Altura: 0.750 m	675 lx	585 lx	761 lx	0.87	0.77	CG36

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Hall planta superior

Descripción

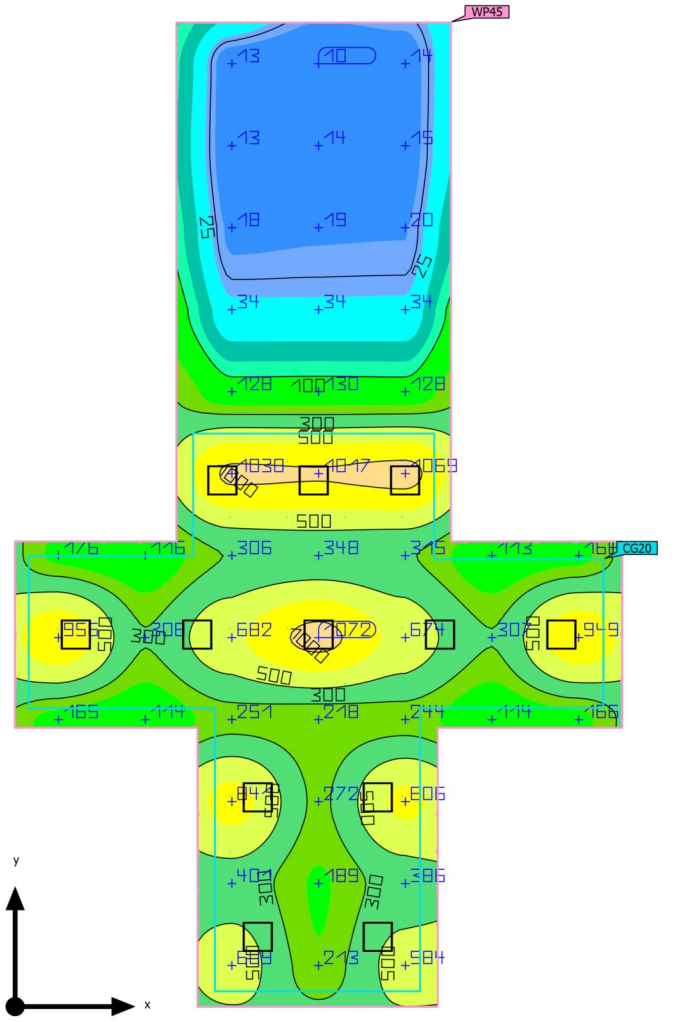
Imágenes

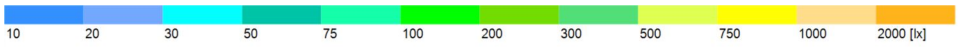




Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Hall planta superior (Escena de luz 1)

Resumen





Base	134.42 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.670 m
		Altura Plano útil	1.200 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Hall planta superior (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	329 lx	≥ 500 lx	WP45
	g_1	0.032	≥ 0.60	WP45
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[760.17 - 1098.90] kWh/a	máx. 4750 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	3.30 W/m²	–	
		1.00 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 12.400 m x 20.100 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

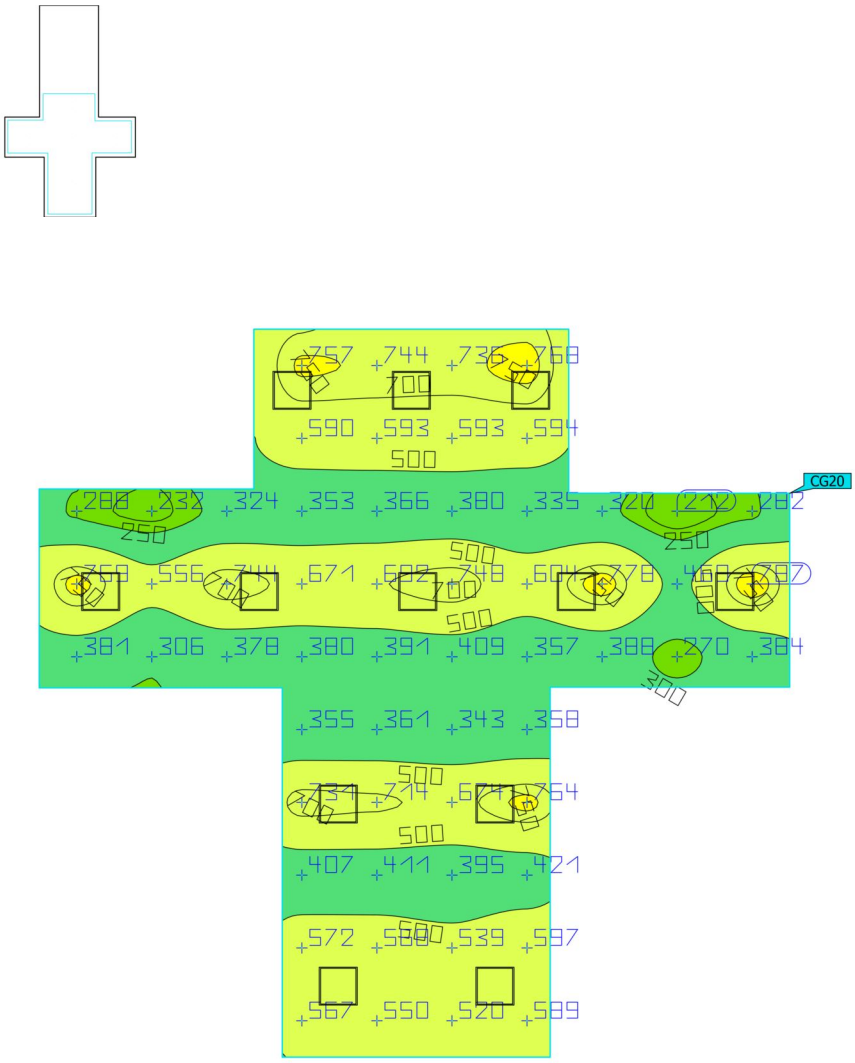
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
12	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Hall planta superior (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 52



Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 52 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	506 lx	212 lx	787 lx	0.42	0.27	CG20

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio
Electricidad

Descripción

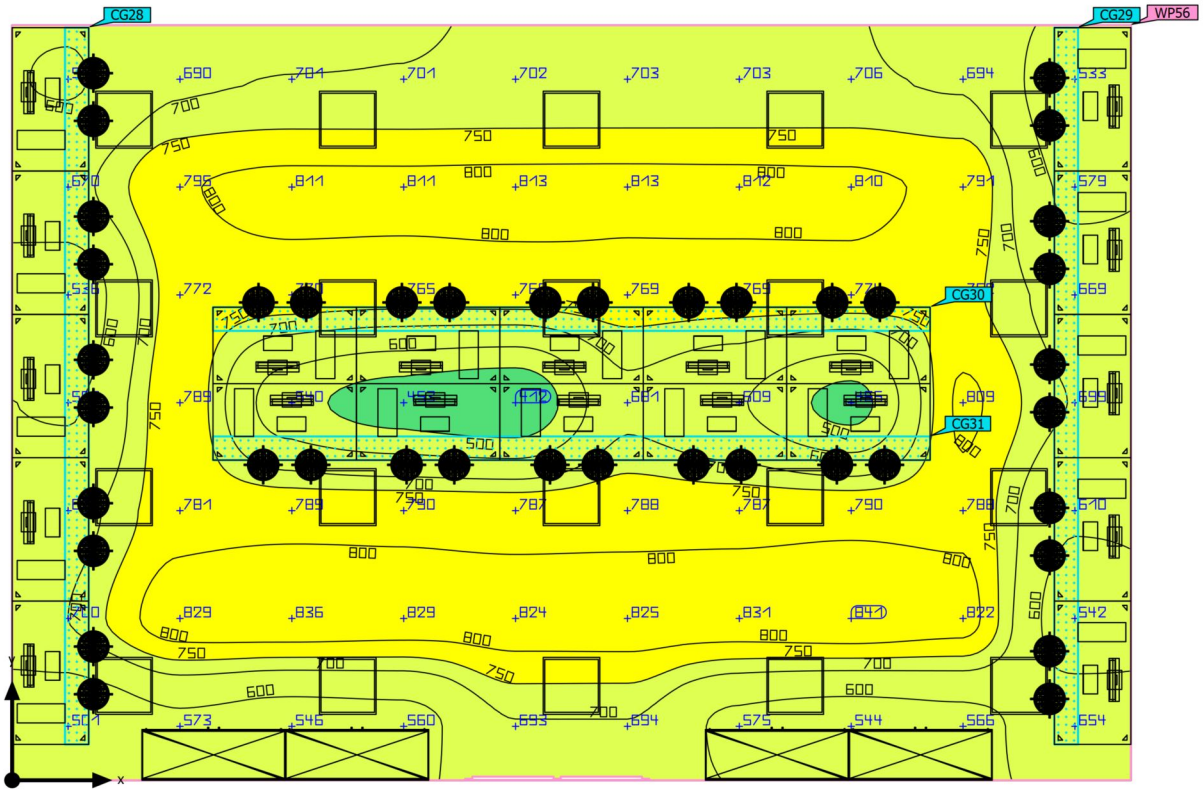
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Resumen



Base	92.43 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura Plano útil	0.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	703 lx	≥ 500 lx	WP56
	g_1	0.59	≥ 0.60	WP56
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1154.04 - 1831.50] kWh/a	máx. 3250 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	8.01 W/m²	–	
		1.14 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 11.700 m x 7.900 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

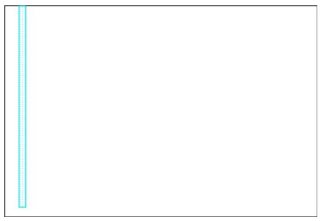
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

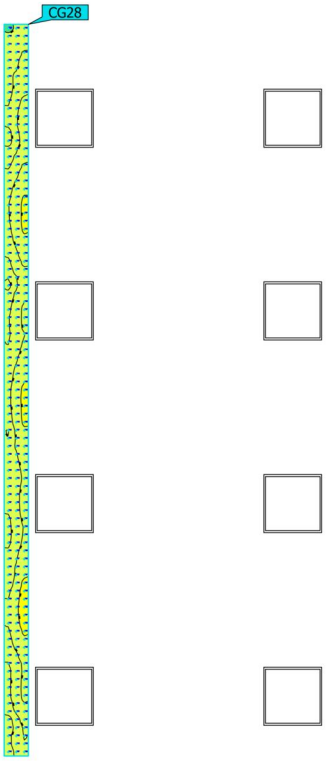
Lista de luminarias

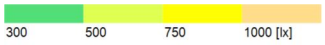
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 64





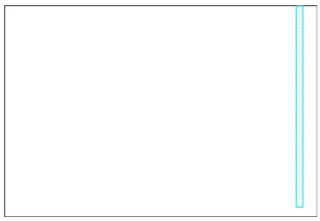


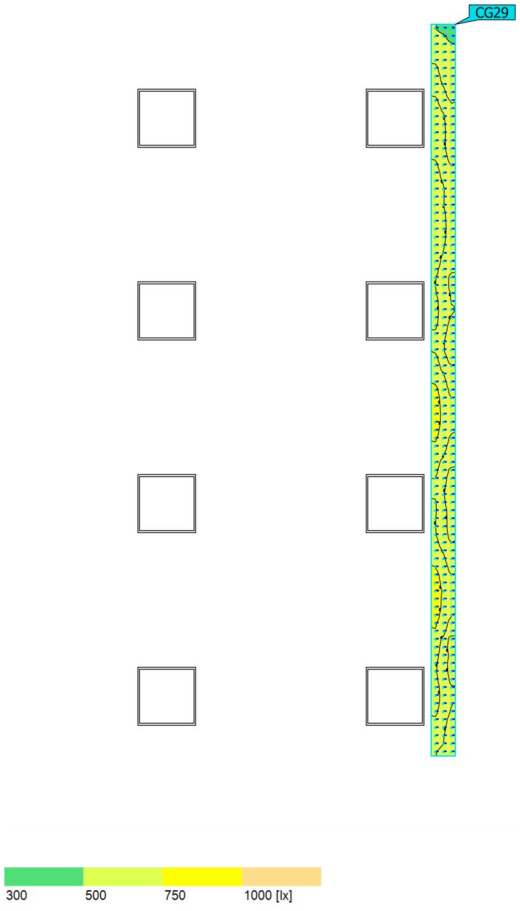
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 64 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	674 lx	484 lx	768 lx	0.72	0.63	CG28

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 65



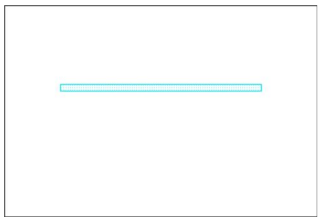


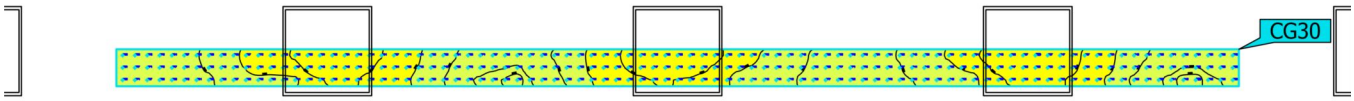
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 65 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	676 lx	452 lx	775 lx	0.67	0.58	CG29

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 66



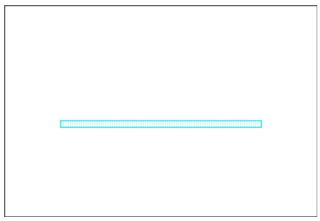


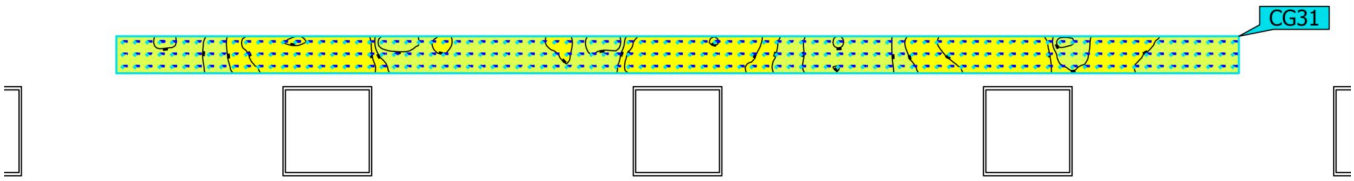
Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 66 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	735 lx	604 lx	830 lx	0.82	0.73	CG30

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Laboratorio Electricidad (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 68





Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 68 Iluminancia perpendicular Altura: 0.730 m	755 lx	562 lx	851 lx	0.74	0.66	CG31

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo Despachos

Descripción

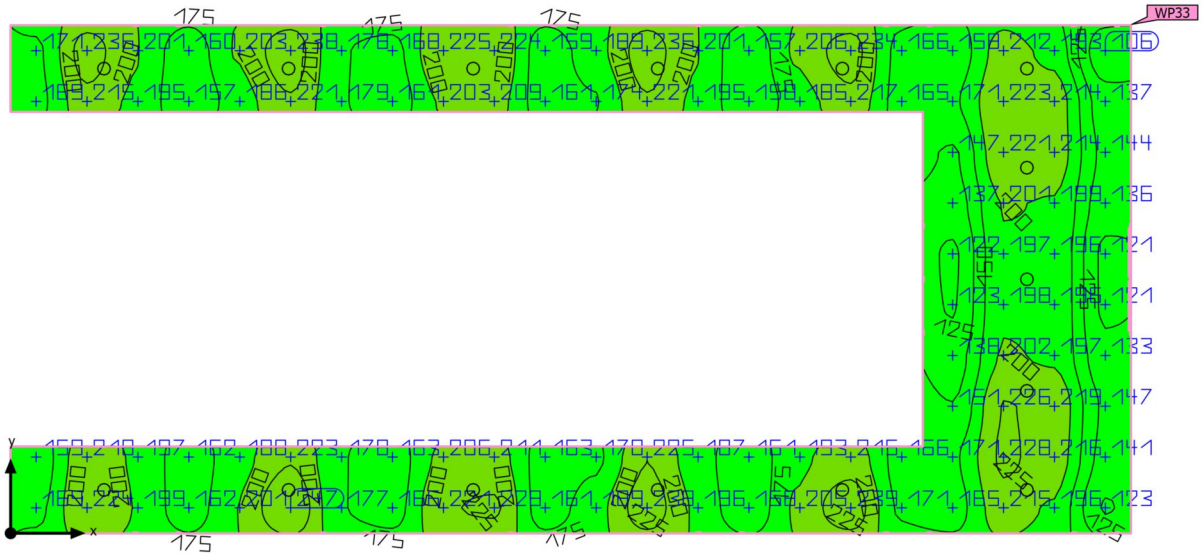
Imágenes





Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo Despachos (Escena de luz 1)

Resumen



Base	79.08 m²	Altura interior del local	2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.580 m
		Altura Plano útil	0.800 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo Despachos (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	186 lx	≥ 500 lx	WP33
	g_1	0.57	≥ 0.60	WP33
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	23	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	557 kWh/a	máx. 2800 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	2.85 W/m²	–	
		1.53 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 8.800 m x 19.400 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	Disano Illuminazione S.p.A	112626-00	746 Oblò 2.0 - ø220 4000K CRI 80 15W CLD Blanco	23	15.0 W	1444 lm	96.3 lm/W



Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo planta superior

Descripción

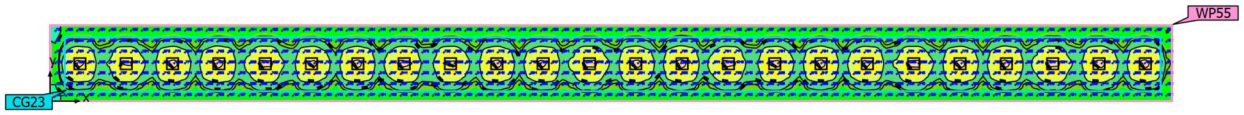
Imágenes

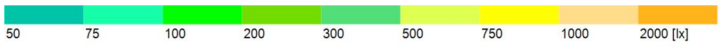




Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo planta superior (Escena de luz 1)

Resumen





Base	213.94 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	1.200 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo planta superior (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	409 lx	≥ 500 lx	WP55
	g_1	0.17	≥ 0.60	WP55
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	[1384.85 - 2197.80] kWh/a	máx. 7500 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	4.15 W/m²	–	
		1.01 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 56.300 m x 3.800 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

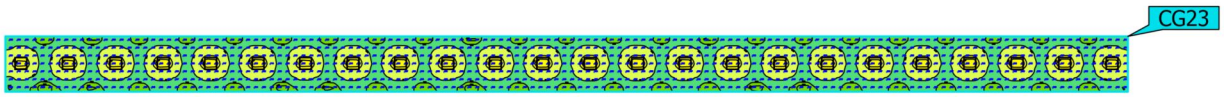
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
24	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Pasillo planta superior (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 55

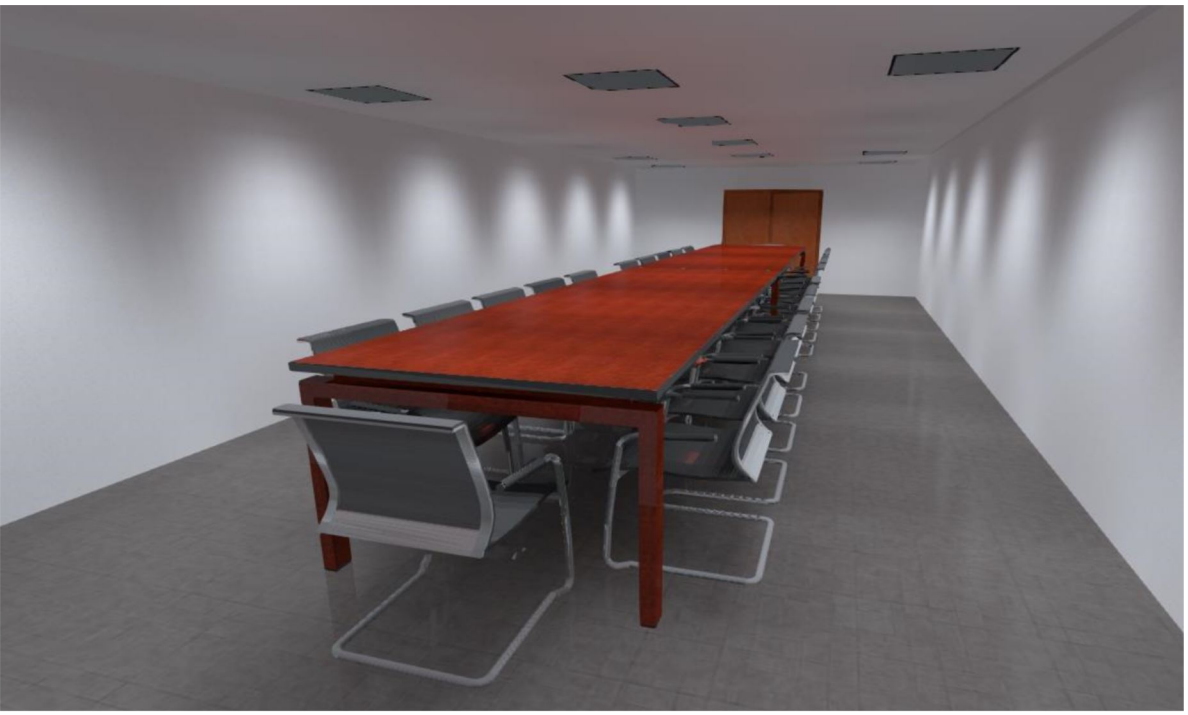






Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 55 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	490 lx	231 lx	841 lx	0.47	0.27	CG23

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

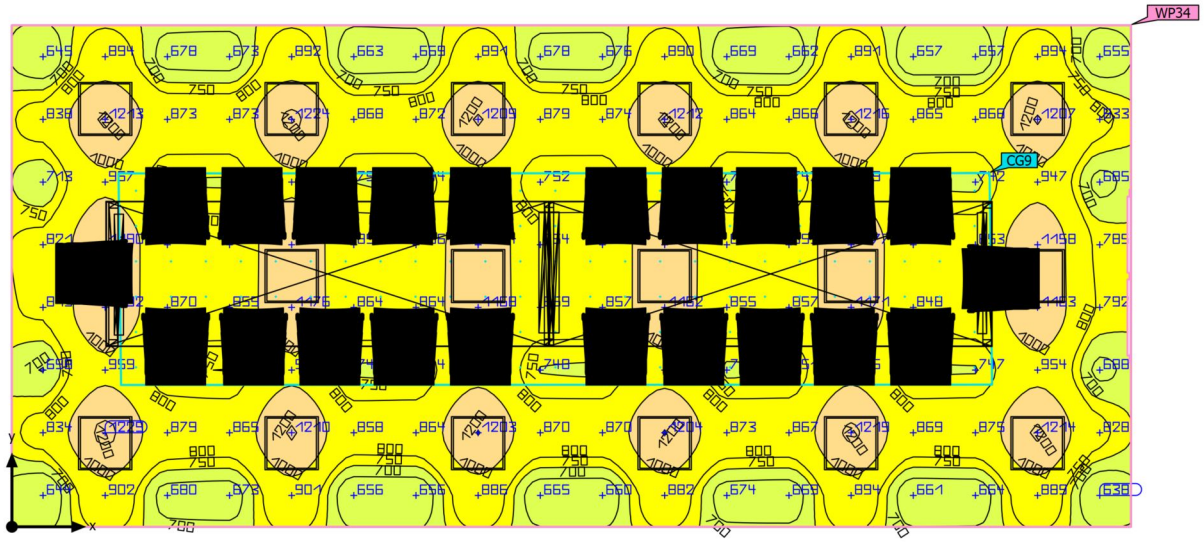


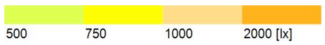
Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Sala de juntas

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Sala de juntas (Escena de luz 1)

Resumen





Base	70.00 m²	Altura interior del local	2.400 m – 2.700 m
Grado de reflexión	Techo: 76.5 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %	Altura de montaje	2.490 m
		Altura Plano útil	1.000 m
Factor de degradación	0.80 (Global)	Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Sala de juntas (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	872 lx	≥ 500 lx	WP34
	g_1	0.73	≥ 0.60	WP34
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	1648 kWh/a	máx. 2500 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	9.51 W/m²	–	
		1.09 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 12.500 m x 5.600 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

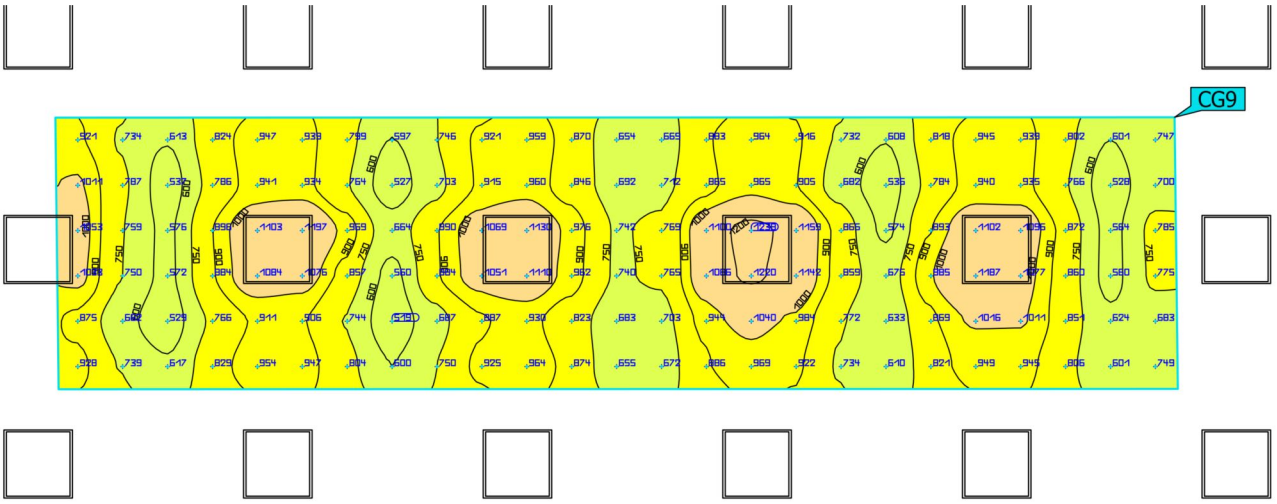
Lista de luminarias

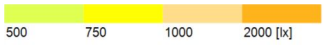
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
18	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Sala de juntas (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 12







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 12 Iluminancia perpendicular Altura: 1.000 m	840 lx	519 lx	1238 lx	0.62	0.42	CG9

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

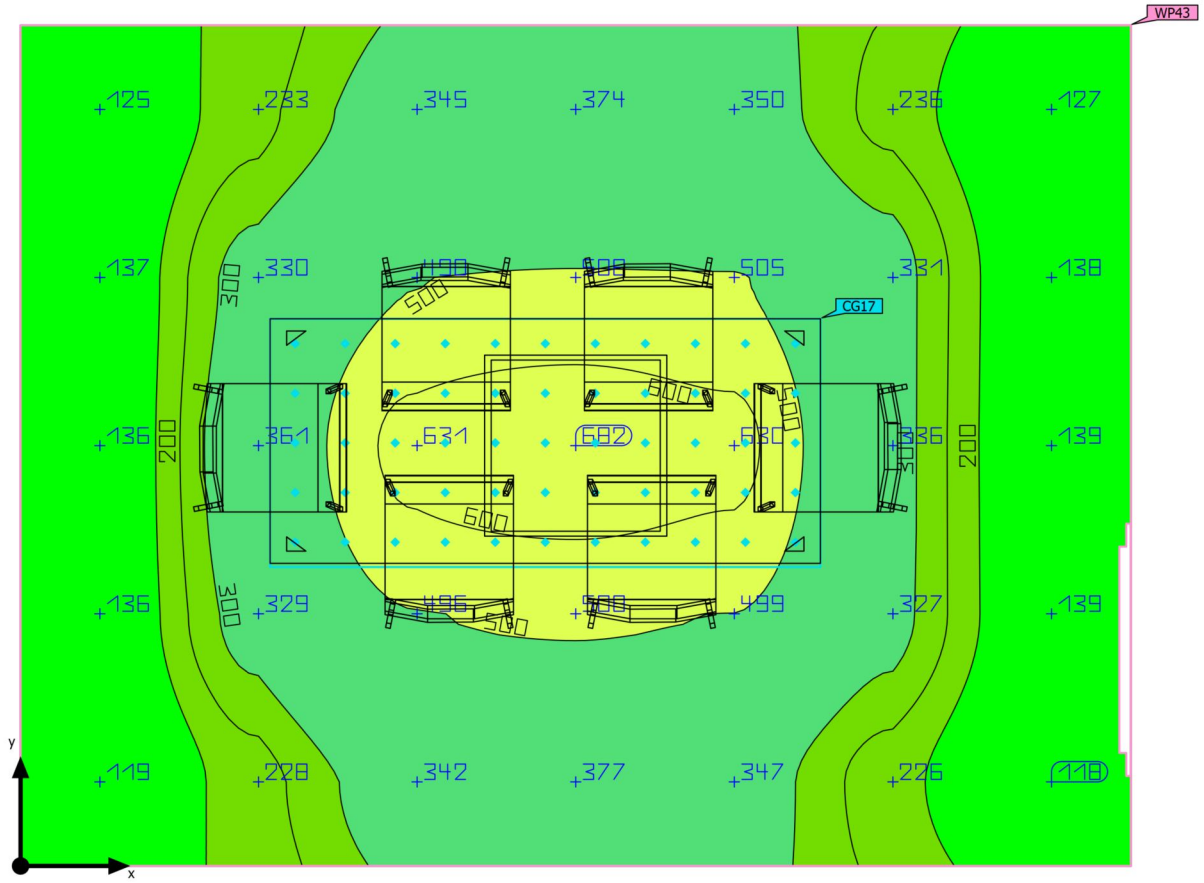


Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Seminario 1

Descripción

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Seminario 1 (Escena de luz 1)

Resumen





Base	9.99 m²
Grado de reflexión	Techo: 80.8 %, Paredes: 86.1 %, Suelo: 17.3 %
Factor de degradación	0.80 (Global)

Altura interior del local	2.700 m
Altura de montaje	2.670 m
Altura Plano útil	0.800 m
Zona marginal Plano útil	0.000 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Seminario 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{perpendicular}$	324 lx	≥ 500 lx	WP43
	g_1	0.36	≥ 0.60	WP43
Evaluación del deslumbramiento(1)	$R_{UG,\,max}$	17	≤ 19	
Valores de consumo(2)	Consumo	91.6 kWh/a	máx. 400 kWh/a	
Local	Potencia específica de conexión	3.70 W/m²	–	
		1.14 W/m²/100 lx	–	

(1) Basado en un espacio rectangular de 3.631 m x 2.750 m y SHR de 0.25.
(2) Calculado mediante la eval. ener.

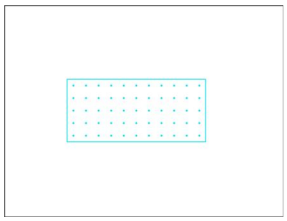
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

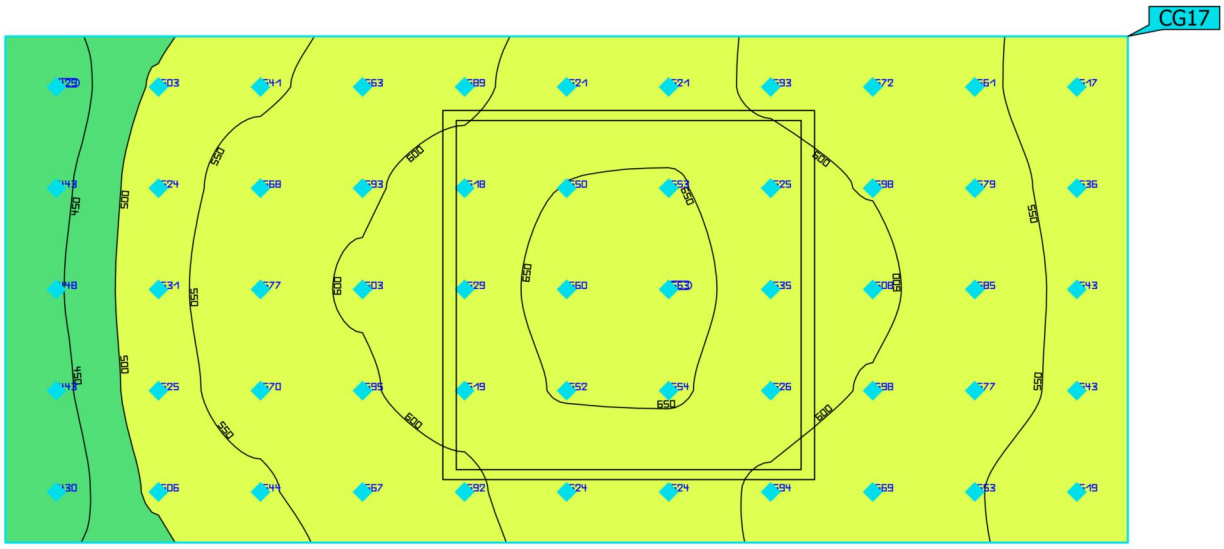
Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	R_{UG}	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	Disano Illuminazione S.p.A	150459-00	861 Comfortlight UGR<lt/>19 4000K CRI 80 37W CLD Blanco	17	37.0 W	3990 lm	107.8 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Seminario 1 (Escena de luz 1)

Superficie de cálculo 48







Propiedades	Ē	$E_{mín}$	$E_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie de cálculo 48 Iluminancia perpendicular Altura: 0.720 m	573 lx	429 lx	663 lx	0.75	0.65	CG17

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (34.2 Estándar (oficina))

Glosario

A

A	Símbolo para una superficie en la geometría
Altura interior del local	Designación para la distancia entre el borde superior del suelo y el borde inferior del techo (para un local en su estado terminado).
Autonomía de la luz del día	Describe qué porcentaje del tiempo de trabajo diario se cubre con la iluminación solar necesaria. La iluminancia nominal se utiliza a partir del perfil de la habitación, a diferencia de lo descrito en la norma EN 17037. El cálculo no se realiza en el centro de la habitación sino en el punto de medición del sensor colocado. Se considera que una habitación está suficientemente iluminada con luz solar si alcanza al menos un 50 % de autonomía con luz solar.

Á

Área circundante	El área circundante limita directamente con el área de la tarea visual y debe contar con una anchura de al menos 0,5 m, según DIN EN 12464-1. Se encuentra a la misma altura que el área de la tarea visual.
Área de fondo	El área de fondo limita, según DIN EN 12464-1, con el área inmediatamente circundante y alcanza los límites del local. En el caso de locales grandes, el área de fondo tiene al menos 3 m de anchura. Es horizontal y se encuentra a la altura del suelo.
Área de la tarea visual	El área requerida para llevar a cabo una tarea visual según DIN EN 12464-1. La altura corresponde a la altura a la que se lleva a cabo la tarea visual.

C

CCT	(ingl. correlated colour temperature) Temperatura del cuerpo de un proyector térmico, que se utiliza para la descripción de su color de luz. Unidad: Kelvin [K]. Entre menor sea el valor numérico, más rojo, a mayor valor numérico, más azul será el color de luz. La temperatura de color de lámparas de descarga gaseosa y semiconductores se denomina, al contrario de la temperatura de color de los proyectores térmicos, como "temperatura de color correlacionada". Correspondencia entre colores de luz y rangos de temperatura de color según EN 12464 -1: Color de luz - temperatura de color [K] blanco cálido (ww) < 3.300 K blanco neutro (nw) ≥ 3.300 – 5.300 K blanco luz diurna (tw) > 5.300 K

Glosario

Cociente de luz diurna	Relación entre la iluminacia que se alcanza en un punto en el espacio interior, debida únicamente a la incidencia de luz diurna, y la iluminancia horizontal en el espacio exterior bajo cielo abierto. Símbolo: D (ingl. daylight factor) Unidad: %
CRI	(ingl. colour rendering index) Denominación para el índice de reproducción cromática de una luminaria o de una fuente de luz según DIN 6169: 1976 o . CIE 13.3: 1995. El índice general de reproducción cromática Ra (o CRI) es un coeficiente adimensional que describe la calidad de una fuente de luz blanca en lo que respecta a su semejanza a una fuente de luz de referencia, en los espectros de remisión de 8 colores de prueba definidos (ver DIN 6169 o CIE 1974).

D

Densidad lumínica	Medida de la "impresión de claridad" que el ojo humano percibe de una superficie. Es posible que la superficie misma ilumine o que refleje la luz que incide sobre ella (valor de emisor). Es la única dimensión fotométrica que el ojo humano puede percibir. Unidad: Candela por metro cuadrado Abreviatura: cd/m^2 Símbolo: L

E

Eta (η)	(ingl. light output ratio) El grado de eficacia de funcionamiento de luminaria describe qué porcentaje del flujo luminoso de una fuente de luz de radiación libre (o módulo LED) abandona la luminaria instalada. Unidad: %

Glosario

Evaluación energética	Basado en un procedimiento de cálculo horario de la luz solar en espacios interiores, teniendo en cuenta la geometría del proyecto y los sistemas de control de la luz solar existentes. También se tiene en cuenta la orientación y ubicación del proyecto. El cálculo utiliza la potencia del sistema especificada de las luminarias para determinar la demanda de energía. Se asume una relación lineal entre la potencia y el flujo luminoso en el estado atenuado para las luminarias controladas por la luz solar. Los tiempos de uso y la iluminancia nominal se determinan a partir de los perfiles de uso de los espacios. Las luminarias encendidas que se excluyen explícitamente del control también tienen en cuenta los tiempos de uso especificados. Los sistemas de control de la luz solar usan una lógica de control simplificada que los cierra con una iluminancia horizontal de 27.500 lx. El año natural 2022 se usa solo como referencia. No es una simulación de este año. El año de referencia solo se utiliza para asignar los días de la semana a los resultados calculados. No se contempla el cambio al horario de verano. El tipo de cielo de referencia utilizado es el cielo medio descrito en CIE 110 sin luz solar directa. El método fue desarrollado junto con el Fraunhofer Institute for Building Physics y está disponible para su revisión por parte del Grupo de trabajo conjunto 1 ISO TC 274 como una extensión del método basado en regresión anual anterior.

F

Factor de degradación	Véase MF
Flujo luminoso	Medida para la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz en todas direcciones. Es con ello un "valor de emisor" que especifica la potencia de emisión total. El flujo luminoso de una fuente de luz solo puede determinarse en el laboratorio. Se diferencia entre el flujo luminoso de lámpara o de módulo LED y el flujo luminoso de luminaria. Unidad: Lumen Abreviatura: lm Símbolo: Φ

G

g_1	Con frecuencia también U_o (ingl. overall uniformity) Denomina la uniformidad total de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente de E_{min} y $\bar{E}$ y se utiliza, entre otras, en normas para la especificación de iluminación en lugares de trabajo.
g_2	Denomina en realidad la "desigualdad" de la iluminancia sobre una superficie. Es el cociente entre E_{min} y E_{max} y por lo general es relevante solo como evidencia de iluminación de emergencia según EN 1838.
Grado de reflexión	El grado de reflexión de una superficie describe qué cantidad de la luz incidente es reflejada. El grado de reflexión se define mediante la coloración de la superficie.

Glosario

Grupo de control	Un grupo de luminarias que se atenúan y controlan juntas. Para cada escena de iluminación, un grupo de control proporciona su propio valor de atenuación. Todas las luminarias dentro de un grupo de control comparten este valor de atenuación. Los grupos de control con sus luminarias los determina DIALux automáticamente en función de las escenas de iluminación creadas y sus grupos de luminarias.

I

Iluminancia, adaptativa	Para la determinación de la iluminancia media adaptativa sobre una superficie, ésta se rasteriza en forma "adaptativa". En el área en que hay las mayores diferencias en iluminancia dentro de la superficie, la rasterización se hace más fina, en el área de menores diferencias, se realiza una rasterización más gruesa.
Iluminancia, horizontal	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano horizontal (éste puede ser p.ej. una superficie de una mesa o el suelo). La iluminancia horizontal se identifica por lo general con las letras E_h.
Iluminancia, perpendicular	Iluminancia perpendicular a una superficie, medida o calculada. Este se debe considerar en superficies inclinadas. Si la superficie es horizontal o vertical, no existe diferencia entre la iluminancia perpendicular y la vertical u horizontal.
Iluminancia, vertical	Iluminancia, calculada o medida sobre un plano vertical (este puede ser p.ej. la parte frontal de una estantería). La iluminancia vertical se identifica por lo general con las letras E_v.
Intensidad lumínica	Describe la intensidad de luz en una dirección determinada (valor de emisor). La intensidad lumínica es el flujo luminoso Φ, entregado en un ángulo determinado Ω del espacio. La característica de emisión de una fuente de luz se representa gráficamente en una curva de distribución de intensidad luminosa (CDL). La intensidad lumínica es una unidad básica SI. Unidad: Candela Abreviatura: cd Símbolo: I
Intensidad lumínica	Describe la relación del flujo luminoso que cae sobre una superficie determinada y el tamaño de esta superficie ($lm/m^2 = lx$). La iluminancia no está vinculada a una superficie de un objeto. Puede determinarse en cualquier punto del espacio (interior o exterior). La iluminancia no es una propiedad de un producto, ya que se trata de un valor del receptor. Para su medición se utilizan aparatos de medición de iluminancia. Unidad: Lux Abreviatura: lx Símbolo: E

Glosario

L

LENI	(ingl. lighting energy numeric indicator) Indicador numérico de energía de iluminación según EN 15193 Unidad: kWh/m^2 año
LLMF	(ingl. lamp lumen maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas, tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de una lámpara o de un módulo LED en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de flujo luminoso de lámparas se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin disminución de flujo luminoso).
LMF	(ingl. luminaire maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento de luminaria, tiene en cuenta el ensuciamiento de la luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento de luminaria se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).
LSF	(ingl. lamp survival factor)/según CIE 97: 2005 Factor de supervivencia de la lámpara, tiene en cuenta el fallo total de una luminaria en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de supervivencia de la lámpara se expresa como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (dentro del tiempo considerado, no hay fallo, o sustitución inmediata tras un fallo).

M

MF	(ingl. maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento, número decimal entre 0 y 1, describe la relación entre el valor nuevo de una dimensión de planificación fotométrica (p.ej. iluminancia) y el valor de mantenimiento tras un tiempo determinado. El factor de mantenimiento tiene en cuenta el ensuciamiento de lámparas y locales, así como la disminución de flujo luminoso y el fallo de fuentes de luz. El factor de mantenimiento se considera en forma general aproximada o se calcula en forma detallada según CIE 97: 2005, por medio de la fórmula RMF x LMF x LLMF x LSF.

O

Observador UGR	Punto de cálculo en el espacio, para el cual el DIALux determina el valor UGR. La posición y altura del punto de cálculo deben corresponder a la posición del observador típico (posición y altura de los ojos del usuario).

Glosario

P

P	(ingl. power) Consumo de potencia eléctrica Unidad: Vatio Abreviatura: W
Plano útil	Superficie virtual de medición o de cálculo a la altura de la tarea visual, por lo general sigue la geometría del local. El plano útil puede también dotarse de una zona marginal.

R

$R_{(UG)}$ max	(engl. rating unified glare) Medida del deslumbramiento psicológico en espacios interiores. Además de la luminancia de las luminarias, el valor del nivel de $R_{(UG)}$ también depende de la posición del observador, la dirección visual y la luminancia ambiental. El cálculo se realiza mediante el método de la tabla, consulte CIE 117. Entre otras cosas, EN 12464-1:2021 especifica unos valores $R_{(UG)}$ - $R_{(UGL)}$ máximos permisibles para varios lugares de trabajo en interiores.
Rendimiento lumínico	Relación entre la potencia luminosa emitida Φ [lm] y la potencia eléctrica consumida P [W] Unidad: lm/W. Esta relación puede formarse para la lámpara o el módulo LED (rendimiento lumínico de lámpara o del módulo), para la lámpara o módulo junto con su dispositivo de control (rendimiento lumínico del sistema) y para la iluminaria completa (rendimiento lumínico de luminaria).
RMF	(ingl. room maintenance factor)/según CIE 97: 2005 Factor de mantenimiento del local, tiene en cuenta el ensuciamiento de las superficies que rodean el local en el curso de su tiempo de funcionamiento. El factor de mantenimiento del local se especifica como número decimal y puede tomar un valor máximo de 1 (sin suciedad).

S

Superficie útil - Cociente de luz diurna	Una superficie de cálculo, dentro de la cual se calcula el cociente de luz diurna.

Glosario

U

UGR (max)	(ingl. unified glare rating) Medida para el efecto psicológico de deslumbramiento de un espacio interior. Además de la luminancia de la luminaria, el valor UGR depende también de la posición del observador, la dirección de observación y la luminancia del entorno. Entre otras, en la norma EN 12464-1 se especifican valores UGR máximos permitidos para diversos lugares de trabajo en espacios interiores.

Z

Zona marginal	Zona circundante entre el plano útil y las paredes, que no se considera en el cálculo.