

Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y optimización de la instalación de alumbrado interior del Auditorio de la Escuela Naval Militar mediante técnicas 3D de simulación fotorrealista basadas en modelado BIM

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Luis Carlos Figueirido Filgueira

DIRECTOR: Xavier Núñez Nieto

CURSO ACADÉMICO: 2015-2016

Universidade Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño y optimización de la instalación de alumbrado interior del Auditorio de la Escuela Naval Militar mediante técnicas 3D de simulación fotorrealista basadas en modelado BIM

Grado en Ingeniería Mecánica

Intensificación en Tecnología Naval

Cuerpo General

Universidade Vigo

RESUMEN

El presente proyecto tiene por finalidad la elaboración de una propuesta de mejora para la instalación de alumbrado interior del edificio “Almirante Bonifaz”. Dicho edificio, localizado en la Escuela Naval Militar de Marín, hace las veces de Auditorio y Casino para el personal de la Escuela. Así pues, se ha realizado un estudio de la instalación actualmente en uso, para verificar el cumplimiento de la normativa vigente. Los resultados extraídos concluyen la necesidad de mejora en diversos aspectos lumínicos, poniendo de manifiesto deficiencias en los requerimientos mínimos. Con el fin de buscar una solución a estas carencias se ha construido un modelo virtual del inmueble, aplicando la metodología del Modelado de Información de la Construcción (BIM), que ha servido como base en el posterior análisis luminotécnico. Dicho estudio se ha llevado a cabo mediante simulación lumínica, aplicando software especializado que permite integrar tecnología LED de última generación. De este modo se ha conseguido encontrar una alternativa que no sólo cumple los niveles exigidos, sino que, además, permite su amortización en un período de tiempo razonablemente reducido, derivando en una solución eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

PALABRAS CLAVE

Diseño 3D, BIM, alumbrado interior, LED, simulación fotorrealista, DIALux Evo

AGRADECIMIENTOS

Quería aprovechar la ocasión para agradecer públicamente a todos los que, con su compañía y apoyo, han conseguido amenizar estos últimos cinco años y convertirlos en memorables. A todos aquellos que han hecho posible que esté donde estoy y que sea quien soy.

Mención especial al director del trabajo, D. Xavier Núñez Nieto, por su inestimable ayuda y recomendaciones en el desarrollo del mismo y sin las cuales no hubiese llegado a buen puerto.

Agradecer a mi familia su imponderable labor como fuente de motivación y apoyo incondicional, pilares fundamentales en mi vida.

CONTENIDO

Índice de Figuras 6

Índice de Tablas 9

1 Introducción y objetivos 11

1.1 Antecedentes 11

1.2 Justificación 11

1.3 Objetivos 12

1.4 Ubicación 12

1.5 Descripción y estructura 12

1.6 Marco legal 13

2 Estado del arte 14

2.1 Introducción 14

2.2 Iluminación 14

2.2.1 Definiciones luminotécnicas previas 14

2.2.2 Iluminación de interiores 16

2.3 Iluminación LED 17

2.3.1 Introducción 17

2.3.2 Funcionamiento de la tecnología LED [15] 17

2.4 BIM 20

2.4.1 Introducción 20

2.4.2 Niveles BIM 20

2.4.3 Pilares del BIM 21

2.4.4 Beneficios del uso de BIM 22

2.5 Software de simulación-DIALux evo 22

2.5.1 Historia 22

2.5.2 DIALux evo 22

3 Desarrollo 24

3.1 Introducción 24

3.2 Estudio de campo 24

3.2.1 Descripción 24

3.2.2 Datos previos 24

3.2.3 Definición zonas de trabajo 24

3.2.3.1 Zona de trabajo 1. Zona de guardias 25

3.2.3.2 Zona de trabajo 2. Ayudantía Mayor 25

3.2.3.3 Zona de trabajo 3. Ocio 26
3.2.3.4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito 27
3.2.4 Métodos de medición 27
3.2.5 Equipo empleado 28
3.2.6 Mediciones de iluminancias de los locales 29
3.2.7 Análisis de los datos 29
3.2.8 Optimización de la instalación actual 31
3.3 Diseño CAD 33
3.3.1 Introducción 33
3.3.2 Planos de emplazamiento y ortofotos 34
3.3.2.1 Descripción 34
3.3.2.2 Desarrollo 34
3.3.2.3 Equipo utilizado 35
3.4 Modelado 3D-BIM 36
3.4.1 Introducción 36
3.4.2 Verificación de los planos con AutoCAD y medición de alturas 36
3.4.2.1 Descripción 36
3.4.2.2 Equipamiento utilizado 36
3.4.3 Importación de planos a DIALux evo 37
3.4.4 Menú principal Construcción 38
3.4.4.1 Submenú *Dibujos* 39
3.4.4.2 Submenú *Terreno* 39
3.4.4.3 Submenú *Construcción de plantas y edificios* 40
3.4.4.4 Submenú *Aberturas de edificio* 41
3.4.4.5 Submenú *Áreas* 42
3.4.4.6 Submenú *Elementos del ambiente* 43
3.4.4.7 Submenú *Tejados* 44
3.4.4.8 Submenú *Techos* 45
3.4.4.9 Submenú *Recortes* 45
3.4.4.10 Submenú *Muebles y Objetos* 46
3.4.4.11 Submenú *Materiales* 49
3.5 Simulación 50
3.5.1 Descripción 50
3.5.2 Menú principal Luz 50
3.5.2.1 Descripción 50
3.5.2.2 Instalación de los *plugins* 50
3.5.2.3 Selección de marca de luminarias 52

3.5.2.4 Submenú *Luminarias* 53
3.5.2.5 Submenú *Lámparas* 55
3.5.2.6 Submenús *Articulaciones* y *Filtros* 56
3.5.2.7 Submenú *Escenas de luz* 56
3.5.2.8 Submenú *Áreas* 57
3.5.2.9 Submenú *Consumo de energía* 57
3.5.3 Menú principal Objetos de cálculo 58
3.5.3.1 Descripción 58
3.5.4 Cálculos 60
3.5.5 Luminarias escogidas para simulación 61
3.5.5.1 Descripción 61
3.5.5.2 Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 61
3.5.5.3 Disano Illuminazione 840 LED panel 62
3.5.5.4 Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7w 63
3.5.5.5 Disano Illuminazione Roma 4 64
3.5.5.6 Disano Illuminazione 3116 Ghost LED 65
3.5.5.7 Disano Illuminazione Rio 66
3.5.6 Renderizado 3D 67
3.5.7 Raytracer 68
3.5.8 Paseo virtual 69
3.6 Estudio de amortización 69
3.6.1 Descripción 69
3.6.2 Consideraciones 69
4 Cálculos y resultados 71
4.1 Descripción 71
4.2 Estudio de campo 71
4.2.1 Mediciones de la instalación actual 71
4.2.1.1 Zona de Trabajo 1. Zona de guardias 72
4.2.1.2 Zona de trabajo 2. Aytía. M. y Of. de PRL y Seguridad Operativa (PRL-SEGOP) 72
4.2.1.3 Zona de trabajo 3. Zona de ocio 73
4.2.1.4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito 74
4.2.2 Valoración del estado de la instalación actual 74
4.2.2.1 Zona de trabajo 1 74
4.2.2.2 Zona de trabajo 2 75
4.2.2.3 Zona de trabajo 3 75
4.2.2.4 Zona de trabajo 4 76

4.2.2.5 Valoración general....76
4.2.3 Análisis de dimensionamiento de la instalación actual....76
4.2.3.1 Zona de trabajo 1....77
4.2.3.2 Zona de trabajo 2....77
4.2.3.3 Zona de trabajo 3....78
4.2.3.4 Zona de trabajo 4....79
4.2.3.5 Valoración de los resultados....79
4.3 Diseño CAD....79
4.3.1 Planos....79
4.3.1.1 Plano de situación general....79
4.3.1.2 Layout general Escuela Naval Militar....79
4.3.1.3 Plano de ubicación....79
4.3.1.4 Planos base de la construcción....79
4.3.1.5 Planos de disposición actual de luminarias....79
4.3.1.6 Planos de numeración de los locales....80
4.3.1.7 Plano de distribución de Zonas de trabajo....80
4.3.1.8 Planos de nueva disposición de luminarias....80
4.3.1.9 Plano 3D del exterior del edificio....80
4.4 Modelado 3D-BIM....95
4.4.1 Descripción....95
4.4.2 Opciones de visualización de los resultados....95
4.4.2.1 Vista de edificio....95
4.4.2.2 Vista por planta....95
4.4.2.3 Vista por local....96
4.4.3 Resultados del Exterior....96
4.4.4 Interior....97
4.5 Simulación....99
4.5.1 Resultados de la simulación....99
4.5.1.1 Zona de trabajo 1....100
4.5.1.2 Zona de trabajo 2....100
4.5.1.3 Zona de trabajo 3....101
4.5.1.4 Zona de trabajo 4....102
4.6 Estudio de amortización....102
4.6.1 Cálculos....102
4.6.2 Valoración de los resultados....105
5 Conclusiones y líneas futuras....106
5.1 Conclusiones....106

5.1.1 Descripción 106
5.1.2 Estudio de campo 106
5.1.3 Diseño CAD 106
5.1.4 Construcción del modelo BIM 107
5.1.5 Diseño de la instalación de alumbrado 107
5.1.6 Simulación y cálculos 107
5.1.7 Estudio de amortización 108
5.2 Conclusión final 108
5.3 Líneas futuras 108
5.3.1 Corto plazo 108
5.3.2 Largo plazo 108
6 Bibliografía 109
Anexo I: Información de las luminarias pertenecientes a la instalación actual 112
Anexo II: Información de las luminarias de la instalación propuesta 120
Anexo III: Informe de la instalación propuesta generado mediante dialux evo 127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Edificio Casino de Alumnos Almirante Bonifaz 11
Figura 1-2. Situación del edificio "Almirante Bonifaz" de la Escuela Naval Militar 12
Figura 2-1. Espectro electromagnético [2] 14
Figura 2-2 Ejemplos de instalaciones de alumbrado general, localizado y suplementario 16
Figura 2-3 Ejemplo de dos configuraciones o encapsulados de células led [16] 17
Figura 2-4 Imagen simplificada del desprendimiento de energía en el retorno del electrón [8] 18
Figura 2-5 Sistemas usados para la obtención de luz blanca. (Fuente: [17]) 19
Figura 2-6. Previsión de gasto energético en EEUU si se desarrolla el DOE SSL Program 20
Figura 2-7 Modelo de madurez y niveles BIM [23] 21
Figura 2-8 Comparativa de DIALux evo y otras versiones de DIAL [27] 23
Figura 3-1 Luxómetro PCE-174 28
Figura 3-2 Fotografía del local nº1. Oficial Comandante de la guarda 31
Figura 3-3 Valores de reflectancia de superficies según acabado, tipo y tonalidad [1] 31
Figura 3-4 Pantalla de inicio de la aplicación web SIXPAC 34
Figura 3-5 Importación de la ortofoto en AutoCAD y escalado 35
Figura 3-6 Odómetro Rolatape RT412D [34] 35
Figura 3-7 Telémetro BOSCH GLM 100C 37
Figura 3-8. Pantalla de inicio de DIALux evo 38
Figura 3-9. Menú Construcción 38
Figura 3-10. Submenú *Terreno* 39
Figura 3-11 Opciones del menú *Terreno* 40
Figura 3-12. Modelo 1ª Planta sin divisiones internas 40
Figura 3-13 División en locales. Modo vista en planta y modo vista renderizado 3D 41
Figura 3-14. Submenú *Aberturas de edificio.* Catálogo de aberturas 41
Figura 3-15 Submenú *Aberturas de edificio*. 42
Figura 3-16 *Submenú Áreas*. Selección de la finalidad del local 42
Figura 3-17 Submenú *Elementos del ambiente.* Colocación de viga maestra 43
Figura 3-18 Submenú *Tejados*. Modos *Vista en planta* (superior) y modo *Rendering* (inferior) 44
Figura 3-19. Submenú *Techos* 45
Figura 3-20 Secuencia de recorte para creación de arco 45
Figura 3-21 Submenú *Muebles y objetos* (Arriba). Selección de objeto en catálogo (Abajo) 46
Figura 3-22 Modelado 3D de objeto no incluido en el catálogo DIALux evo 47
Figura 3-23 Exportación de objeto 3D en formato ACIS 47
Figura 3-24. Importación en DIALux evo de objetos 48

Figura 3-25 Ubicación manual y giro de objetos 48
Figura 3-26 Submenú *Materiales* 49
Figura 3-27 Catálogos de colores (izquierda) y materiales (derecha) 49
Figura 3-28. Menú auxiliar *Fabricantes* 50
Figura 3-29. Selección de fabricante particular 51
Figura 3-30. Catálogo del fabricante Disano Illuminazione 51
Figura 3-31. Selección del tipo de luminaria 52
Figura 3-32. Simulación para elección de fabricante 52
Figura 3-33. Exportación a DIALux evo de luminaria desde plugin 53
Figura 3-34 Acciones de disposición de luminarias 53
Figura 3-35 Proceso de disposición automática de luminarias 54
Figura 3-36. Ajuste de parámetros de la matriz 54
Figura 3-37 Vista previa del efecto de una luminaria 55
Figura 3-38. Submenú *Lámparas* 55
Figura 3-39. Submenú *Filtro* 56
Figura 3-40. Submenú *Escenas de luz* 57
Figura 3-41. Submenú *Consumo de energía* 58
Figura 3-42. Menú *Objetos de cálculo* 58
Figura 3-43.Vista previa de resultados. Diagrama curvas isolux 59
Figura 3-44. Botón de inicio de cálculos 60
Figura 3-45. Proceso de cálculo de resultados 60
Figura 3-46. Botón de Reanudación de cálculos 60
Figura 3-47 Luminaria Disano 731 Minicomfort LED (Fuente: Disano Catalogue) 61
Figura 3-48 Diagrama de radiación polar Disano 731 Minicomfort LED 62
Figura 3-49 Luminaria Disano 840 LED panel 62
Figura 3-50 Diagrama de radiación polar Disano 840 LED panel 63
Figura 3-51 Disano Janus LED Sharp 63
Figura 3-52 Diagrama de radiación polar Disano Janus 7W 64
Figura 3-53 Disano Roma 4 64
Figura 3-54 Diagrama de radiación polar Disano Roma 4 65
Figura 3-55 Disano 3116 Ghost LED 65
Figura 3-56 Diagrama de radiación polar Disano 3116 Ghost LED 66
Figura 3-57 Luminaria Disano Rio 66
Figura 3-58 Diagrama de radiación polar Disano Rio 67
Figura 3-59 Ejemplo de imagen de renderizado antes de calcular (arriba) y después (abajo) 67

Figura 3-60 Segundo ejemplo de renderizado anterior y posterior a los cálculos 68
Figura 4-1. Exterior edificio renderizado y vista en colores falsos 95
Figura 4-2 Vista de la planta baja renderizada y con colores falsos 95
Figura 4-3 Vista por local. Sala central renderizada y en colores falsos 96
Figura 4-4 Renderizado del exterior del edificio “Casino de alumnos Almirante Bonifaz” 96
Figura 4-5. Imágenes renderizadas del interior (Planta Baja) 97
Figura 4-6 Imágenes renderizadas interior Planta alta-Salón de actos 98
Figura 4-7 Imágenes renderizadas interior Planta alta-Sala de proyecciones 99
Figura 4-8. Punto de amortización 104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Diferencias de potencial requeridas para obtener diversos tipos de radiación [15] 18
Tabla 3-1 Zona de trabajo 1. Zona de guardias 25
Tabla 3-2 Zona de trabajo 2. Ayudantía Mayor 25
Tabla 3-3 Zona de trabajo 3. Zonas de ocio 26
Tabla 3-4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito 27
Tabla 3-5 Ficha técnica Luxómetro PCE-174 [31] 28
Tabla 3-6. Formato de hoja de cálculo para mediciones 29
Tabla 3-7. Requisitos de iluminación. Tabla 5.26 de [28] 30
Tabla 3-8 Formato de la hoja de cálculo de análisis-valoración de la instalación actual 30
Tabla 3-9. Coeficientes de utilización [1] 32
Tabla 3-10 Coeficiente de conservación [1] 32
Tabla 3-11 Especificaciones técnicas Rolatape RT412D 36
Tabla 3-12. Especificaciones técnicas Telémetro BOSCH GLM 100 C 37
Tabla 3-13 Especificaciones técnicas Disano 731 Minicomfort LED 61
Tabla 3-14 Especificaciones técnicas Disano 840 LED panel 62
Tabla 3-15 Especificaciones técnicas Disano Janus 7w 63
Tabla 3-16 Especificaciones técnicas Disano Roma 4 64
Tabla 3-17 Especificaciones técnicas Disano 3116 Ghost LED 65
Tabla 3-18 Especificaciones técnicas Disano Rio 66
Tabla 4-1 Mediciones Zona de trabajo 1 72
Tabla 4-2 Mediciones Zona de trabajo 2 72
Tabla 4-3 Mediciones Zona de trabajo 3 73
Tabla 4-4 Mediciones Zona de trabajo 4 74
Tabla 4-5 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 1 74
Tabla 4-6. Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 2 75
Tabla 4-7 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 3 75
Tabla 4-8 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 4 76
Tabla 4-9 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 1 77
Tabla 4-10 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 2 77
Tabla 4-11 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 3 78
Tabla 4-12 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 4 79
Tabla 4-13 Resultados simulación ZT1 100

Tabla 4-14 Resultados simulación ZT2 100
Tabla 4-15 Resultados simulación ZT3 101
Tabla 4-16 Resultados simulación ZT4 102
Tabla 4-17 Horas de funcionamiento por Zonas de Trabajo y Media total 102
Tabla 4-18. Coste económico por recambio total de la instalación actual 102
Tabla 4-19 Costes de reposición anual 103
Tabla 4-20 Coste adquisición- Desembolso inicial Instalación propuesta 103
Tabla 4-21 Consumos y costes anuales 103
Tabla 4-22 Coste acumulado de las instalaciones 104

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Antecedentes

El edificio Casino de alumnos Almirante Bonifaz, situado en la Escuela Naval Militar, cuenta con una instalación de iluminación que ha sido objeto de varias modificaciones parciales. Debido a su naturaleza multipropósito, la construcción alberga diferentes tipos de luminarias que no se interrelacionan en su funcionamiento, ocasionando un desgaste innecesario de recursos. Esto sumado a la necesidad de medidas de austeridad económica, hacen preciso una optimización de los sistemas que intervienen en el proceso iluminativo.



Figura 1-1. Edificio Casino de Alumnos Almirante Bonifaz

1.2 Justificación

El presente documento pretende un doble propósito. Por una parte, y con motivo de la elaboración del Trabajo Fin de Grado, la realización de un proyecto que recoja y muestre los conocimientos adquiridos a lo largo de los estudios cursados, y por otra, la optimización de la instalación de iluminación presente en el edificio anteriormente mencionado.

1.3 Objetivos

El presente documento tiene por objeto el estudio de la instalación actual de alumbrado interior del edificio Casino de Alumnos Almirante Bonifaz, centrándose en la comprobación de los límites establecidos en el marco legal, reseñado a continuación, parámetros como el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI), iluminancia media e índice de deslumbramiento unificado (UGR).

Con los resultados anteriores y haciendo uso de software de simulación fotorrealista y técnicas de modelado BIM, se propondrá una instalación de alumbrado basada en tecnología led.

1.4 Ubicación

El desarrollo del trabajo se circunscribe al ámbito de la Escuela Naval Militar (en adelante, ENM) situada en Marín, en la provincia de Pontevedra.

En concreto, el edificio bajo estudio estará dentro del recinto de la ENM rodeado por el Cuartel de Alumnos Marqués de la Victoria, la Explanada y la Escalera Monumental, en coordenadas 42º 23,7'N y 008º 42,36'W.

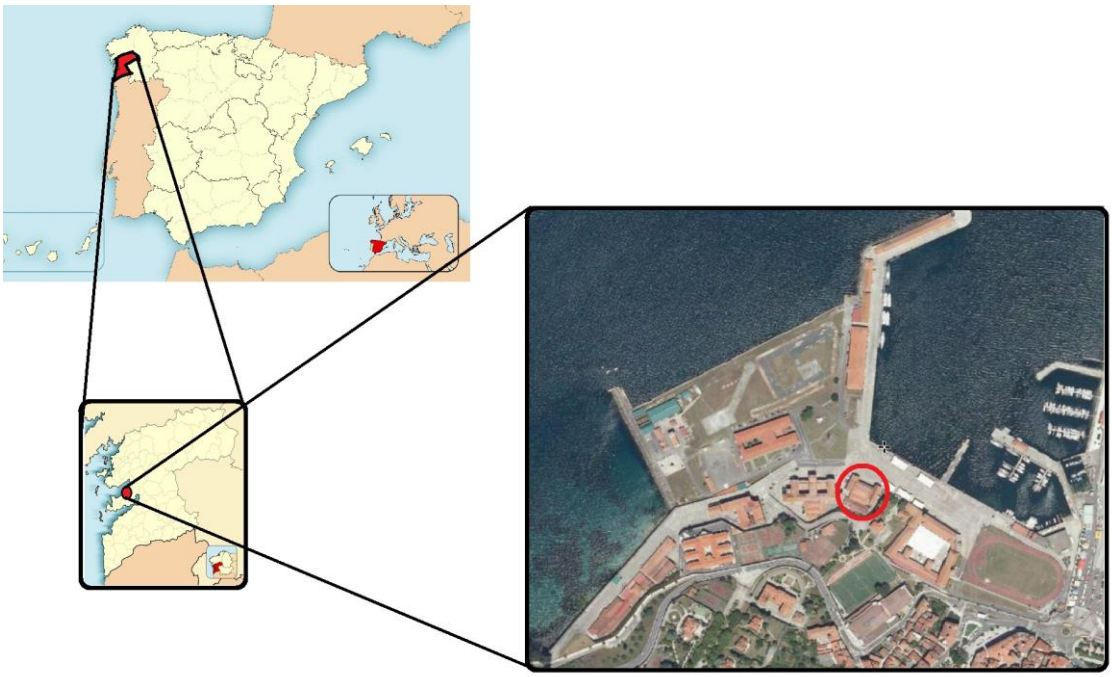


Figura 1-2. Situación del edificio "Almirante Bonifaz" de la Escuela Naval Militar

1.5 Descripción y estructura

El trabajo desarrollado consta de tres partes principales. La primera, una investigación y revisión bibliográfica; seguidamente, un bloque referente a la instalación actual, para finalmente cerrar con una propuesta de nueva instalación de iluminación. En base a estos bloques se estructura de forma general el presente documento. Pormenorizadamente, la memoria se estructurará de la siguiente forma:

- Introducción y Estado del arte: Fundamentación teórica de lo tratado en el trabajo.
- Estudio de campo: Análisis del sistema de iluminación ya instalado.
- Modelado: Creación del modelo BIM del edificio a estudio.
- Simulación: Propuesta de sustitución por instalación LED.
- Estudio económico de amortización.
- Conclusiones

1.6 Marco legal

Debido a la naturaleza multipropósito que tiene el edificio, las directivas y normativas técnicas que tiene que cumplir pertenecen a diversos ámbitos. A continuación, se relacionan las principales:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y el Documento Básico sobre Exigencias Básicas (DB-HE) Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Instrucción 8/2009, de 9 de marzo, del Secretario de Estado de Defensa, por el que se aprueba el Programa Permanente de Eficiencia y Economía de Gasto del Ministerio de Defensa.
- Instrucción 56/2011, de 3 de agosto, del Secretario de Estado de Defensa sobre sostenibilidad ambiental y eficiencia energética en el ámbito del Ministerio de Defensa.
- Resolución de 14 de enero de 2010, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros del 11 de diciembre de 2009, por el que se aprueba el plan de activación de la eficiencia energética en los edificios de la Administración General del Estado.
- Ley 28/2014, de 27 de noviembre, por la que se modifican (…), la ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales, y la Ley 16/2013, de 29 de octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medias tributarias y financiera.
- Norma UNE-EN-12464-1, sobre la iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción

En el presente capítulo, se tratará de definir las nociones básicas necesarias para la consecución del trabajo, empezando por una serie de conceptos y definiciones sobre iluminación interior, continuando con teoría sobre la iluminación led y finalizando con una reseña sobre el modelado BIM y simulación con el software utilizado.

2.2 Iluminación

2.2.1 Definiciones luminotécnicas previas

La luz se podría definir como la radiación de energía electromagnética visible, despedida por una fuente y a la que el ojo humano está acostumbrado [1]. En base a la luz reflejada por las diferentes superficies, una determinada información llegará al órgano de visión, siendo posteriormente procesada por el cerebro en imágenes. A la banda a la que se encuentra acostumbrado el ojo, también denominada banda de espectro visible, pertenecen las radiaciones con longitudes de onda entre 380 y 780 nanómetros, estando limitada por la banda ultravioleta e infrarroja.

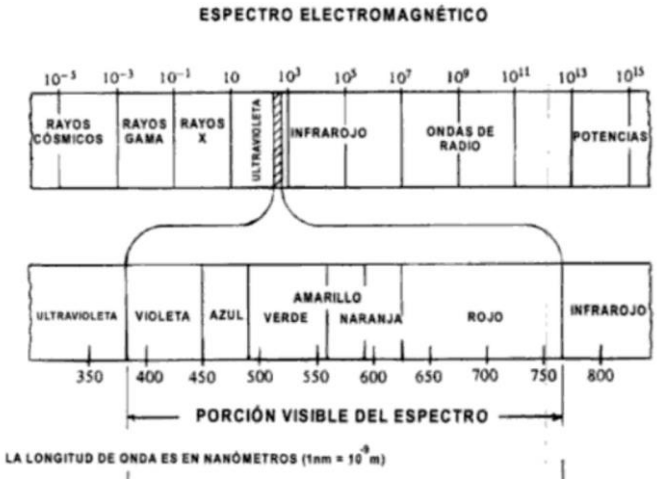


Figura 2-1. Espectro electromagnético [2]

Dentro del espectro visible, la frecuencia de la onda es lo que determina su color. Aquellas con una frecuencia elevada, producirán una sensación de violeta, mientras que aquellas que tengan una frecuencia más baja, presentarán una sensación de rojo.

Asimismo, la temperatura de los cuerpos influye en el color de la luz emitida, siendo roja al comienzo y volviéndose más blanca a medida que va aumentando. Por ello, la temperatura de color de una fuente luminosa puede definirse como "la temperatura absoluta (K) a la que el cuerpo negro emite una radiación luminosa, que impresiona al ojo con un color igual o similar al de la fuente analizada" [1].

Debido a la insuficiencia de la temperatura del color como único medio para definir la calidad cromática de una fuente de luz, la Comisión Internacional de Iluminación (CIE, por sus siglas en francés, *Commission Internationale de l'Éclairage*) incorporó un concepto denominado "índice de rendimiento de color" (IRC o R_a). De esta forma, se tiene en cuenta la composición espectral y no solo la temperatura. En el IRC, se compara la reproducción cromática de una luz con otra fuente patrón, determinándose las diferencias en valor porcentual y considerándose 100% cuando no exista tal diferencia. Los índices de reproducción cromática o de rendimiento de color mínimos de las fuentes de luz, según la CIE, se organizan en tres grupos según su valor [3]; grupo 1, si es mayor o igual a 85; grupo 2, si está entre 70 y 85 y grupo 3 si es inferior a 70.

Como magnitudes y unidades de la luz, se pueden encontrar el flujo luminoso, la intensidad luminosa, iluminancia y el brillo.

El flujo luminoso, Φ, es la energía luminosa por unidad de tiempo y cuya unidad es el lumen (lm). Es un parámetro dado de fábrica para cada fuente de luz. Suele venir acompañado por el rendimiento luminoso o eficacia, siendo la relación entre el flujo que emite y la potencia consumida.

La intensidad luminosa, I, es la variación del flujo luminoso emitido ($d\Phi$) por unidad de ángulo sólido (*dw)* [4]. La variación de lúmenes por estereorradián es denominada también candela, unidad incluida en el Sistema Internacional de Unidades y definida por el NIST [5] como la intensidad luminosa, en una determinada dirección, de una fuente que emite una radiación monocromática de $540 \cdot 10^{12}$ hercios y que tiene una intensidad radiante, en esa dirección, de 1/683 vatios por estereorradián.

Cuando un flujo luminoso afecta a una superficie, ésta se ilumina y, por ende, se define iluminancia o iluminación (E) como la variación del flujo con respecto al área de incidencia. Las unidades son el lux o lumen por metro cuadrado (lumen/m^2).

No se debe de confundir iluminancia con la luminancia o brillo, definida como el "cociente del flujo luminoso que sale, llega o atraviesa un elemento de superficie en un determinado punto y radiado en las direcciones detenidas por un cono elemental que contiene las mismas; dividido por el producto del ángulo sólido del cono y el área de la proyección ortogonal del elemento de la superficie en un plano perpendicular a la dirección dada" [4], es decir, intensidad luminosa emitida por unidad de área de una superficie en una dirección determinada, midiendo por ello, la intensidad tal y como es percibida por el ojo humano y dependiendo de las propiedades de reflexión de las superficies iluminadas. Su unidad son las candelas por metro cuadrado (cd/m^2).

La relación entre la iluminancia de una superficie y su correspondiente luminancia es compleja [6], al depender de la dirección de incidencia del flujo, de la dirección desde la que se observa y de las cualidades inherentes y propiedades de reflexión de la superficie en cuestión.

Las curvas de isoiluminacia o curvas isolux son los lugares geométricos de los puntos de una superficie con un mismo valor de iluminancia. De utilidad para la determinación de la uniformidad en el caso de instalaciones de iluminación interior.

2.2.2 Iluminación de interiores

A la hora de la planificación, la principal diferencia de una instalación de alumbrado interior de una exterior, es la misión que el local a iluminar tiene que cumplir, siendo la normativa y exigencias diferentes para cada tipo. Además, existe un segundo factor subjetivo, pero también requerido según el caso, que comprende un grupo de aspectos estéticos [4].

Para la consecución de una buena iluminación en un local interior, es necesario atender a tres factores considerados como fundamentales:

- Nivel de iluminancia adecuado de acuerdo con la actividad a desarrollar en su interior.
- Distribución adecuada de la luz.
- El tipo de fuente utilizada y los aparatos principal y auxiliares necesarios (luminaria).

Los tres aspectos citados deben de tenerse en cuenta para la toma de decisión sobre las luminarias a emplear y la disposición de las mismas. Atendiendo a este último punto, se puede decir que las instalaciones de alumbrado pueden categorizarse en tres grandes grupos [7]:

- Iluminación general: Trata de conseguir una distribución uniforme del flujo lumínico. Ejemplos son la iluminación de oficinas, aulas, centros comerciales etcétera. (Figura 2-2 A)
- Iluminación localizada: Busca el realzar alguna zona delimitada u objeto particular o limitadas. (Véase Figura 2-2 B)
- Iluminación suplementaria: Proporciona un aumento del nivel de iluminación en la zona de trabajo y se integra con la instalación de alumbrado general. (Figura 2-2 C)

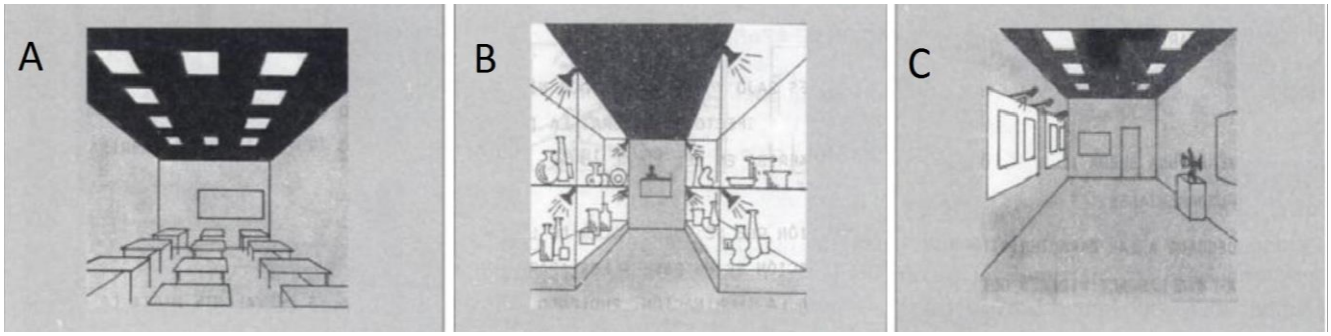


Figura 2-2 Ejemplos de instalaciones de alumbrado general (A), localizado (B) y suplementario (C)

Con las diferentes configuraciones, junto con la elección del tipo y modelo de luminaria, se busca satisfacer unos requisitos considerados mínimos para poder hablar de buena iluminación interior. Entre ellos, destacan los mencionados anteriormente (nivel de iluminancia de acuerdo con la actividad a desarrollar y distribución uniforme) y, además, que el alumbrado sea tal que se puedan crear sombras y contrastes que faciliten la actividad visual, ausencia de efecto estroboscópico y deslumbramiento y con una tonalidad o temperatura de color satisfactoria [7].

Debido a la existencia de períodos en los que se busca austeridad económica y ahorro, resulta interesante añadir como requerimientos los siguientes: eficiencia de las lámparas, rendimiento de las luminarias, costes de amortización, en el caso de cambio de un tipo de instalación a otro, y el coste de mantenimiento de los aparatos elegidos.

2.3 Iluminación LED

2.3.1 Introducción

Se considera que la invención del led (diodo emisor de luz o *light emitting diode*) [8] tuvo lugar en 1962 por cuatro grupos de investigación de la General Electric en Nueva York, el MIT e IBM, al presentar simultáneamente un láser semiconductor led basado en cristales de arseniuro de galio; pero hay evidencias de experimentos anteriores a esa fecha [9].

El uso que se le ha dado a los ledes desde los años 60, pasan por ser indicadores de estado de operatividad de una máquina hasta por ser elemento de comunicación para mandos a distancia.

La gran revolución se produjo a finales de la década de los 1990 en Japón [10], cuando se consigue producir luz blanca basada en led azul. A partir de ese momento, la utilización de la tecnología led en el ámbito lumínico e instalaciones de alumbrado no ha dejado de crecer, convirtiéndose en la alternativa ecológica, económica y eficiente a largo plazo, para la sustitución de determinados tipos de luminarias convencionales. Diversas normativas a nivel de la Unión Europea tratan de regularizar la venta de luminarias que no sean eficientes y aquellas que contengan sustancias nocivas, así como fomentar el *EcoDesign* [11] [12] [13]. De esta forma, se trata de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un total del 20% de las previstas para 2020, según la decisión acordada en el Parlamento Europeo en el ámbito de clima/energía de la denominada "Estrategia Europa 2020" [14].

2.3.2 Funcionamiento de la tecnología led [15]

Los ledes son elementos semiconductores que, cuando se hace circular una corriente eléctrica entre sus extremos, se polarizan, comenzando a emitir luz monocromática con una longitud de onda definida.

La estructura fundamental de los diodos consiste en la unión de dos fracciones de cristal, habitualmente de silicio, en las que se han añadido pequeñas cantidades de impurezas de forma controlada. Las impurezas son de algún metal u otro elemento y se añaden con el fin de obtener semiconductores tipo N y P. Esta parte se encontrará generalmente cubierta por algún tipo de difusor o carcasa que buscará orientar el flujo luminoso en la dirección de interés.

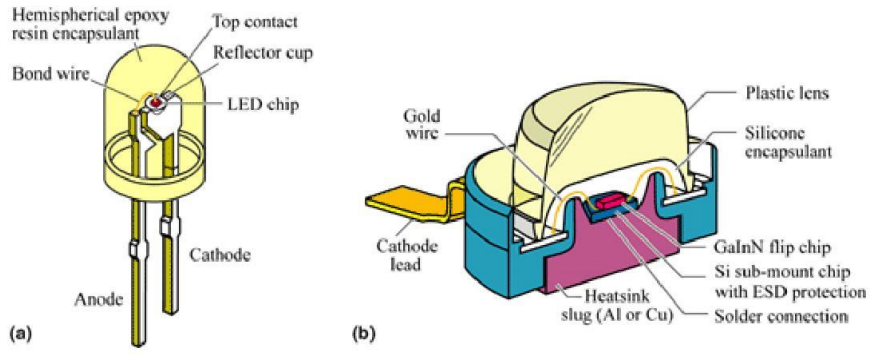


Figura 2-3 Ejemplo de dos configuraciones o encapsulados de células led [16]

Un semiconductor tipo N se obtiene al añadir (dopar) un elemento con cinco electrones en su capa de valencia al cristal de silicio. De esta forma, cuatro de los electrones de la capa de valencia del elemento dopante se comparten con cuatro átomos de la estructura cristalina del silicio, quedando un electrón libre pero dentro de la estructura cristalina. Los electrones libres permiten, por tanto, el establecimiento de un flujo eléctrico, pero más pequeño que el dado en el caso de una unión de átomos de metales.

Los semiconductores tipo P son dopados añadiendo elementos con tres electrones en su capa de valencia, aumentando el número de portadores de carga libre positiva, también denominados "huecos". Esto ocurre debido a que el cristal tendrá una menor cantidad de electrones en la capa ya que, la impureza en lugar de ceder electrones, cede la ausencia de los mismos ("huecos").

Los ledes hacen uso de ambos tipos de semiconductores, conformando lo que se conoce como "unión P-N". En este caso, al hacer circular una corriente eléctrica entre las dos partes, los electrones libres de la fracción N saltan a la banda de conducción del cristal de silicio generándose un exceso de electrones. Cuando alguno de esos electrones de la banda de conducción encuentra un "hueco" en la banda de valencia de la parte P, lo rellena, liberando para ello, el exceso de energía que supone el hecho de estar en esa banda. Dicha energía dependerá del tipo de material dopante con el que esté hecha cada fracción de semiconductor (Figura 2-4).

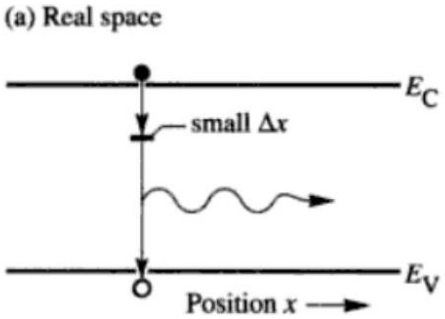


Figura 2-4 Imagen simplificada del desprendimiento de energía en el retorno del electrón [8]

La liberación de energía (E) se realiza en forma de fotones (cuantos de energía discretizada) y es la cantidad de energía lo que determina la frecuencia de oscilación ($\boldsymbol{\upsilon}$) de la radiación y, por ende, el color de la emisión, de forma directamente proporcional. La relación entre estos dos parámetros viene determinada por la Constante de Planck (h), según la ecuación:

$$E = h \cdot \upsilon \quad \textbf{(1)}$$

Ecuación 2-1. Relación energía-frecuencia de una radiación

En general, aun dependiendo del tipo de materiales e impurezas con el que se construyan los semiconductores del led, cuanta menos energía se desprenda de los electrones al incorporarse a la banda de valencia, la luz obtenida posee un color más rojizo debido a la relativa baja frecuencia de la emisión. Sin embargo, cuanto mayor sea el potencial, mayor será la tendencia a obtener una luz más azulada o violácea.

Zona del espectro	Color (Visible humanos)	Diferencia de potencial (V)
Infrarrojo	-	Menor 1.6
Visible	Rojo	1.8-2-2
	Naranja	2.2-2.3
	Amarillo	2.3-2.6
	Verde	2.6-3.2
	Azul	3.0-3.5
	Blanco	3.0-3.5
Ultravioleta	-	Más de 3.5

Tabla 2-1 Diferencias de potencial requeridas para obtener diversos tipos de radiación [15]

El uso del led blanco como fuente de iluminación ha supuesto el comienzo de la denominada *iluminación de estado sólido* (*solid state lighting*), la cual hace uso de los diodos emisores de luz comunes, orgánicos (OLED) y de los basados en polímeros (PLED).

Existen dos métodos genéricos para la obtención de luz blanca a través de ledes. Uno de estos sistemas, denominado RGB o *multichip*, hace uso de tres elementos con tres longitudes de onda diferentes, los correspondientes a los colores rojo (R), verde (G) y azul (B), que se mezclan para obtener el blanco. El otro sistema (*one chip system*) consiste en la utilización de un led azul o uno con una longitud de onda próxima a la banda ultravioleta, junto con un elemento fluorescente. Para ejemplo gráfico, véase Figura 2-5.

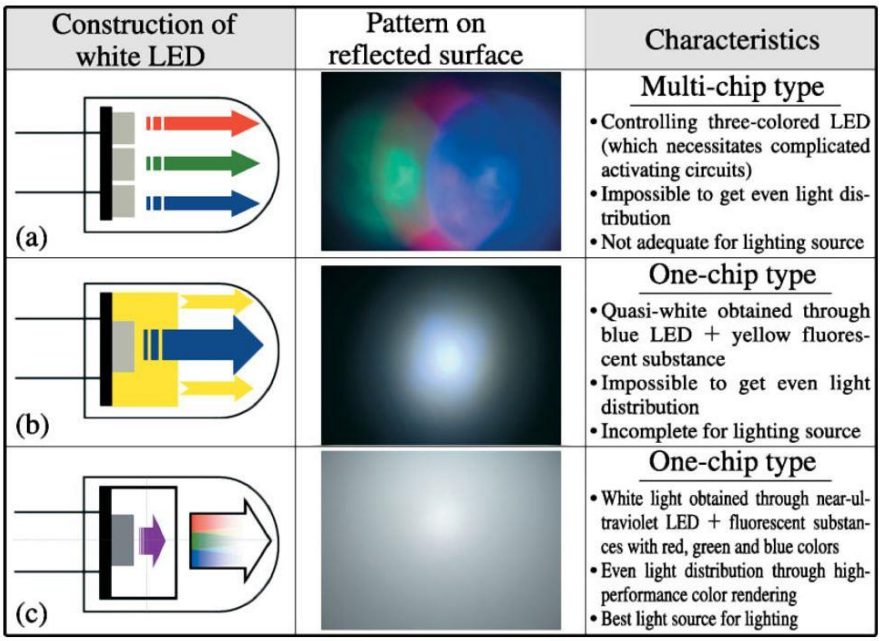


Figura 2-5 Sistemas usados para la obtención de luz blanca. (Fuente: [17])

Para su uso como elemento de iluminación, el sistema más empleado es el tercero descrito en la Figura 2-5 (c). La luz blanca se consigue por la combinación de los colores RGB, los cuáles son radiados al estimular una sustancia fluorescente con una radiación cercana a la ultravioleta, a través del fenómeno de fotoluminiscencia. Este sistema fue descubierto en 1997 por el doctor ingeniero e investigador Tsunemasa Taguchi [10] [17].

En años posteriores se ha conseguido aumentar la eficiencia más de 10 veces, sin embargo, el gran problema de la utilización de ledes como elemento de iluminación es el descenso gradual de su eficacia con el tiempo, al ser más sensibles al calor, tanto al que producen como al existente en el ambiente. Las investigaciones actuales se desarrollan en dos vías paralelas; una busca seguir aumentando sus capacidades, mientras que la otra intenta encontrar formas eficientes para la disipación del calor.

A pesar de su relativo alto precio actual con respecto a otros tipos en el mercado, se espera que vayan bajando en los sucesivos años, así como su producción aumentando y, por ende, su tasa de penetración en el mercado. Según el *Department of Energy* (DOE) de los Estados Unidos, el cambio a iluminación led puede suponer un fuerte ahorro energético si se desarrolla su plan de Iluminación en Estado Sólido (*Solid State Lighting Program, SSL program)* según las previsiones recogidas en [18]. El ahorro podría suponer un 40% con respecto al previsto en 2030 si no se hiciese el cambio a la tecnología led. Además, si se siguiesen los objetivos del DOE se podría llegar a un 20% adicional, lo que significaría un ahorro total del 60% del previsto, como se puede ver en la Figura 2-6.

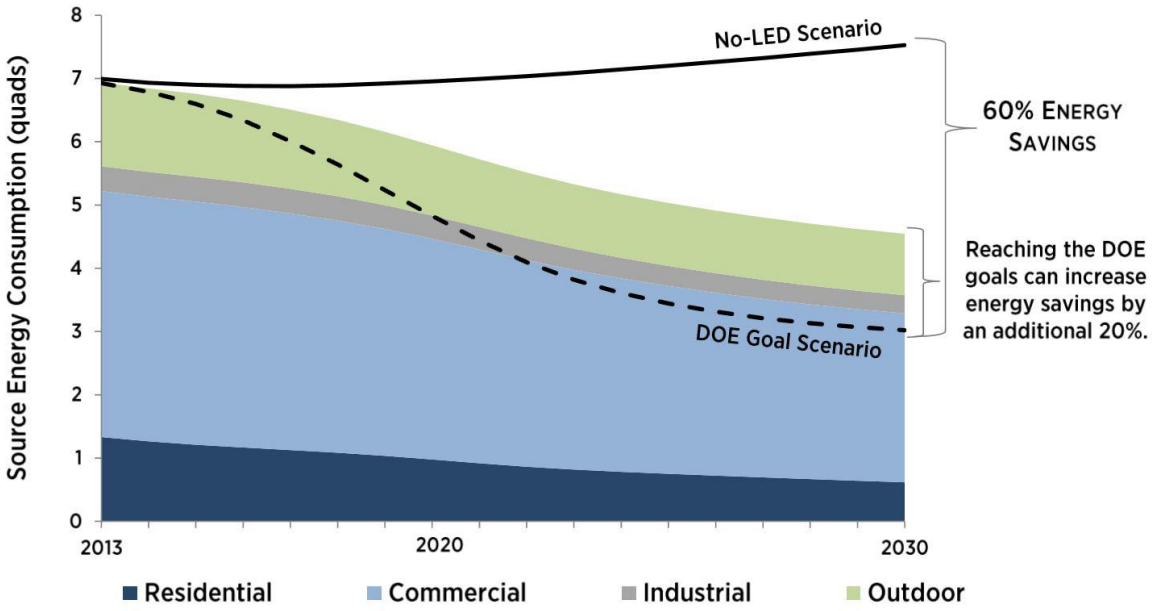


Figura 2-6. Previsión de gasto energético en EEUU si se desarrolla el DOE SSL Program

2.4 BIM

2.4.1 Introducción

El *Building Information Modelling* (BIM) es una metodología de trabajo que integra software, bases de datos y modelos en tres dimensiones para la representación de edificios y construcciones de forma virtual, con el fin de hacer estudios simulados de la interacción de todos sus componentes, estructuras e instalaciones. Según la National Building Information Modelling Standard-US Committee (NBIMS-US™), el BIM es "una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Como tal, sirve como un recurso de saber compartido de la instalación, conformando una base de confianza sobre la que tomar decisiones durante su ciclo de vida, desde su inicio en adelante" [19].

Sin embargo, la diversidad de definiciones diferentes sobre lo que engloba o no el BIM, es en sí mismo una barrera a su expansión, haciendo que su difusión sea más lenta de lo esperado [20]. Sería necesario, por tanto, la fijación de una definición común para poder aprovechar y cuantificar de una forma más real los beneficios que supone el BIM en los proyectos.

En la última década se ha desarrollado especialmente esta metodología, convirtiéndose en la nueva forma de diseñar nuevas construcciones y edificaciones, así como su utilización para el mantenimiento posterior de los mismos. Gobiernos e instituciones de varias naciones comienzan a requerir los *BIModellings* para sus proyectos, siendo el Gobierno del Reino Unido un ejemplo de ello. Desde 2014 en adelante, toda concesión de contrato requiere que los miembros de las diferentes áreas implicadas colaboren entre sí a través del uso de un "modelo 3D BIM completamente colaborativo" [21].

2.4.2 Niveles BIM

La característica que explica su proliferación es poder incluir software que permita la simulación y dirección del proyecto (PM, *Project Management*) y no sólo el modelado geométrico del mismo. Según Aouad et al. [22] se conforma de esta forma el "nD BIM" como una extensión del BIM que incorpora información sobre diversos aspectos del modelo a lo largo de todo su ciclo de vida. Se entiende por 5D BIM como un modelo 3D que incluye información sobre la planificación y

programación del proyecto (la cuarta D) e información para estimar el desarrollo del proyecto real a partir del modelo (la quinta D).

En la Figura 2-7 se muestra el modelo de madurez BIM en el que se pueden observar los diferentes niveles que son necesarios para poder llegar al que integra e interopera todos los sistemas e informaciones, incluyendo a nivel web. Es considerado el máximo nivel de integración AECO (*Archiquecture, Engineering, Construction y Owner*), es decir, entre las cuatro partes que toman acción en un modelo BIM.

El modelo fue obra de Mark Bew y Mervyn Richards en 2008 y adoptado como oficial por el organismo británico UK Government Construction Client Group (GCCG) en 2011 [23]. En ese documento se busca la definición de los niveles de la manera más exacta posible, para así intentar evitar las ambigüedades que el término BIM supone.

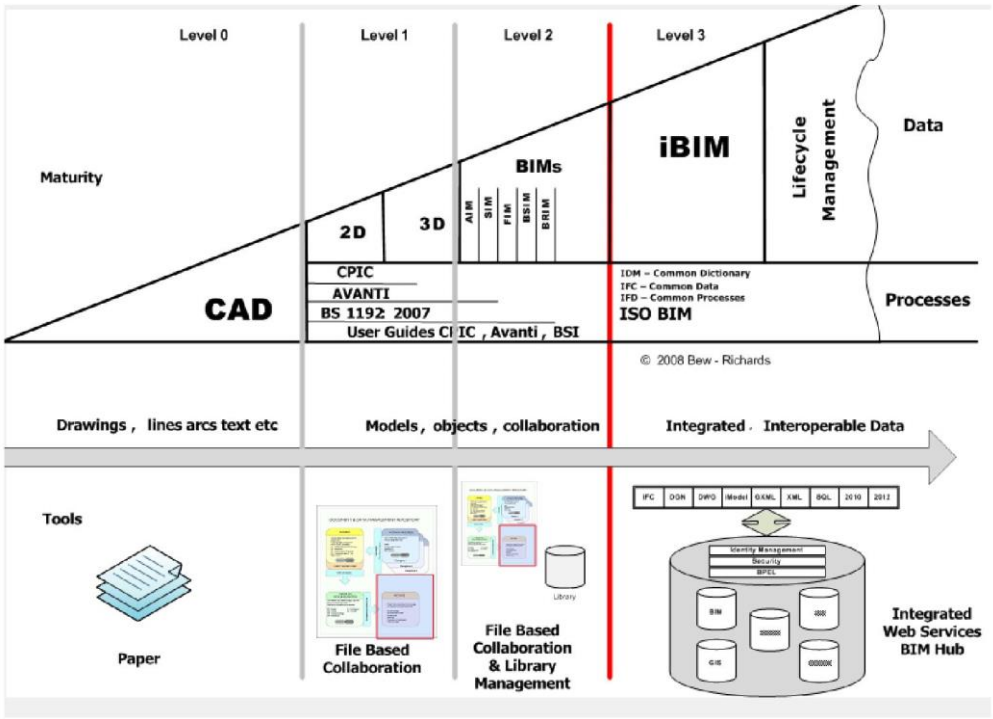


Figura 2-7 Modelo de madurez y niveles BIM [23]

El "nivel 0" contiene todo tipo de documentación relativa al proyecto, pero en formato físico (papel), creado a mano o con ayudas CAD. El "nivel 1" incluye documentación 2D y 3D en formato digital pero que no hace uso de una base de datos detallada. El "nivel 2" puede ser considerado como el comienzo del BIM propiamente dicho, al incluir la base de datos o librerías y la interrelación entre los elementos del Nivel 1. El "nivel 3" o "iBIM" (*intelligent BIM*), todavía se encuentra en fase de definición como tal, concierne todo aquello que permita la dirección o gestión del proyecto a lo largo de todo su ciclo de vida [24].

2.4.3 Pilares del BIM

A lo largo de todo el proceso de creación de modelos BIM, en cualquier nivel de los anteriores, se busca una serie de objetivos, que pueden tomarse como los pilares sobre los que se asienta la metodología. Arayici et al. [25] proponen utilizar siete principios *lean* como pilares de la estrategia de implementación BIM y éstos son: tratar de eliminar lo no necesario para un proyecto, aumentar el *feedback* o retroalimentación entre las partes, retrasar las decisiones hasta que haya consenso, entrega rápida (sin retrasos), delegar en el equipo, que los resultados sean fiables y transparentes y, por último, tener una visión del "todo" como conjunto.

2.4.4 Beneficios del uso de BIM

El gran beneficio del Modelado de Información para la Edificación (BIM) es la obtención de un modelo 3D con una base de datos que contiene toda la información relativa a la arquitectura, ingeniería, construcción y diseño de las instalaciones de todo el proyecto. Esto permite la inclusión de cambios en cualquier el ámbito de los anteriores señalados y lo más destacado, cuando sea necesario.

La detección de colisiones en los modelos [24] es uno de los grandes problemas del proceso de diseño tradicional, en los que identificar las intersecciones entre los elementos es una de las tareas más complicadas. Este problema sufrió un gran avance con el desarrollo del CAD (*Computer Aided Design*) y los modelos virtuales 3D. La integración de la detección de colisiones en modelos 3D BIM es el siguiente paso. Los algoritmos que usa están basados en los renderizados de la industria del videojuego y gráficos computarizados, dando prioridad a la exactitud sobre la rapidez, y todo ello, siguiendo los estándares y prácticas de la ingeniería. Esto supone importantes ahorros económicos y en tiempo tanto en las fases de diseño como construcción.

Las multidimensiones [24] que puede tomar el BIM (BIM nD), es otra de las ventajas de las que dispone. La programación de tareas (hacer uso del "tiempo" como variable), las estimaciones (como pueden ser de costes de mano de obra o de materias primas), la gestión de las instalaciones y datos relativos a la sostenibilidad le otorgan la cuarta, quinta, sexta y séptima dimensiones.

2.5 Software de simulación-DIALux evo

2.5.1 Historia

DIALux evo es un software desarrollado por la empresa alemana DIAL, cuya actividad comenzó en el año 1989 estableciendo un laboratorio fotométrico en el que se desarrollaban análisis de las luminarias del momento. Éstos se centraban en la obtención de las curvas de distribución de luz y otras mediciones de valores fotométricos [26].

En el año 1994, se crea el software DIALux, cuya función es la de convertirse en herramienta de planificación lumínica en constante actualización y soporte, y sobre el que las empresas del sector pueden presentar sus innovaciones.

Después de sucesivas actualizaciones, en el año 2010, DIALux había alcanzado los 400.000 usuarios en 180 países y 135 empresas colaboradoras presentaban los datos luminotécnicos de sus luminarias a través de sus *plugins*.

Desde octubre de 2012 está disponible la nueva versión de DIALux, DIALux evo.

A fecha de enero de 2016, DIAL da soporte a las dos versiones de su programa, pudiéndose descargar gratuitamente las versiones DIALux evo 5.2 y DIALux 4.12.0.1.

2.5.2 DIALux evo

El objetivo de la presentación de una nueva versión de DIALux es la utilización de una nueva arquitectura del software y la posibilidad de una planificación de no abarque únicamente un local, si no todo el inmueble o edificio que lo aloja.

Con la introducción de este nuevo software, DIALux comienza su acercamiento a la metodología BIM, al poder integrar la planificación lumínica interior y exterior simultáneamente, pasando a calcularse como un todo en lugar de sumas de espacios separados.

La interacción entre los espacios y sus elementos y la existencia de escenas más grandes exigieron un nuevo núcleo de cálculo y una nueva representación de los modelos, generándose así DIALux evo.

El método de cálculo que incluye el núcleo del DIALux evo es diferente al empleado en sus versiones anteriores y otros programas de cálculo luminotécnico, que era denominado *radiosity* [27].

El método *radiosity* [27] calcula el intercambio de energía entre las superficies de la escena, dividiendo cada una de ellas en fragmentos a analizar, conformando una malla. Este reticulado se conforma de una manera más fina o ajustada en las zonas donde se produzcan grandes diferencias de luminancia, por medio del *adaptative meshing,* consiguiendo que el efecto después del renderizado sea el más cercano posible a la realidad. De esta forma, se reducen los tiempos de cálculo y procesado. Sin embargo, en los métodos de medición *in situ* contemplados en las normativas [28] se hacen uso de mallados estáticos, lo que provoca un desajuste entre los resultados obtenidos en la simulación con respecto a la realidad, que es solucionado con la inclusión de mayor cantidad de puntos de cálculo.

Este método plantea, por tanto, dos desventajas: Por un lado, el tiempo necesario para el cálculo en escenas de gran tamaño o si bien en escenas pequeñas, aquellas que sean complejas en cuanto a su geometría. Por otro lado, el método solo tiene en cuenta de manera fiable los materiales con reflexiones difusas, no tanto para superficies especulares o translúcidas.

El nuevo método de cálculo empleado en el DIALux evo se denomina *photonshooter*. Según la distribución de la luz, ésta es distribuida a lo largo de las superficies visibles. En ellas, los fotones son reflejados especular o difusamente, absorbidos o transmitidos dependiendo de las cualidades de las mismas. A continuación, se realiza un análisis de densidad de los fotones contenidos en estas superficies afectadas. A partir de esta estimación y del contenido energético de la misma, se obtienen los datos luminotécnicos como iluminancia y luminancia. Los problemas que puede presentar esta metodología pasan por precisar más tiempo en escenas con geometrías simples que en el caso de *radiosity* y puede ocurrir también que el número de fotones lanzados no sea suficiente para que alcancen todos los puntos necesarios de las superficies. En escenarios complejos, el tiempo requerido disminuye con respecto a su antecesor, incluso, pudiendo calcular en un tiempo aceptable escenas que el homólogo no podía (Figura 2-8). La optimización de este algoritmo se centra en afinar el número de fotones necesarios en función de la situación de manera dinámica.

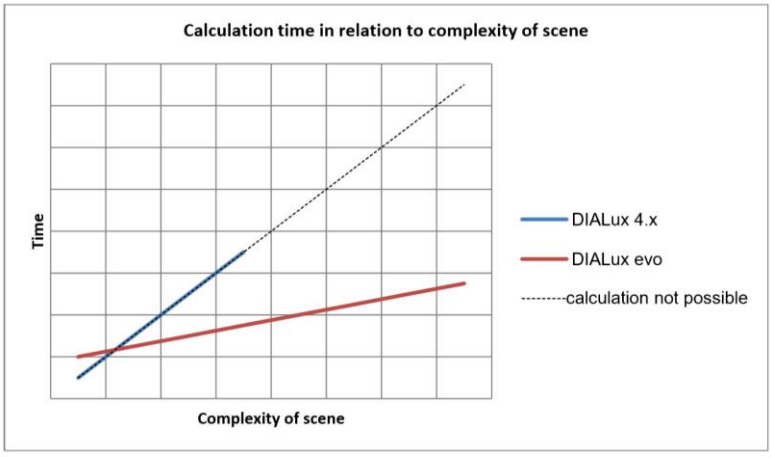


Figura 2-8 Comparativa de DIALux evo y otras versiones de DIAL [27]

Las ventajas del nuevo método en escenas complejas fueron demostradas [27] con la realización de diversos test como el CIE 171:2006 [29] . En ellos se demuestran que es capaz de cumplir en escenas simples con una desviación inferior al 1% de los valores teóricos y en la mayor parte de los test de escenas complejas, los resultados entran dentro de los valores permitidos, incluso dentro de las tolerancias de la medición. Por otro lado, no se puede garantizar un 100% de exactitud en el cálculo ya que, al disponer de un número finito de fotones disparados, no asegura que estos alcancen pequeñas superficies en grandes escenas. Sin embargo, la mayor parte de esos problemas suceden en los test con escenas complejas no contempladas en la norma CIE 171:2006, con cuyos test si se demuestra una respuesta robusta y exacta de las escenas simuladas.

3 DESARROLLO

3.1 Introducción

En este apartado se pretende desarrollar el estudio luminotécnico de la instalación actualmente presente en el edificio Casino de Alumnos Almirante Bonifaz y la proposición de cambio de tecnología a iluminación led, haciendo uso de software específico para el modelado BIM del lugar en cuestión y simulación del mismo, atendiendo a su viabilidad económica y amortización.

3.2 Estudio de campo

3.2.1 Descripción

En este apartado se desarrollará el estudio de las magnitudes luminotécnicas presentes en el edificio con la instalación actual. A lo largo del mismo, se realizarán mediciones en los diferentes locales que conforman la estructura para, posteriormente, determinar los parámetros contemplados en las diversas normas y verificar su cumplimiento.

3.2.2 Datos previos

Para poder desarrollar el estudio completo de la iluminación, es necesario el conocimiento de una serie de datos específicos que afectarán directamente a los cálculos del mismo y en su proceso de medición. Entre ellos, son necesarios datos arquitectónicos de los locales (longitud, ancho y altura), datos de uso de los mismos y datos lumínicos puntuales como factores de reflexión de las superficies.

3.2.3 Definición zonas de trabajo

Con el fin de desarrollar una evaluación de la instalación actual y debido a la naturaleza multipropósito del edificio, se procede a la división del mismo en zonas de trabajo según su utilización. En el apartado 4.3.1.5 se puede consultar una distribución gráfica de las mismas.

En la clasificación a continuación relacionada, se proceden a enumerar los locales que conforman cada zona de trabajo junto con sus datos arquitectónicos y su correspondiente índice de local (K), a partir del cual se establecerá el número mínimo de puntos que será preciso medir con el luxómetro.

La fórmula para la obtención del índice (K), aparece recogida en [30] y se trata de la siguiente:

$$K = \frac{L \times A}{H \times (L + A)} \quad \textbf{(2)}$$

En la que L es la longitud del local, A la anchura y H la distancia del plano trabajo-luminarias.

3.2.3.1 Zona de trabajo 1. Zona de guardias

En este lugar de trabajo se encuentran los locales destinados a albergar al personal que se encuentra de guardia. Debido a su naturaleza, es una zona en la que la iluminación permanece encendida un horario laboral más extenso que el horario de oficina, habiendo locales que se encuentran en funcionamiento las veinticuatro horas del día. Asimismo, se encuadran aquí los locales que realizan una función auxiliar al personal de guardia, como los aseos o los locales de descanso. En la Tabla 3-1 se incluyen recogidos los locales que conforman la Zona de trabajo 1.

Zona de trabajo 1		**ZONA DE GUARDIAS**					
Núm.	Nombre	Dimensión 1 (m)	Dimensión 2 (m)	Altura (m)	Plano útil (m)	Altura útil (m)	Índice K
1	Of. Comte. Gª	3,79	5,35	2,85	0,8	2,05	1,08
2	Suboficial Gª	3,99	2,91	2,85	0,8	2,05	0,82
3	[redacted]	3,99	2,72	2,85	0,8	2,05	0,79
10	Pasillos Z. Guardias 1	1,04	2,83	2,85	0	2,85	0,27
10	Pasillos Z. Guardias 2	4,15	1,54	2,85	0	2,85	0,39
10	Pasillos Z. Guardias 3	3,84	4,9	3,4	0	3,4	0,63
10	Sala descanso Guardia	3,8	6,22	2,85	0,8	2,05	1,15
11	Subalterno Of. Comte. Gª	2,67	2,62	2,85	0,8	2,05	0,65
23	Sala descanso Of. Comte. Gª	3,8	2,1	2,2	0,8	1,4	0,97
24	Aseo Masculino Gª	1,3	1,9	2,85	0,8	2,05	0,38
25	Aseo Femenino Gª	2,1	1,6	2,85	0,8	2,05	0,44
26	Escribiente	2,55	2,48	2,85	0,8	2,05	0,61
27	SACOMAR	2,25	1,65	2,85	0,8	2,05	0,46

Tabla 3-1 Zona de trabajo 1. Zona de guardias

3.2.3.2 Zona de trabajo 2. Ayudantía Mayor

En la zona de trabajo 2 se encuadran las oficinas, despachos y demás dependencias pertenecientes a la Ayudantía Mayor de la ENM. A excepción de los lugares de tránsito y los sanitarios, el resto se clasifican como oficinas en las que se maneja documentación. La Tabla 3-2 recoge los locales que conforman esta zona de trabajo.

Zona de trabajo 2:		**AYUDANTÍA MAYOR y PRL**					
Núm.	Nombre	Dimensión 1 (m)	Dimensión 2 (m)	Altura (m)	Plano útil (m)	Altura útil (m)	Índice K
16	Despacho 1	3,87	3,11	2,7	0,8	1,9	0,91
17	Hall	3,87	4,8	2,7	0	2,7	0,79
18	Pasillo	1,64	8,35	2,7	0	2,7	0,51
19	Despacho Aydnte. Mayor	3,95	7,78	2,7	0,8	1,9	1,38
20	Despacho 2	3,95	4,45	2,7	0,8	1,9	1,10
21	Aseos	3,95	3,98	2,7	0,8	1,9	1,04
22	Oficina	12,4	5,55	2,6	0,8	1,8	2,13
53	Aseo Oficina PRL	1,5	4,58	2,5	0,8	1,7	0,66
54	Oficina PRL 2ªPlanta	4,69	5,73	2,5	0,8	1,7	1,52
55	Hall PRL	2,8	2,5	3,2	0	3,2	0,41
56	Despacho OF. PRL	2,7	2,95	2,5	0,8	1,7	0,83

Tabla 3-2 Zona de trabajo 2. Ayudantía Mayor

3.2.3.3 Zona de trabajo 3. Ocio

La zona de trabajo denominada por el número 3 (Tabla 3-3), contiene todos aquellos locales destinados al ocio y esparcimiento de los alumnos de la ENM. Se incorporan, además, los locales auxiliares a los anteriores, como pueden ser zonas de tránsito y aseos, incluyendo la particularidad de los locales que conforman la cantina, que presta su servicio en dichas zonas.

Zona de trabajo 3:		**OCIO**					
Núm.	Nombre	Dimensión 1 (m)	Dimensión 2 (m)	Altura (m)	Plano útil (m)	Altura útil (m)	Índice K
5	Antesala-Recibidor	10,5	5,6	4,4	0	4,4	0,8300
6	Hall	4,1	4,42	4,4	0	4,4	0,4834
7	Cámara GM	7,42	7,95	3,2	0,8	2,4	1,5991
9	Salón Central	24,75	10,2	4,4	0	4,4	1,6416
12	Almacén 1	1,26	1,16	2	0,8	1,2	0,5033
13	Cartería	2,53	5,54	2,3	0,8	1,5	1,1579
14	Cartería 2	1,33	5,54	2,3	0,8	1,5	0,7150
15	Ropero	1,7	5,54	2,3	0,8	1,5	0,8672
29	Aseos Femeninos	2,92	5,54	2,4	0,8	1,6	1,1951
	WC 1	1,95	1,17	2,5	0,8	1,7	0,4301
	WC 2	1,95	1,25	2,5	0,8	1,7	0,4481
	WC 3	1,95	1,3	2,5	0,8	1,7	0,4588
	WC 4	1,95	1,22	2,5	0,8	1,7	0,4415
	WC 5	1,95	1,3	2,5	0,8	1,7	0,4588
30	Comedor-Barra	14,34	9,91	3	0,8	2,2	2,6637
31	*Aspirantera*	12,42	9,92	5,2	0,8	4,4	1,2534
32	Aseos Masculinos	3,75	5,15	2,25	0,8	1,45	1,4965
	WC 1	2,04	0,95	2,2	0,8	1,4	0,4630
	WC 2	2,04	0,95	2,2	0,8	1,4	0,4630
	WC 3	2,04	0,95	2,2	0,8	1,4	0,4630
	WC 4	2,04	0,95	2,2	0,8	1,4	0,4630
	WC 5	2,04	0,95	2,2	0,8	1,4	0,4630
33	Almacén Limpieza	2,18	3,45	3,4	0,8	2,6	0,5138
34	Pasillo Aseos Masc.	2,18	1,6	2,95	0	2,95	0,3128
35	Pasillo Peluquería	1,5	4,6	2,95	0	2,95	0,3834
36	Peluquería	6,56	4,66	2,95	0,8	2,15	1,2672
37	Cocina Cantina	4,08	3,01	2,5	0,8	1,7	1,0189
38	Almacén Cantina	6,81	2,67	2,5	0,8	1,7	1,1282
39	Aseos personal Cantina	4,95	2,46	2,5	0,8	1,7	0,9667
50	Cámara GM 2ªPlanta	7,86	8,23	3,4	0,8	2,6	1,5463
51	*Fragatera*	7,9	8,23	3,4	0,8	2,6	1,5503

Tabla 3-3 Zona de trabajo 3. Zonas de ocio

3.2.3.4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito

A esta zona pertenecerán aquellos locales cuya misión es la de ser utilizados como lugares de reunión con finalidades formativa o institucional, además de todos aquellos auxiliares precisos para el desempeño de la función de los principales. En la Tabla 3-4 se recogen los locales que pertenecen a dicha zona de trabajo, con sus datos arquitectónicos y su índice de local correspondiente.

Zona de trabajo 4:		**MULTIPROPÓSITO**					
Núm.	Nombre	Dimensión 1 (m)	Dimensión 2 (m)	Altura (m)	Plano útil (m)	Altura útil (m)	Índice K
4	Sala de visitas	10,2	7,98	3,2	0,8	2,4	1,8655
8	Escaleras Salón actos	5,05	5,94	4,3	0,8	3,5	0,7799
42	Cámara Canarias	7,07	5,25	3,3	0,8	2,5	1,2051
43	Repostería C. Canarias	2,73	1,9	2,5	0,8	1,7	0,6590
44	Aseo 2ªPlanta	2,73	1,77	2,5	0,8	1,7	0,6316
45	Auxiliar Sala Proyecciones	2,73	1,3	2,5	0,8	1,7	0,5180
46	Sala de Proyecciones	11,37	8	3,4	0,8	2,6	1,8061
47	Salón de actos	22	14,3	6,4	0,8	5,6	1,5476
48	Escaleras Sala proyecciones	5,46	5,15	3,4	0,8	2,6	1,0193
49	Pasillo Salón actos	24,6	2,78	3,6	0	3,6	0,6938

Tabla 3-4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito

3.2.4 Métodos de medición

Existen dos procedimientos diferentes para poder realizar los cálculos luminotécnicos de una instalación de alumbrado interior:

El conocido como método de las iluminancias puntuales, utilizado generalmente por programas informáticos, consiste en el cálculo de los valores puntuales de iluminancia de los grupos de puntos indicados en una zona de interés, utilizando para ello, las leyes de iluminación horizontal y vertical.

El procedimiento tradicional, que puede ser realizado sin necesidad de software, es el denominado como método de los lúmenes. Para realizar el estudio de campo se ha utilizado este procedimiento, cuyos pasos son los siguientes:

- Determinación del nivel de iluminación según utilidad del local
- Cálculo del índice del local (ya realizado en el punto 3.2.3)
- Selección tipo de alumbrado y luminaria
- Cálculo de coeficientes o factores de utilización y mantenimiento
- Cálculo del flujo luminoso requerido
- Determinación del número de luminarias necesarias
- Emplazamiento y distribución de las luminarias

Este procedimiento, válido también para ser empleado en el diseño de una nueva instalación, será en este caso, el utilizado para comprobar el estado de la instalación actual y si la distribución es la adecuada dadas las características de cada local.

3.2.5 Equipo empleado

El dispositivo utilizado para realizar las mediciones de iluminancia consiste en un luxómetro, de uso profesional, de la casa PCE Ibérica S.L. Empleado habitualmente en la industria, la agricultura e investigación, también es usado para determinar el nivel de iluminación en puesto de trabajo y demás ambientes interiores y exteriores.



Figura 3-1 Luxómetro PCE-174

Se trata de un instrumento de precisión capaz de medir lux y candelas por metro cuadrado (*footcandle, fc*). Sus características técnicas pueden consultarse en la Tabla 3-5.

Especificaciones técnicas Luxómetro PCE-174

Rangos	400,0 / 4000 lux 40,00 / 400,0 klux 40,00 / 400,0 / 4000 / fc – 40,00 kfc
Resolución	0,1 / 1 / 10 / 100 lux 0,01 / 0,1 / 1 / 10 FootCandle
Precisión	±5 % del valor de medición ±10 dígitos (<10.000 lux) ±10 % del valor de medición ±10 dígitos (>10.000 lux)
Reproducibilidad	±3 %
Memoria	16000 valores
Actualización de pantalla	1,5 cada segundo
Condiciones ambientales	0-40ºC / 80%HR
Pantalla	LCD de 3¾ dígitos
Alimentación	Batería de 9V
Dimensiones	Aparato: 203 x 75 x 50 mm (ancho x alto x profundo) Sensor de luz: 115 x 60 x 20 mm (ancho x alto x profundo)
Peso	280 g
Normativas	Seguridad: IEC-1010-1; EN 61010-1 EMV: EN 50081-1; EN 50082- 1 Correspondiente DIN 5031; DIN 5032

Tabla 3-5 Ficha técnica Luxómetro PCE-174 [31]

3.2.6 Mediciones de iluminancias de los locales

A partir de los índices de local (K) de cada estancia, y de acuerdo con el Documento Básico del Código Técnico relativo a la Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación (DB-HE3), se determina el número mínimo de puntos de medición de cada local según un reparto cuadriculado simétrico, según lo siguiente [30]:

- 4 Puntos si K<1
- 9 Puntos si 2>K≥1
- 16 Puntos si 3>K≥2
- 25 Puntos si K≥3

Se ha confeccionado una hoja de cálculo en la que se recogen los valores de las mediciones de cada local en función de su zona de trabajo. Además, en las dos columnas de la derecha de la tabla, pueden observarse los resultados extraídos a partir de dichas mediciones. Consisten en la iluminancia media (E_m), iluminancia mínima y uniformidad (U_m) de cada uno de los locales, obtenidos a través de las siguientes fórmulas:

$$E_m = \frac{\sum_1^n E_n}{n} \quad \textbf{(3)}$$

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_m} \quad \textbf{(4)}$$

A continuación, se muestra como ejemplo, una de las entradas de la hoja de cálculo confeccionada para realizar la primera parte del estudio de campo:

Zona de trabajo 1: ZONA GUARDIAS			Mediciones (lux)									Resultados		
Nº local	Nombre local	Nº Min mediciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Em (lux)	Emin (lux)	Um
1	Of. Comte. Gª	9	180	228	130	270	300	274	300	388	235	256,1	130	0,51

Tabla 3-6. Formato de hoja de cálculo para mediciones

3.2.7 Análisis de los datos

Con los valores obtenidos se procede a comprobar si estos cumplen con los requisitos especificados en la norma española UNE-EN 12464-1 de 2012 [28], versión oficial de la Norma Europea EN 12464- 1 de 2011. En el apartado número cinco de citada norma se encuentran las tablas, ordenadas por ámbito de aplicación, que recogen los requisitos de iluminación para cada tipo de local.

El local anterior, el utilizado como ejemplo, se encuentra encuadrado en la Zona de Trabajo 1, dentro de la cual los locales son del tipo de "Oficina" (a excepción de los aseos, salas de descanso y pasillos) y por ello, la tabla a la que están referidos es la Tabla 5.26.

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9

Tabla 3-7. Requisitos de iluminación. Tabla 5.26 de [28]

Los valores a satisfacer en los diferentes locales que conforman la zona de guardias, son 500 lux a 0,8 metros del suelo; una uniformidad de 0,6; el índice de reproducción cromática (CRI) como mínimo 80 y un UGR límite de 19.

Se ha creado una hoja de cálculo en la que se recogen los datos de cada local del edificio, agrupados por Zona de Trabajo. Tomando como datos de entrada los contenidos en las tablas del punto 3.2.5 de la presente memoria, dicha hoja de cálculo realiza una comparación de los datos lumínicos de cada local con los valores límite de la Norma, indicando finalmente si cumple o no con todos los requisitos.

Además, se ha tenido en cuenta, en la hoja de cálculo, el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación del local (VEEI), no de una manera excluyente, si no meramente orientativa. Al tratarse de un edificio de construcción anterior a la redacción del Documento Básico Ahorro de energía (DB HE3) del Código Técnico de Edificación, no sería necesaria la aplicación del mismo.

La eficiencia energética de un sistema de iluminación, se obtendrá mediante el VEEI por cada 100 lux, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad \textbf{(5)}$$

En la que P será la potencia de la lámpara más los equipos auxiliares de los que dependa (W), S la superficie iluminada (m^2) y E_m la iluminancia media horizontal mantenida (lux).

A continuación, se muestra la hoja de cálculo tipo empleada para la realización de la valoración y análisis por zona de trabajo y local. Los campos de la instalación (E_m, U_m y Ra) se comparan individualmente con su valor homólogo indicado por la norma (E_r, U_r y Ra_m), otorgando una primera conclusión. Finalmente, en la columna "Valoración final", se tiene en cuenta el resultado global de las comparaciones individuales, de tal forma que es necesario que todos los campos cumplan con su requisito para que la valoración final sea positiva.

Zona de trabajo 1: ZONA GUARDIAS		Cumplimiento de Requisitos EN 12464-1:2011 y DBHE-03											
Nº Local	Nombre	E_m (lux)	E_r (lux)	Cumple	U_m	U_r	Cumple	Ra	Ra_m	Cumple	Valoración Final	VEEI	$VEEI_r$
1	Of. Comte. Gª	256	500	NO	0,51	0,6	NO	72	80	NO	NO CUMPLE	5,5	3,0

Tabla 3-8 Formato de la hoja de cálculo de análisis-valoración de la instalación actual

Los datos correspondientes a los demás locales de la zona de trabajo 1 y resto de zonas de trabajo, se incluirán como resultados en el apartado 4 de la presente memoria.

3.2.8 Optimización de la instalación actual

Ante las valoraciones desfavorables, se procede a realizar una optimización de la instalación de alumbrado actual, determinando el número y disposición de luminarias que correspondería, utilizando el Método de los lúmenes.

En el caso de los locales de la zona de trabajo nº1, los tipos de luminarias instaladas son de radiación directa, siendo por tanto aquellas cuyo flujo luminoso bajo su plano horizontal es como mínimo el 90% del flujo útil de dicha fuente.

Siguiendo con el local Nº1 como ejemplo, y una vez determinados los niveles de iluminancia necesarios y el índice del local (K), los siguientes pasos son la selección del tipo de luminaria y el cálculo de los coeficientes o factores de utilización y conservación. La Figura 3-2 ilustra una fotografía del local, con sus características y distribución.

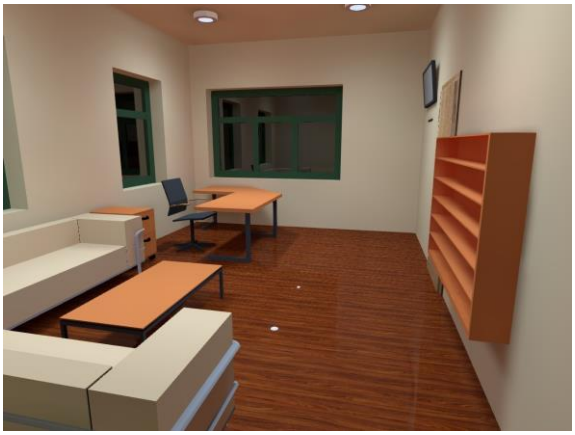


Figura 3-2 Fotografía del local nº1. Oficial Comandante de la guarda

Para poder proseguir, es necesario saber las reflectancias de las superficies del local, tanto techo como paredes y suelo. La Figura 3-3 indica los valores aproximados de reflectancia en función del acabado y color o tonalidad de las superficies.

MATERIAL	REFLECTANCIA (%)
Mortero claro	35 a 55
Mortero oscuro	20 a 30
Hormigón claro	30 a 50
Hormigón oscuro	15 a 25
Arenisca clara	30 a 40
Arenisca oscura	15 a 25
Ladrillo claro	30 a 40
Ladrillo oscuro	15 a 25
Mármol blanco	60 a 70
Granito	15 a 25
Madera clara	30 a 50
Madera oscura	10 a 25
Espejo de vidrio plateado	80 a 90
Aluminio mate	55 a 60
Aluminio anodizado	80 a 85
Acero pulido	55 a 65
Techo acústico (según orificios)	50 a 65

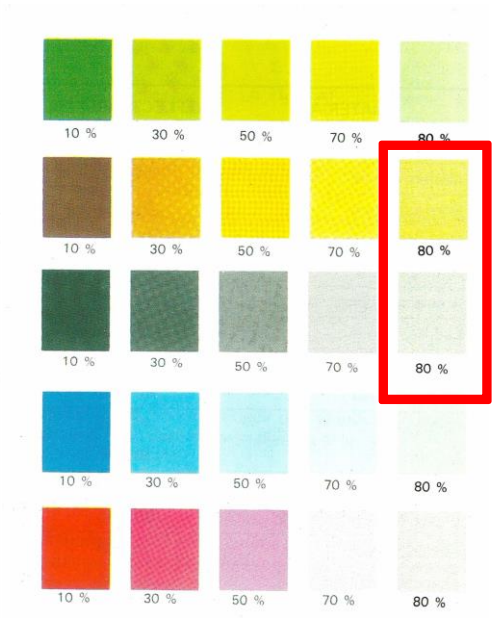


Figura 3-3 Valores de reflectancia de superficies según acabado, tipo y tonalidad [1]

Los valores del local serán: 80% para techo y paredes y 10-20% para suelo de acuerdo a su naturaleza y color, como se puede apreciar en las Figura 3-2 y 3-3.

El coeficiente de utilización es una relación entre el flujo útil que llega al plano de trabajo y el flujo total proporcionado por la luminaria. Habitualmente, se determina mediante el uso de tablas, que además consideran las reflectancias de las superficies, el índice de local y el tipo de luminaria.

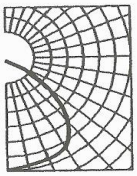
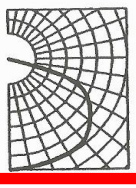
Tipo de alumbrado y distribución	Distancia entre luminarias	Reflectancia %	Techo										
			80	80	80	50	50	80	80	80	50	50	30
			Paredes										
		Índice del local (K)	80	50	30	50	30	80	50	30	50	30	30
			Suelo										
			30	30	30	30	30	10	10	10	10	10	10
DIRECTO (Haz medio) (intensivo) 	d ≤ 1,2 h	0,6	0,72	0,48	0,42	0,47	0,42	0,68	0,47	0,41	0,47	0,41	0,40
		0,8	0,85	0,61	0,54	0,59	0,53	0,80	0,59	0,53	0,58	0,52	0,52
		1	0,94	0,69	0,62	0,67	0,61	0,87	0,67	0,61	0,65	0,60	0,59
		1,25	1,01	0,78	0,71	0,75	0,69	0,92	0,75	0,68	0,73	0,68	0,66
		1,50	1,05	0,83	0,75	0,80	0,74	0,96	0,80	0,73	0,77	0,72	0,71
		2	1,11	0,91	0,84	0,87	0,81	1,00	0,86	0,80	0,84	0,79	0,78
		2,5	1,15	0,97	0,90	0,92	0,87	1,02	0,91	0,85	0,88	0,83	0,82
		3	1,18	1,02	0,96	0,96	0,91	1,04	0,94	0,89	0,91	0,87	0,86
		4	1,21	1,09	1,02	1,02	0,96	1,05	0,97	0,94	0,95	0,91	0,90
		5	1,23	1,12	1,06	1,04	1,00	1,06	1,00	0,96	0,97	0,94	0,92
DIRECTO (Haz ancho) 	d ≤ 1,2 h	0,6	0,63	0,39	0,33	0,39	0,33	0,61	0,38	0,34	0,37	0,33	0,32
		0,8	0,78	0,53	0,45	0,51	0,45	0,74	0,51	0,45	0,50	0,45	0,44
		1	0,88	0,62	0,54	0,60	0,54	0,82	0,60	0,53	0,58	0,53	0,52
		1,25	0,95	0,71	0,63	0,68	0,62	0,88	0,68	0,62	0,66	0,60	0,60
		1,50	1,02	0,78	0,70	0,76	0,69	0,93	0,75	0,68	0,72	0,68	0,66
		2	1,10	0,89	0,81	0,85	0,78	0,98	0,83	0,77	0,80	0,77	0,74
		2,5	1,14	0,96	0,88	0,91	0,85	1,01	0,89	0,83	0,85	0,82	0,80
		3	1,17	1,01	0,94	0,95	0,89	1,03	0,92	0,87	0,88	0,86	0,84
		4	1,21	1,07	1,01	1,00	0,95	1,04	0,96	0,92	0,93	0,90	0,89
		5	1,23	1,12	1,06	1,03	0,98	1,05	0,99	0,95	0,96	0,93	0,92

Tabla 3-9. Coeficientes de utilización [1]

Para el cálculo del coeficiente de utilización, se entra en una tabla (como la mostrada Tabla 3-9) con el tipo de radiación que proporciona la luminaria y con el valor de índice de local (K) que más se aproxime al valor del local que se había obtenido en la Tabla 3-1. En el caso del local nº1, utilizado como ejemplo, será radiación directa de haz ancho y 1,05 de valor de índice de local. De esta forma se obtiene como coeficiente de utilización el valor 0,82.

El siguiente paso consiste en la determinación del coeficiente de conservación. Éste atiende a dos factores: al nivel de mantenimiento y al tipo de luminaria. El primero considera el grado de suciedad y polvo que hay en el ambiente y si la tasa de reposición se realiza en función de su vida útil o si se realiza cuando alguna lámpara ya está fundida. El segundo factor, se refiere al grado de aislamiento que posee la luminaria con respecto al ambiente, si sus lámparas están en contacto con el aire o si están aisladas. En función de estas consideraciones se obtiene el segundo coeficiente necesario al cruzar los datos señalados en la Tabla 3-10.

TIPO DE MANTENIMIENTO	COEFICIENTE DE CONSERVACIÓN			
	Luminaria **AL AIRE**	Luminaria **ABIERTA**	Luminaria **CERRADA**	Luminaria **ESTANCA**
Bueno	0,70	0,75	0,80	0,90
Medio	0,60	0,60	0,70	0,80
Malo	0,50	0,50	0,55	0,70

Tabla 3-10 Coeficiente de conservación [1]

En el local nº1, las condiciones de mantenimiento son de tipo medio, al realizarse la sustitución de las lámparas una vez se hayan fundido y debido a que la limpieza de las mismas no es frecuente. El tipo de luminaria que hay instalada es de tipo abierto, lo que supone que el valor del coeficiente conservación es de 0,6.

Una vez calculados todos los coeficientes y sabiendo el nivel medio de iluminación que precisa el plano útil y su superficie, se procede a determinar el flujo luminoso requerido a través de:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_C} \quad \textbf{(6)}$$

Siendo Φ_T el flujo luminoso total (lm), E_m el nivel medio de iluminación (lux), S la superficie del local (m^2), C_u coeficiente de utilización y C_c coeficiente de conservación.

El siguiente paso es la determinación del número de lámparas necesario, utilizando para ello, la ecuación 7. En ella, Φ_T es el flujo total requerido y Φ_1 es el flujo luminoso de una lámpara:

$$n = \frac{\Phi_T}{\Phi_1} \quad \textbf{(7)}$$

En el caso del local nº1, el valor del flujo total necesario es de 20610 Lm, que teniendo en cuenta el rendimiento luminoso del conjunto luminaria-lámpara, 0,9 otorgado por el fabricante, supone un flujo luminoso necesario de 22900 lúmenes.

Las características de la lámpara instalada se encuentran en el Anexo I: Información de las luminarias pertenecientes a la instalación actual. Según las mismas, el flujo que aporta cada una de las lámparas del local nº1 tiene un valor de 1050 lm. Por tanto, de acuerdo con la ecuación 7, el número de lámparas necesarias sería de 22 unidades. Teniendo en cuenta que las lámparas se encuentran en luminarias divididas en grupos de 4, serían necesarias 6 luminarias para que se pudiesen satisfacer las necesidades de flujo requeridas. Actualmente, se encuentran situadas 4 luminarias con 4 lámparas cada una, lo que significa que el flujo que aportan es insuficiente, repercutiendo, por tanto, en las medidas luminotécnicas.

Se ha procedido análogamente con el resto de locales y los resultados serán presentados en el Apartado 4 *Cálculos y resultados* de la presente memoria.

3.3 Diseño CAD

3.3.1 Introducción

Al objeto de poder proceder con el desarrollo del modelo 3D, es necesaria la delimitación de la zona de trabajo por medio de planos. Por ello, a través de ortofotos importadas en software CAD, se consiguen realizar los planos de ubicación del edificio en relación al área que pertenece. En este apartado se explicará el proceso seguido para el desarrollo de los planos.

3.3.2 Planos de emplazamiento y ortofotos

3.3.2.1 Descripción

El primer paso consiste en la obtención de las imágenes satélite que servirán como base en el software CAD. Para ello, se recurre a una aplicación web denominada *SIXPAC*, acrónimo de *Sistema de Información Xeográfica de Parcelas Agrícolas*, dependiente del Fondo Galego de Garantía Agraria (FOGGA) a su vez organismo adscrito a la Xunta de Galicia [32].

El SIXPAC es la base de datos oficial de referencia para la identificación de parcelas agrícolas en la Comunidad Autónoma de Galicia. Hace uso de mapas, documentos catastrales y otras referencias cartográficas utilizando sistemas informatizados de información geográfica con cobertura de ortofotos (ortoimágenes). La principal ventaja que ofrece este tipo de imágenes es que representan una zona o superficie con todos los elementos en la misma escala, esto es, sin deformaciones y, por tanto, con la validez de un plano cartográfico. Se consigue por medio de fotografías o imágenes aéreas corregidas para presentar una proyección ortogonal de la superficie.

3.3.2.2 Desarrollo

Una vez se accede a la aplicación web [33], se ingresa en la opción “Buscar”, dentro del menú “Consultas”, el nombre del municipio donde se encuentra ubicada la institución (Escuela Naval Militar de Marín) a la que pertenece el edificio a estudio. En la Figura 3-4, se recoge una captura de pantalla del proceso.

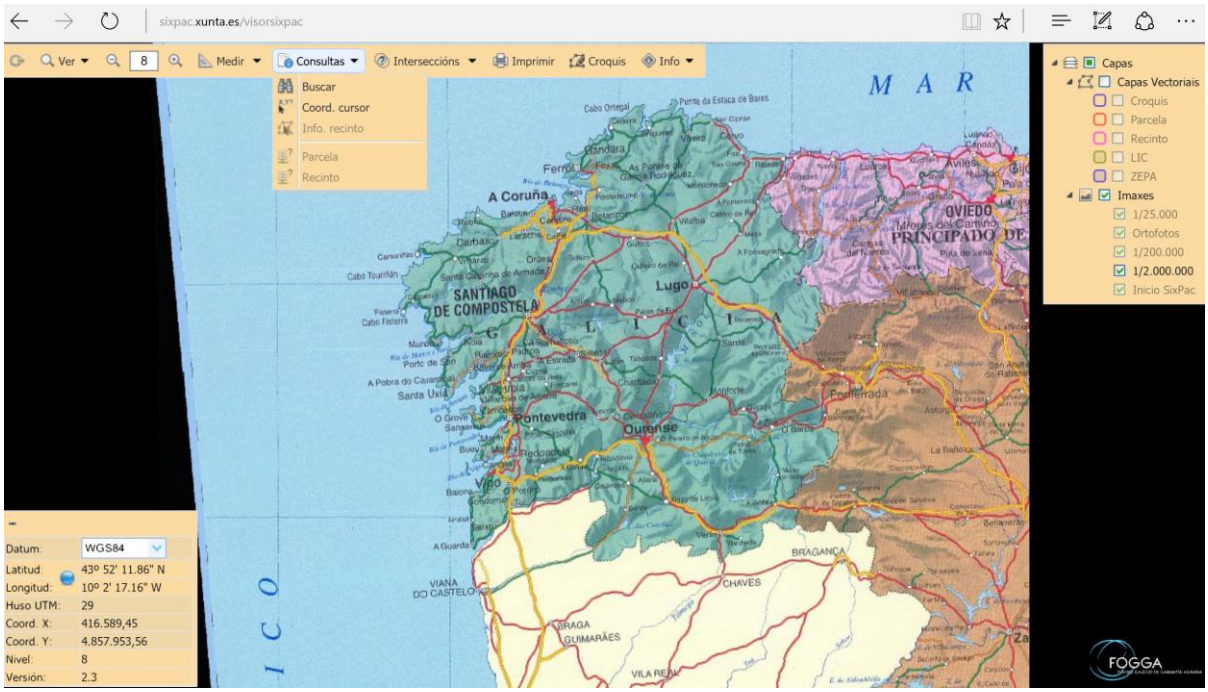


Figura 3-4 Pantalla de inicio de la aplicación web SIXPAC

La búsqueda de la zona, también, se puede realizar directamente haciendo *scroll* sobre la zona aproximada e ir ajustando a medida que el detalle del mapa sea mayor. Una vez alcanzado el nivel deseado, se procede a la captura de la ortofoto y a su importación en el AutoCAD.

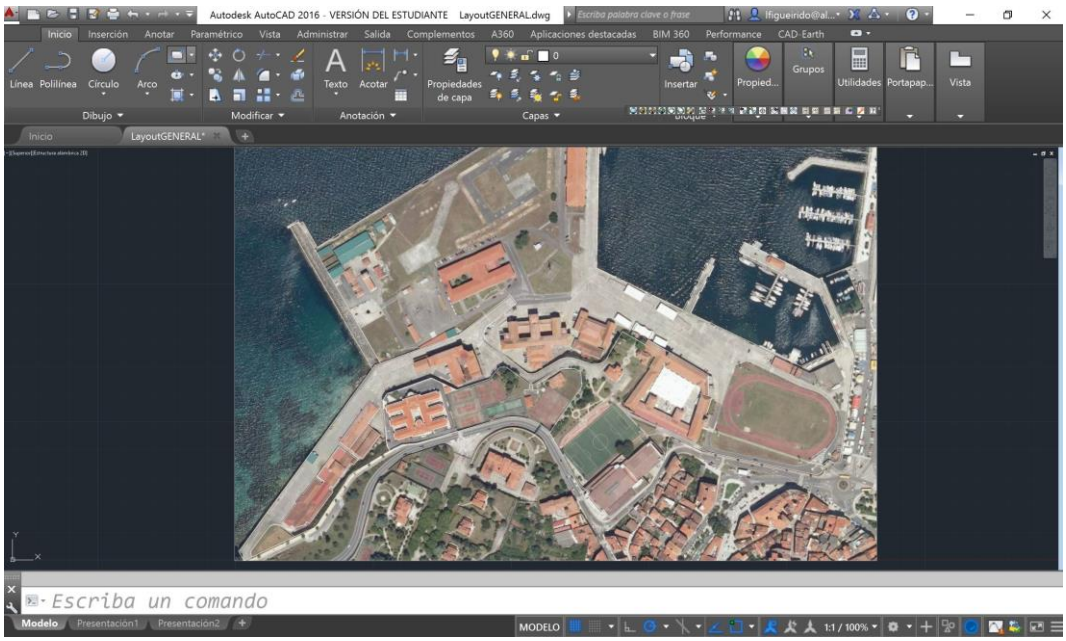


Figura 3-5 Importación de la ortofoto en AutoCAD y escalado

Para poder operar con ella de una forma fiable dentro del software CAD, se realiza un escalado de la misma utilizando medidas reales tomadas sobre el terreno. Para ello, se compara la misma distancia sobre la ortofoto que la correspondiente en la realidad, obteniéndose el factor de escala a aplicar en todo el plano, haciendo uso de un odómetro.

Finalmente, se procede al trazado de los planos utilizando como base las imágenes ortogonales obtenidas a través de este procedimiento El resultado de los planos obtenidos por este método será mostrado en el apartado 4 de la presente memoria.

3.3.2.3 Equipo utilizado

El equipo utilizado, Rolatape RT412D, consiste en un odómetro destinado a varios sectores, entre otros, industrial y constructivo. Dispone de una batería con autonomía suficiente para más de 30 horas y función de apagado automático después de tres minutos de inactividad. La lectura de las mediciones se realiza cómodamente gracias a la pantalla digital con memoria de las últimas cuatro. A continuación, se muestran una foto del equipo y sus especificaciones técnicas.



Figura 3-6 Odómetro Rolatape RT412D [34]

Especificaciones técnicas Odómetro Rolatape RT412D	
Unidades de medida	Pies
	Pulgadas
	Metros
	Centímetros
Tipo de contador	Digital
Perímetro de la circunferencia	3,4 pies
	1,036 metros
Diámetro	1 pie
	0,3048 metros
Empuñadura	Telescópica de 3 partes
	Min: 26,5 pulgadas
	Máx.: 40 pulgadas
Peso	3,5 libras

Tabla 3-11 Especificaciones técnicas Rolatape RT412D

3.4 Modelado 3D-BIM

3.4.1 Introducción

Una vez realizado el estudio de campo, se ha podido verificar que los locales que conforman cada zona de trabajo no disponen de luminarias que se ajusten a sus necesidades particulares o bien, la distribución de las mismas no es la adecuada. La intención de este apartado es la de crear un modelo BIM, en tres dimensiones, que sirva como plataforma sobre la que se realizará un rediseño de la instalación de alumbrado.

Para el desarrollo de este apartado, se ha procedido, primeramente, con la verificación de unos planos en formato AutoCAD; se han realizado unas correcciones de los mismos; se han importado al software principal DIALux evo, para finalmente, levantar el modelo 3D del edificio.

3.4.2 Verificación de los planos con AutoCAD y medición de alturas

3.4.2.1 Descripción

La primera etapa del modelado 3D del edificio consiste en obtener un plano en dos dimensiones, que servirá como base para la colocación de las paredes y resto de elementos BIM.

Al disponer de unos planos de las dos plantas creados con anterioridad al desarrollo de este trabajo, se procede a una verificación del contenido de los mismos. Para ello, se realiza una inspección visual de los locales y de los valores de sus dimensiones, subsanando los errores que pudiesen presentar.

3.4.2.2 Equipamiento utilizado

La comprobación de las dimensiones y toma de alturas interiores y exteriores, se realizó por medio de un telémetro láser de uso profesional de la casa BOSCH. En concreto, se trata del modelo *GLM 100C Professional*, cuyas especificaciones técnicas se relacionan a continuación. Entre las funciones de las que dispone, se encuentran, además de la medición de distancias horizontales, alturas, ángulos y superficies.



Figura 3-7 Telémetro BOSCH GLM 100C

Especificaciones técnicas Telémetro BOSCH GLM 100 C

Diodo láser	635 nm, <1Mw
Margen de medición	0,05-100 m
Clase de láser	2
Exactitud de la medición habitual	+/- 1,5 mm
Margen de medición del inclinómetro	0-360º (4x90º)
Exactitud de la medición	+/- 0, 2º
Tiempo de medición	< 0,5 s
Tiempo máximo de medición	4 s
Alimentación	1 Batería de litio de 3,7 V (1250mAh)
Peso	0,14 kg
Memoria	50 +1
Dimensiones	111 x 51 x 30 mm
Unidades de medida	m/cm/mm
Transmisión de datos	Bluetooth™ 2.1 con dispositivos iOS y Android

Tabla 3-12. Especificaciones técnicas Telémetro BOSCH GLM 100 C

3.4.3 Importación de planos a DIALux evo

Una vez se inicia, el programa DIALux evo ofrece la posibilidad de elegir entre varias opciones según la naturaleza del proyecto. De entre las opciones, se encuentra la planificación de proyectos de iluminación interiores y exteriores de edificios, vías públicas, locales individuales o bien importar un plano en formato *.dwg* (AutoCAD). Al disponer de los planos en planta del edificio, se procede a seleccionar esta última opción.

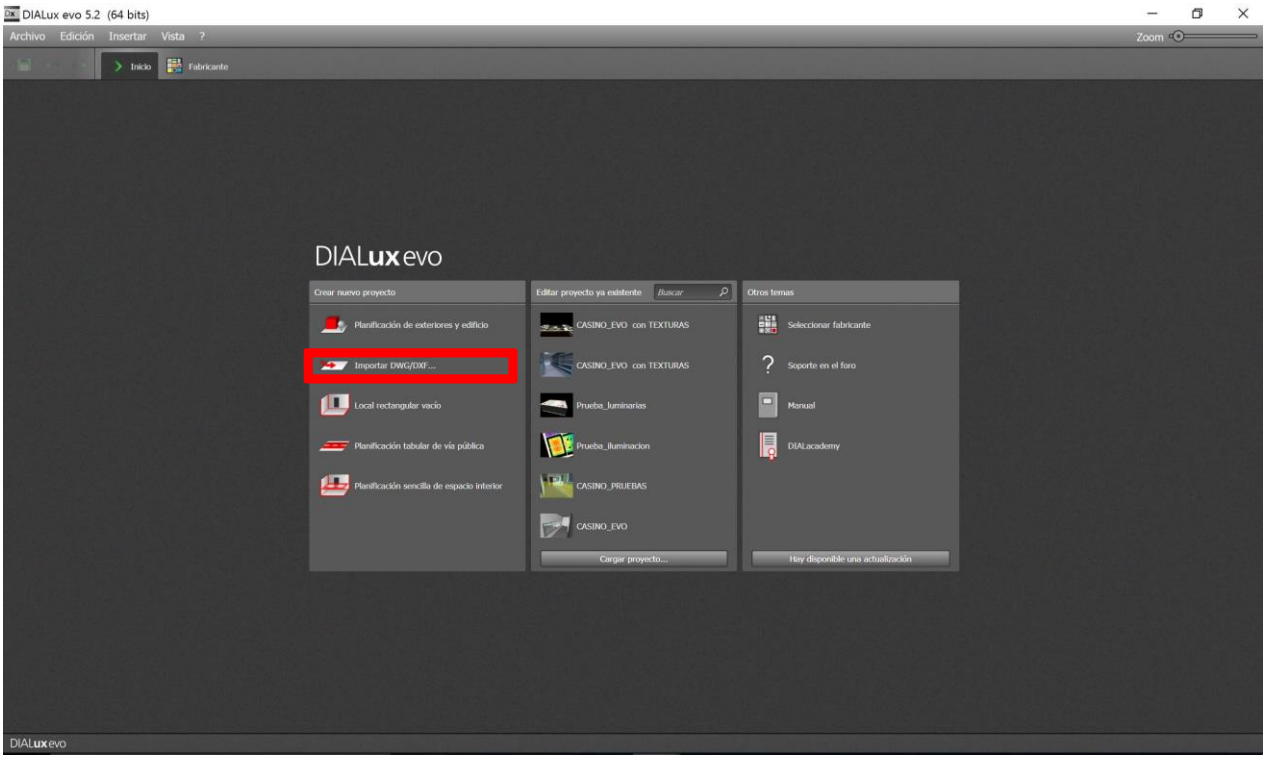


Figura 3-8. Pantalla de inicio de DIALux evo

3.4.4 Menú principal Construcción

Una vez realizada la importación del plano en formato *.dwg*, DIALux evo se configura para el siguiente punto que es el comienzo de la construcción en 3D. Automáticamente, el programa se coloca en la pestaña *Construcción*, primer menú de los seis principales seleccionables.

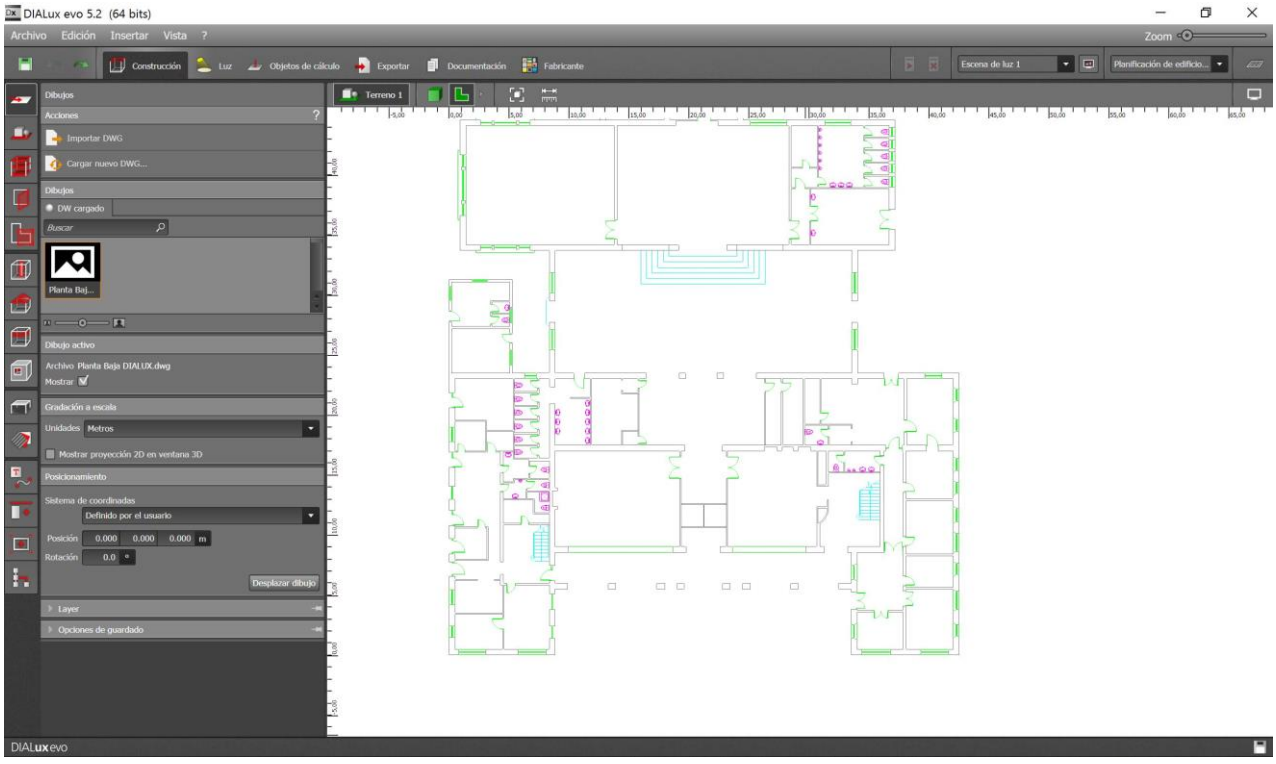


Figura 3-9. Menú Construcción

En la Figura 3-9, se puede observar una captura de la que es la presentación habitual de DIALux evo. En las opciones superiores se pueden ver los seis menús principales del programa, dispuestos en orden sucesivo de uso, de tal forma que primeramente es necesario construir el modelo BIM en el menú *Construcción*; seguidamente, se realiza la instalación del sistema de alumbrado en el menú *Luz*; opcionalmente, se pueden incluir objetos de cálculo específicos en el menú con el mismo nombre y finalmente, se pueden seleccionar las opciones *Exportar* y *Documentación* para general los informes, renderizados y outputs de interés. Adicionalmente, posee un menú denominado Fabricantes, en el que se recopilan los *plugins* que los fabricantes del sector ponen a disposición del programa para que sean utilizados en el mismo.

A continuación, se enumerarán los pasos necesarios para disponer o construir el modelo base sobre el que se realizarán las simulaciones, siguiendo para ello, los submenús que el menú *Construcciones* tiene. En general, los submenús están ordenados de más general a más específico, el orden seguido para mostrarlos será el natural según el proceso constructivo. En este apartado, solo se tendrán en cuenta los aspectos constructivos del edificio, en cuanto a dimensiones, colores y calidades, así como su mobiliario.

3.4.4.1 Submenú *Dibujos*

Este submenú es el que aparece una vez se haya realizado la importación. Aquí, se seleccionan las unidades de trabajo (metros) y si se desea ocultar alguna de las capas del plano importado. Otra de las opciones que incluye es el cambio del sistema de referencia, cuyo origen establece por defecto el seleccionado en el plano *.dwg*.

En la Figura 3-9, se puede observar la distribución del submenú y sus opciones. A fin de lograr un modelo lo más interrelacionado posible entre los dos programas utilizados, se dejan todas las opciones por defecto, es decir, metros como unidades y sistema de referencia el establecido en el plano origen.

3.4.4.2 Submenú *Terreno*

Este submenú está creado para gestionar los edificios que conforman la escena. En este proyecto, la intención no es la creación de una zona que albergue diferentes inmuebles, si no que trata de la creación de uno solo. Por ello, en este menú se ha seleccionado la opción “Dibujar nuevo edificio” y se ha indicado su área correspondiente al utilizar el plano importado como base (Figura 3-10).

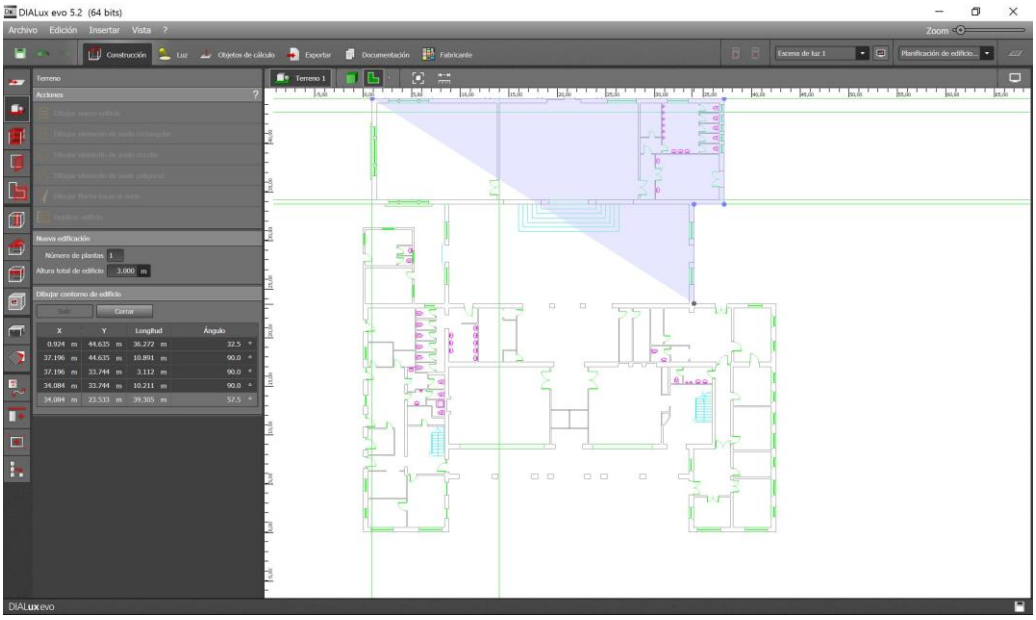


Figura 3-10. Submenú *Terreno*

Al seleccionar la planta como la que será la base del edificio, se puede configurar también el número de plantas o niveles que incluirá, así como la altura de las mismas.

Una vez determinados estos parámetros, se pueden seleccionar las características del terreno que contiene el edificio. A saber, el nombre del terreno (útil si el edificio se encuentra en una ubicación determinada como puede ser la ENM en este caso), su localización geográfica y orientación con respecto al norte, características de uso y factores de mantenimiento.

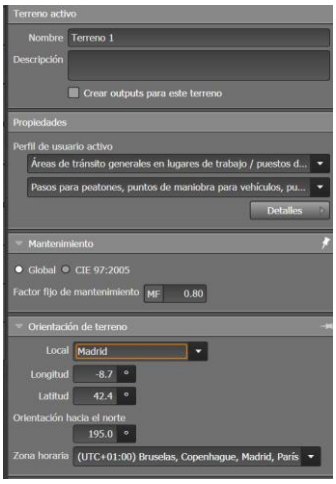


Figura 3-11 Opciones del menú *Terreno*

3.4.4.3 Submenú *Construcción de plantas y edificios*

Este submenú está relacionado con el anterior e incluye las opciones de las plantas de una forma más minuciosa. Pueden editarse el número y características de las plantas del edificio y, además, es el menú desde el que se pueden realizar las divisiones correspondientes a los locales interiores. Para esto último, tiene una opción denominada *Dibujar nuevo contorno de espacio interior*.

En la Figura 3-12 puede observarse la primera planta del modelo sin haberse realizado la división interna, pero desde el modo de visualización de renderizado 3D.

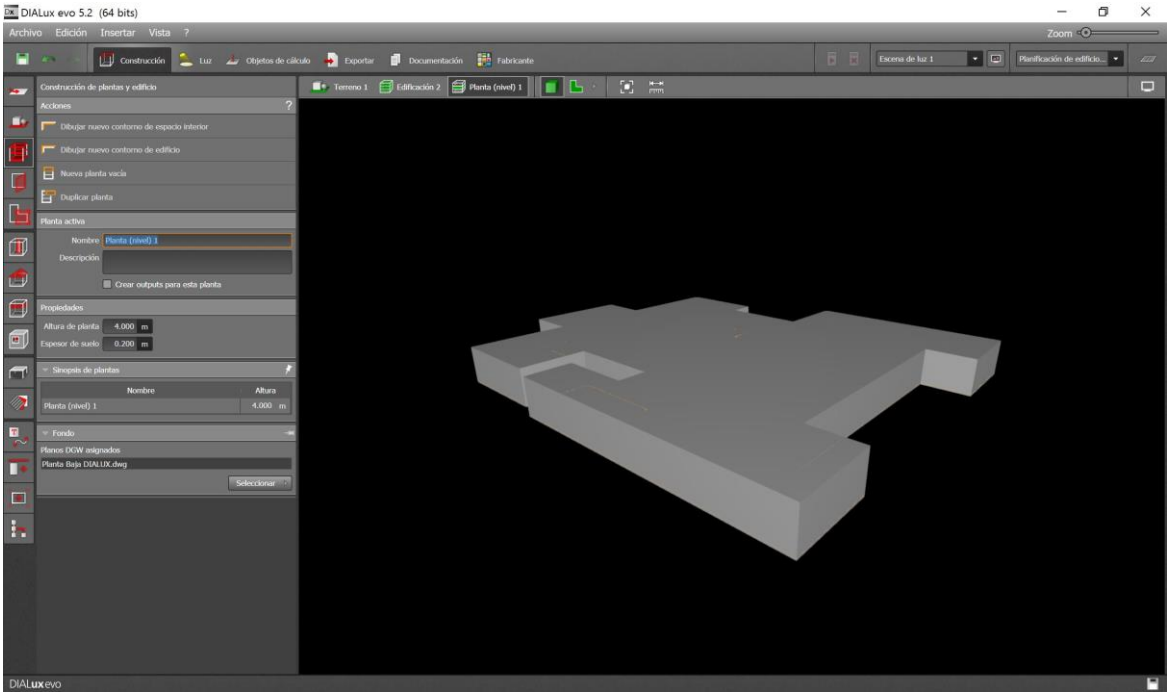


Figura 3-12. Modelo 1ª Planta sin divisiones internas

Volviendo al modo de visualización en planta, se procede a la división interior siguiendo la distribución de locales del plano utilizado como base. Una ventaja es que en el momento que desee el usuario, se puede intercambiar la vista en planta por una vista de renderizado en 3D

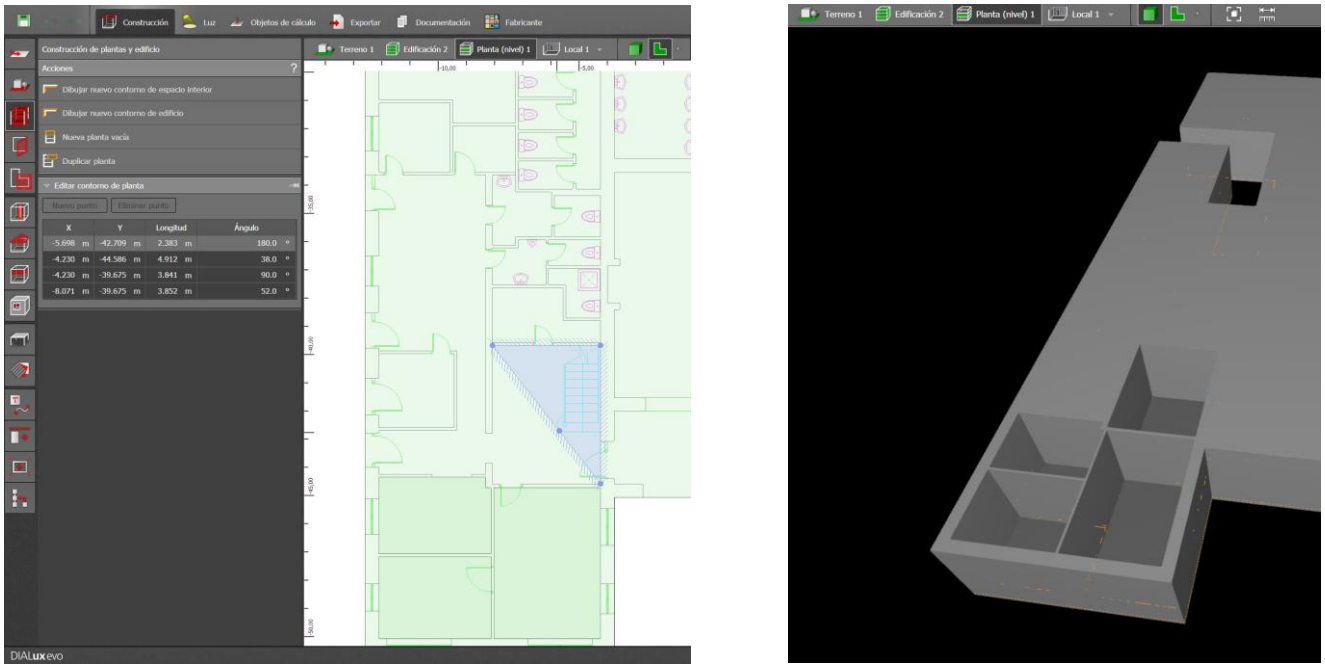


Figura 3-13 División en locales. Modo vista en planta (izquierda) y modo vista renderizado 3D (derecha)

3.4.4.4 Submenú *Aberturas de edificio*

Una vez creada la estructura básica del edificio, tanto del exterior como su división interna, se comienza con la fase de inclusión de detalles. El primer paso es añadir las aberturas que lo caracterizan, entendiéndose como tal, puertas, ventanas, arcos y demás aberturas que pueda tener. Para ello, el submenú *Aberturas de edificio* dispone de la opción *Dibujar nueva abertura de edificio* que una vez seleccionada el tipo de abertura que se desea (tipo de ventana o puerta dentro del catálogo que ofrece, Figura 3-14) permite dibujar encima del "plano base" en el modo de visualización *Vista en planta* la abertura con las características deseadas (Figura 3-15).

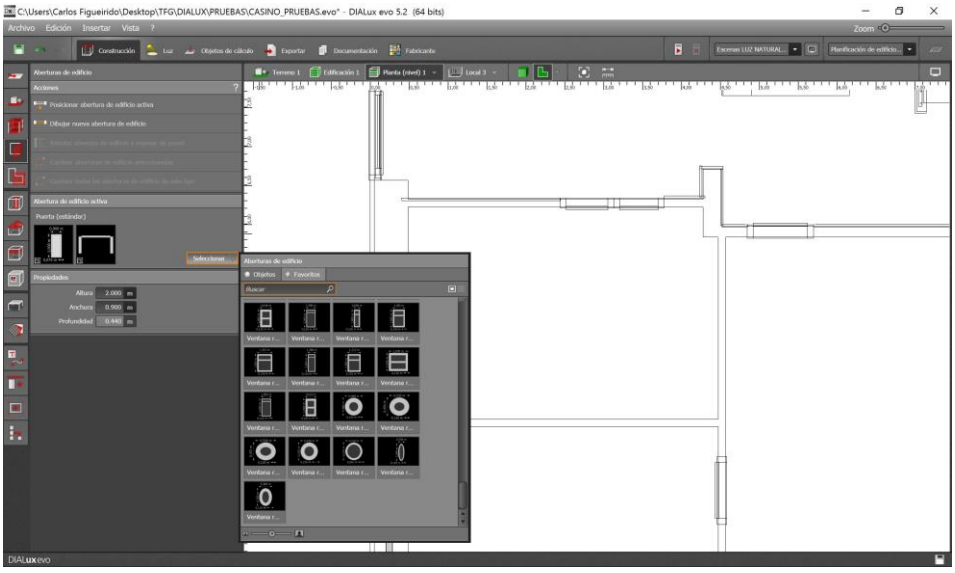


Figura 3-14. Submenú *Aberturas de edificio.* Catálogo de aberturas

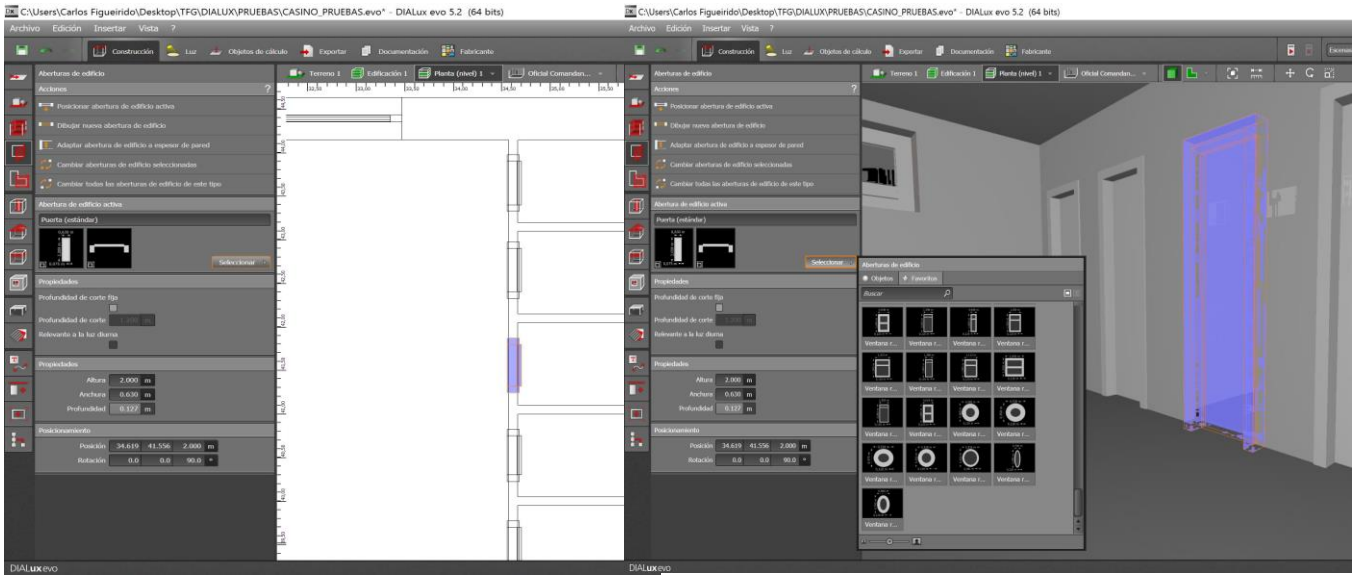


Figura 3-15 Submenú *Aberturas de edificio*. Colocación de abertura ejemplo (Visualización en planta y 3D)

Siguiendo este procedimiento se colocan todas las puertas, ventanas y demás aberturas de las que dispone el edificio.

3.4.4.5 Submenú *Áreas*

El edificio contiene diversos locales utilizados con diferentes propósitos y en ello radica la necesidad de clasificarlos según la utilidad para la que están destinados. Este submenú permite la modificación de los nombres de los locales (que por defecto son numerados según su orden de creación), selección de su propósito y edición de sus características luminotécnicas.

Estas dos últimas permiten modificar los parámetros lumínicos que la norma europea establece para cada local según su finalidad, que vienen de forma predeterminada activados. De esta forma, por ejemplo y para enumerar algunos de ellos, viene por defecto que el plano de trabajo será 0,8 metros y que la iluminancia para un local con categoría de "oficina" será de 500 lux en la zona de trabajo y 300 en la zona circundante (Figura 3-16).

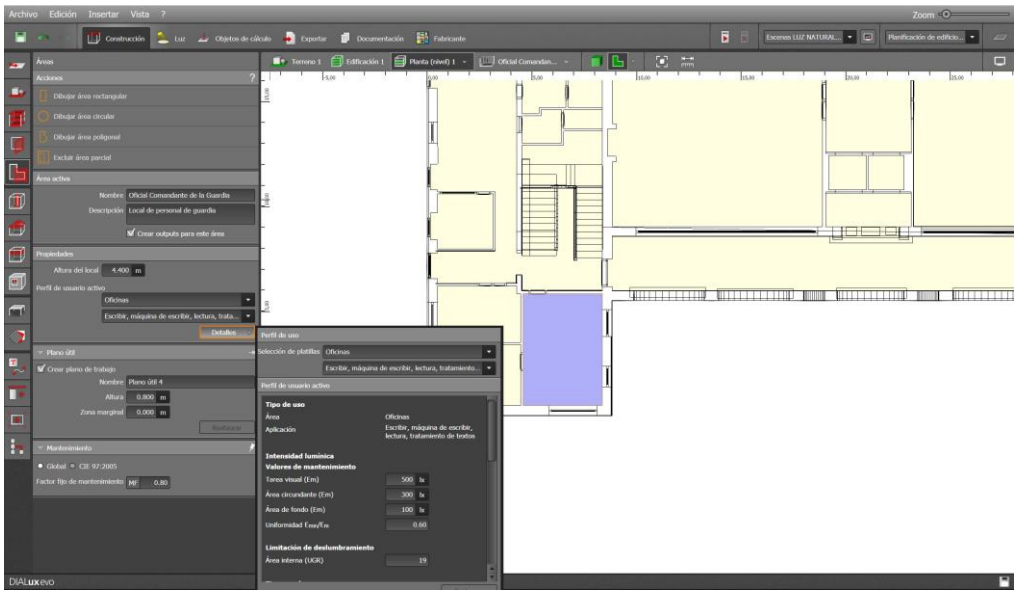


Figura 3-16 *Submenú Áreas*. Selección de la finalidad del local

3.4.4.6 Submenú *Elementos del ambiente*

Este submenú incluye las herramientas necesarias para crear todos aquellos elementos que puedan ser auxiliares o bien que su creación no ha sido posible con las opciones anteriores. Está indicado para el diseño de columnas (tanto rectangulares como de revolución), escalones, vigas y rampas.

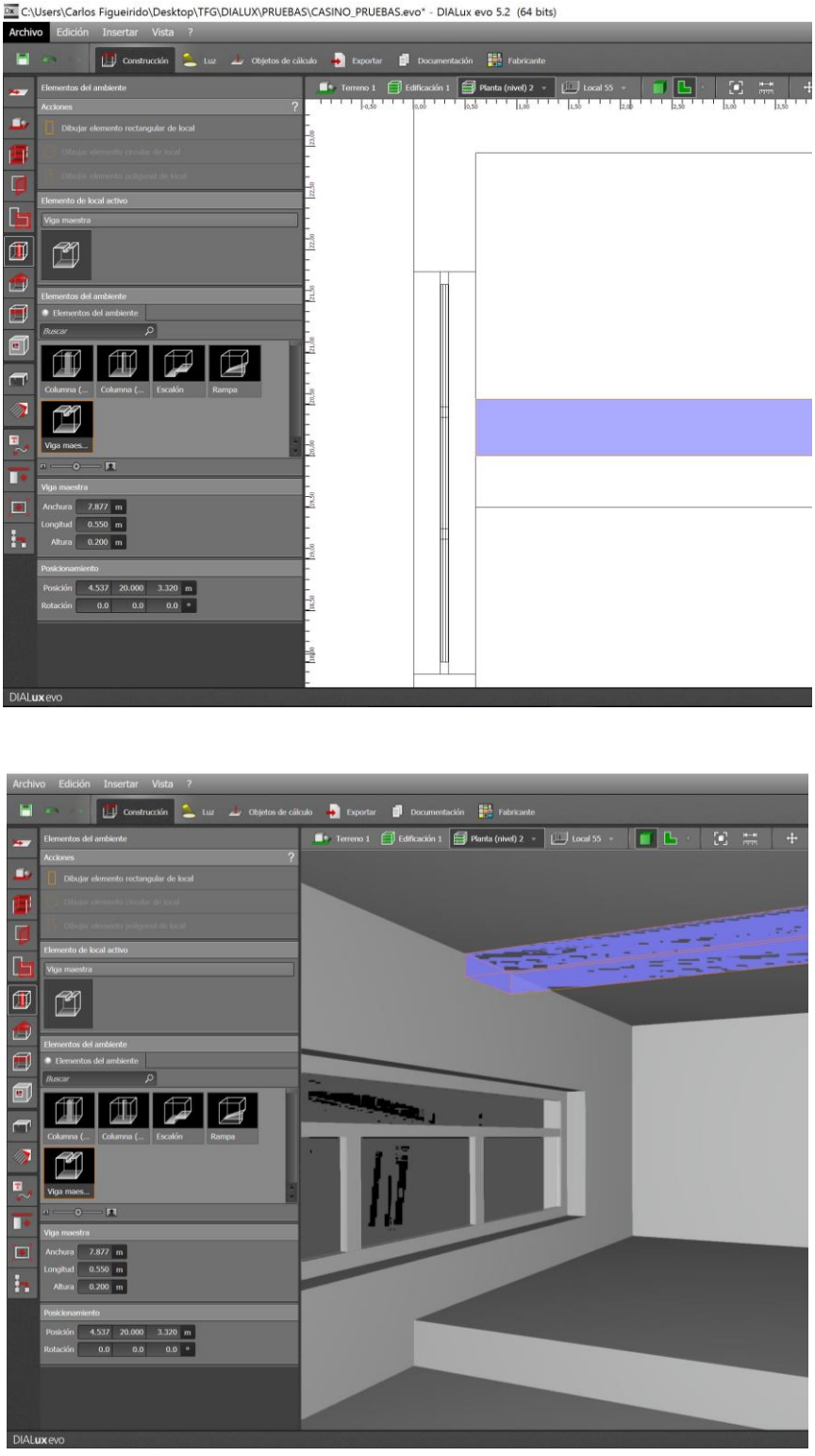


Figura 3-17 Submenú *Elementos del ambiente.* Colocación de viga maestra

3.4.4.7 Submenú *Tejados*

Una vez se encuentran los elementos estructurales de la edificación colocados, y siguiendo con el orden de aparición de los submenús, se procede a la colocación de los tejados. El simple procedimiento pasa por la selección del tipo de tejado (simple, con doble vertiente…) y posteriormente, la selección de la zona de plano donde se desea ubicar, habiendo seleccionado previamente el nivel o piso más alto.

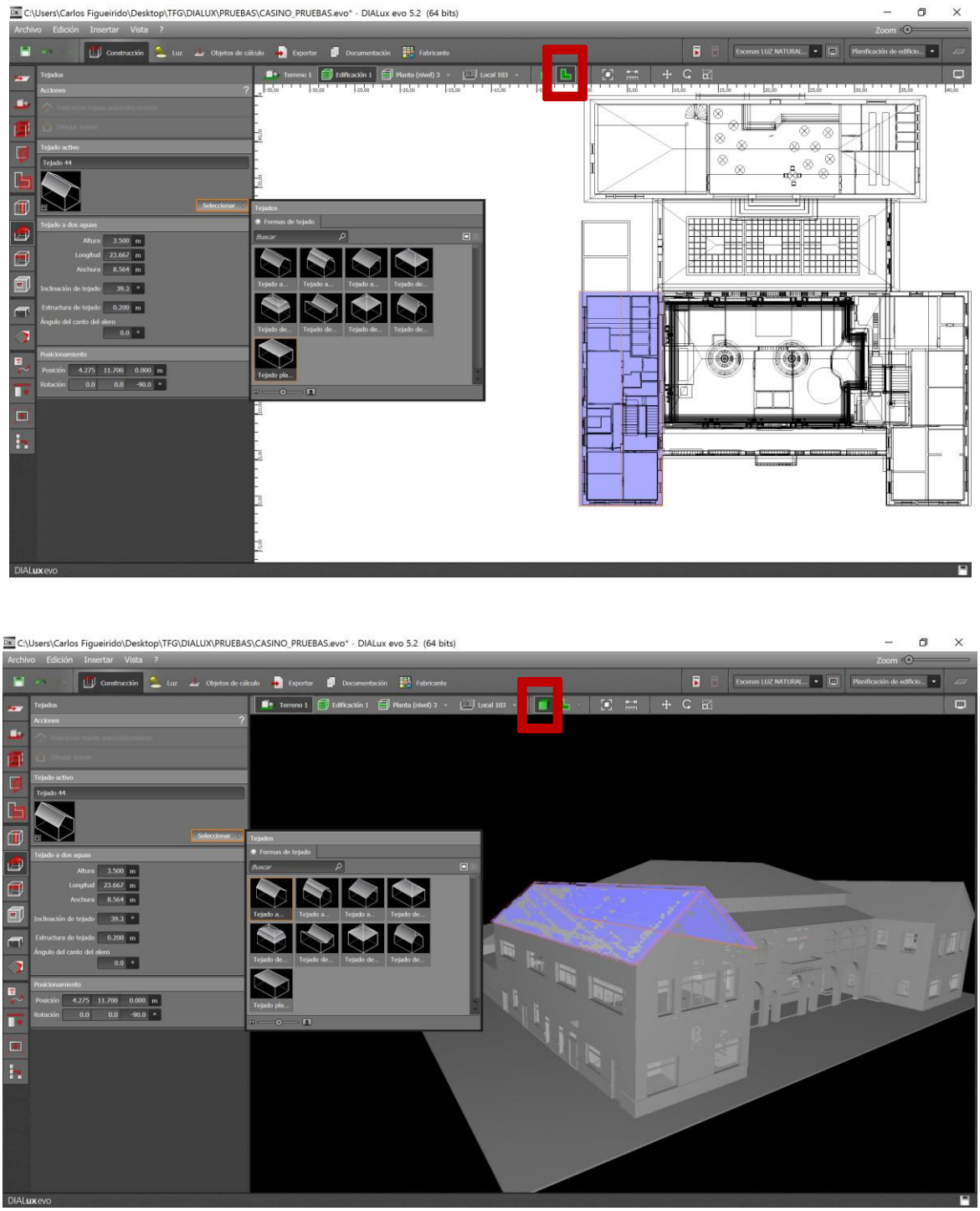


Figura 3-18 Submenú *Tejados*. Modos *Vista en planta* (superior) y modo *Rendering* (inferior)

3.4.4.8 Submenú *Techos*

Los diversos locales que componen la edificación disponen de alturas interiores de diferentes valores aun encontrándose en la misma planta. Esto es porque la altura de su techo interior no se corresponde con la altura de la planta, siendo el valor de esta última, el máximo valor que el techo puede tomar. En este submenú, se puede gestionar toda la información relativa a los techos de los locales, de una manera tan simple como seleccionando el local e introduciendo el valor de la altura interior que se desea.

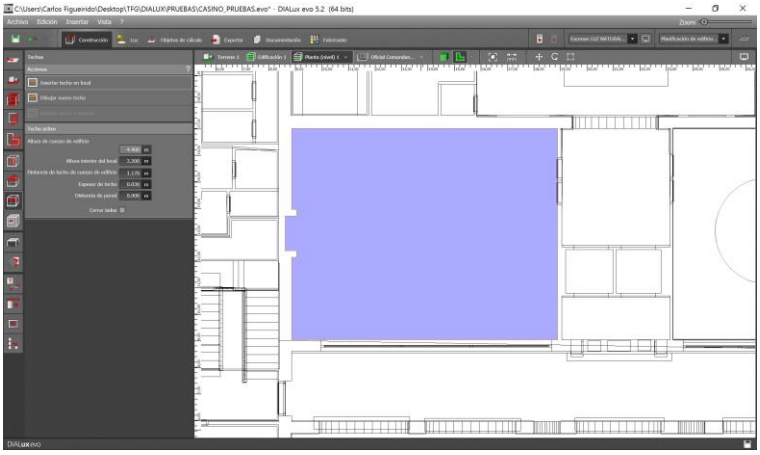


Figura 3-19. Submenú *Techos*

3.4.4.9 Submenú *Recortes*

Ciertas formas arquitectónicas que poseen los edificios no están incluidas como opción en el software o bien, son difíciles de conseguir con los elementos predefinidos. Algunas de ellas se pueden conseguir haciendo operaciones *booleanas* de unión o sustracción de elementos sólidos. Para este último caso, se encuentra disponible el submenú *Recortes*. Con esta herramienta, se pueden seleccionar formas rectangulares, circulares o poligonales libres que servirán como elementos guía en la operación de sustracción o recorte. En la Figura 3-20, puede observar el proceso de creación de un arco, no incluido por defecto en el programa.

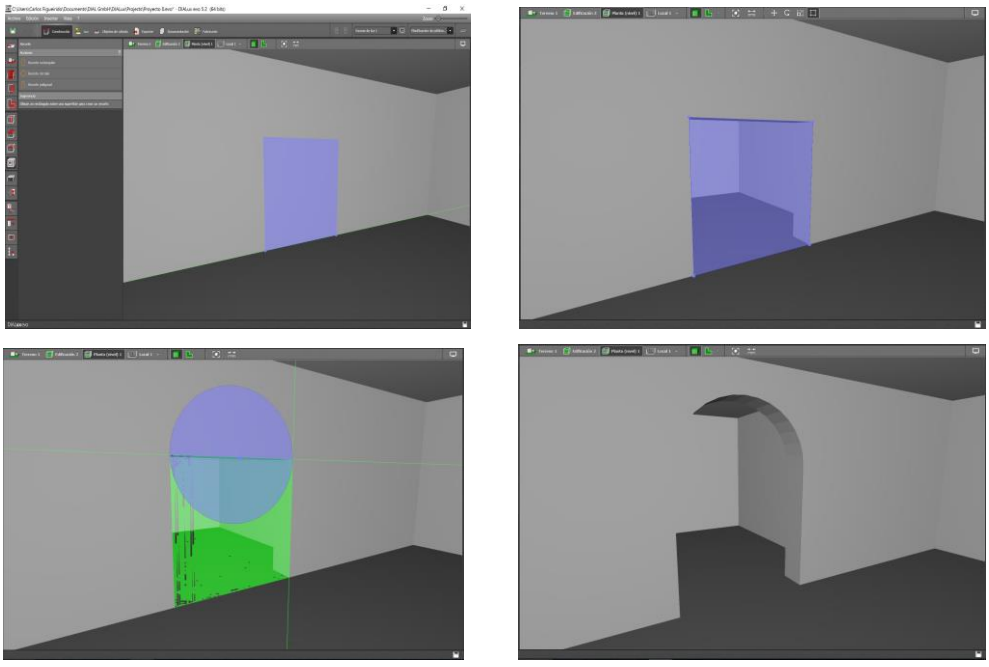


Figura 3-20 Secuencia de recorte para creación de arco

3.4.4.10 Submenú *Muebles y Objetos*

Con las herramientas vistas en los submenús de los puntos anteriores, puede conseguirse conformar estructuralmente el edificio, pero es necesario establecer una distribución de los objetos y demás mobiliario que los locales contienen en su interior, a fin de que el modelo sea lo más parecido a la realidad posible. Además, en el estudio lumínico interior, la disposición, tipo y características de los objetos contenidos en los locales crean sombras y reflexiones que afectan a los valores calculados, motivo de más para denotar la importancia de este submenú.

DIALux evo incluye un catálogo de objetos y mobiliario tipo, clasificado según la naturaleza del local a decorar. Los objetos que contiene son además personalizables a las dimensiones necesitadas y la disposición se puede realizar de forma individual-puntual o bien haciendo uso de matrices si son necesarias varias copias del mismo.

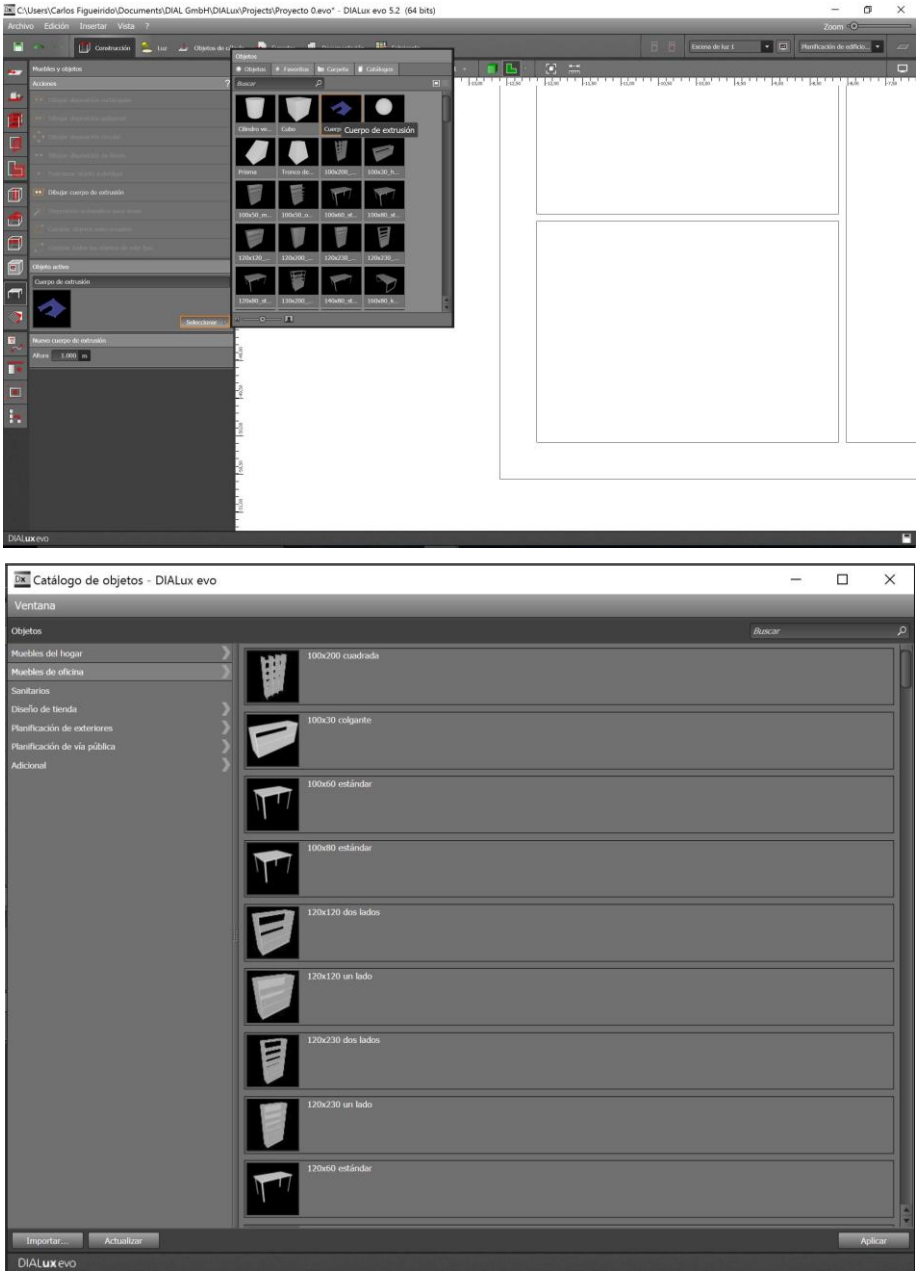


Figura 3-21 Submenú *Muebles y objetos* (Arriba). Selección de objeto en catálogo (Abajo)

El amplio catálogo es complementado con la opción de importación de modelos de objetos 3D, provenientes de otros softwares de diseño y modelado (*.sat*; *.3ds*).

En el caso de este trabajo, se ha intentado trabajar todo lo posible con el catálogo que ofrece DIALux evo, sin embargo, ante la imposibilidad de que existiesen todos los objetos necesarios, se ha hecho uso del programa AutoCAD para la creación y exportación de algunos de ellos. El procedimiento para la importación de objetos ajenos al entorno DIALux evo es el siguiente:

Primero es necesario el modelado del objeto según las dimensiones reales en el entorno 3D de otro software de diseño, como puede ser el AutoCAD 2016.

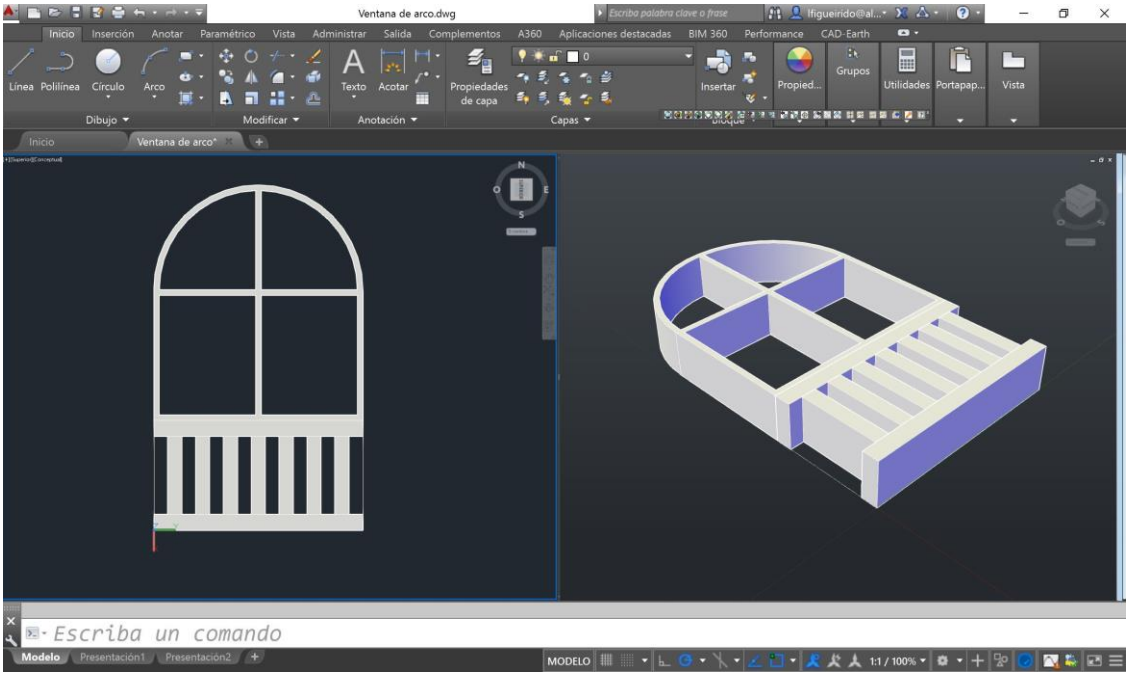


Figura 3-22 Modelado 3D de objeto no incluido en el catálogo DIALux evo

Una vez creado se procede a su exportación en formato distinto al de origen, con la finalidad de que DIALux evo pueda reconocerlo. El formato de salida será ACIS (.sat) y el proceso puede observarse en la Figura 3-23.

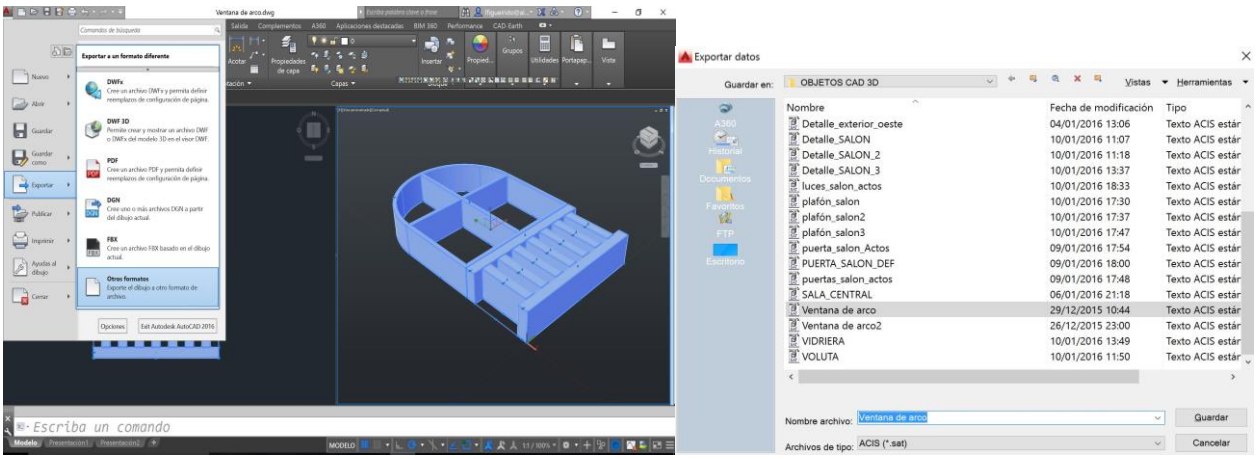


Figura 3-23 Exportación de objeto 3D en formato ACIS

Una vez guardado en el formato correspondiente, se procede a su importación en DIALux evo. Para ello, en el submenú *Muebles y objetos,* se selecciona la opción "carpeta" y se establece el directorio donde se hubiese guardado el objeto en formato ACIS, como una carpeta en la que DIALux evo buscará los objetos a importar. El procedimiento puede observarse en la Figura 3-24.

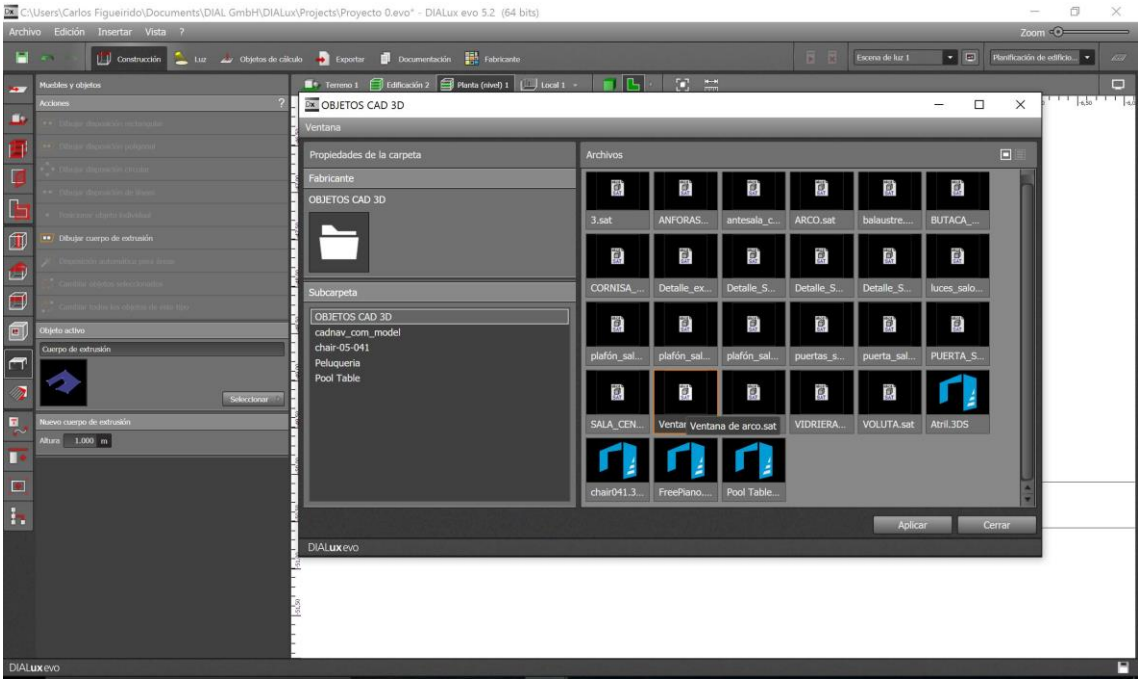


Figura 3-24. Importación en DIALux evo de objetos

Una vez producida la importación, es posible que el objeto necesite ubicarse correctamente en su zona e incluso puede ser necesario algún giro del mismo. Para ello, se encuentran los controles de posición y giro en la barra horizontal superior, para hacerlo de manera interactiva, o bien en el cuadro de características de la barra izquierda, pueden introducirse los valores analíticos.

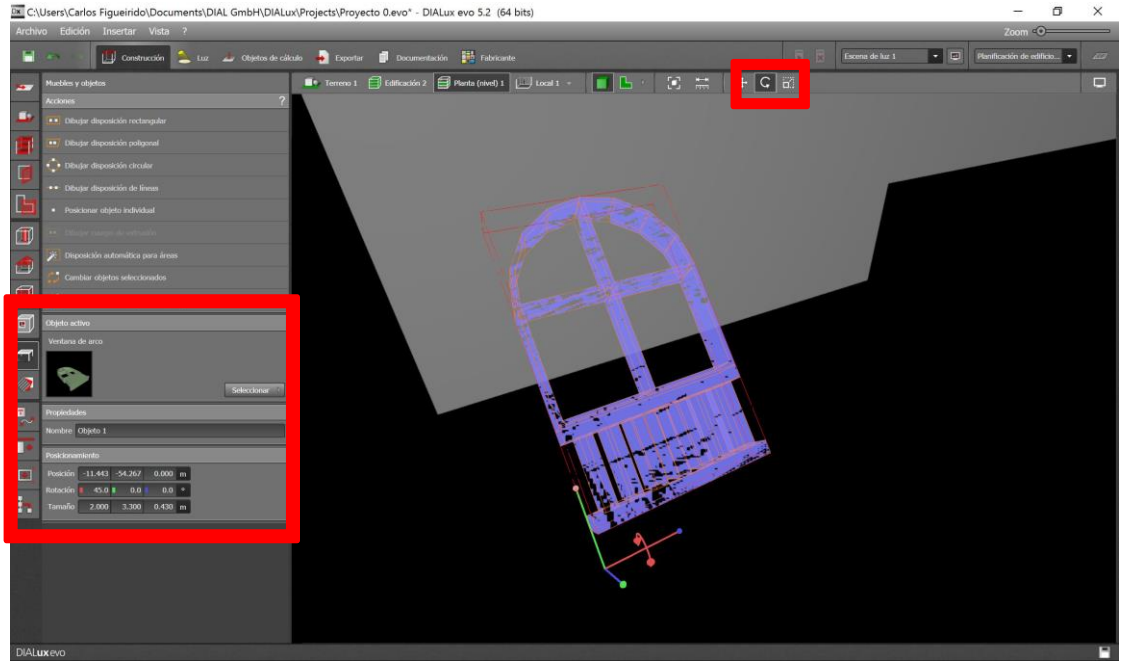


Figura 3-25 Ubicación manual y giro de objetos

3.4.4.11 Submenú *Materiales*

Completado el diseño estructural y colocados los objetos y mobiliario en su interior, el último paso es añadir las texturas y materiales a cada superficie del edificio y todos los objetos contenidos. DIALux evo contiene dos catálogos (Figura 3-27) con opciones predeterminadas, uno de ellos contiene materiales (a seleccionar teja, mármol, cemento, etc.) mientras que el otro contiene colores. Las diversas opciones contienen diferencias en las características lumínicas de cada uno de ellos. Además, ofrece la posibilidad de editar las características que están predeterminadas con la finalidad de ajustarlos más a la realidad (Figura 3-26).

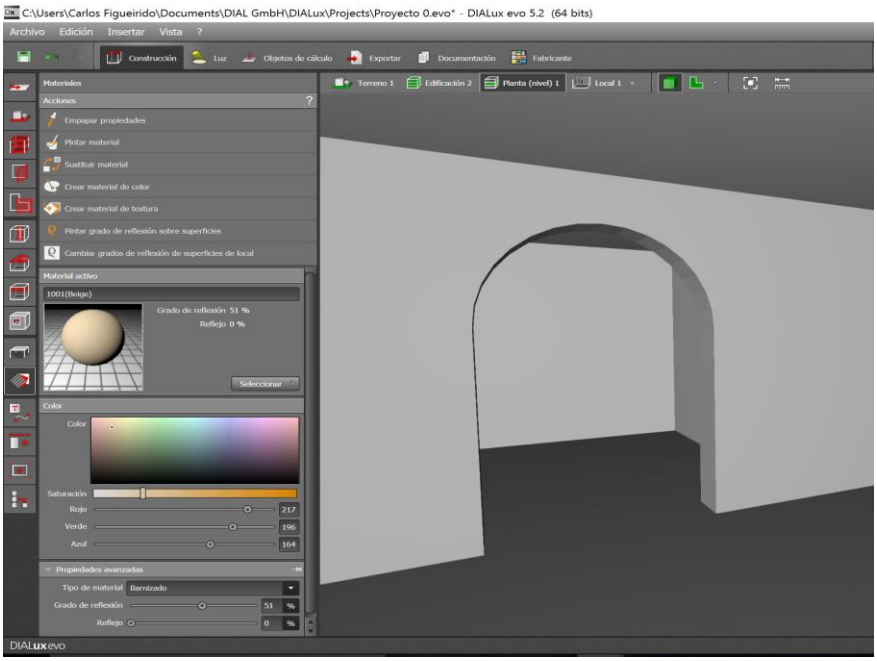


Figura 3-26 Submenú *Materiales*

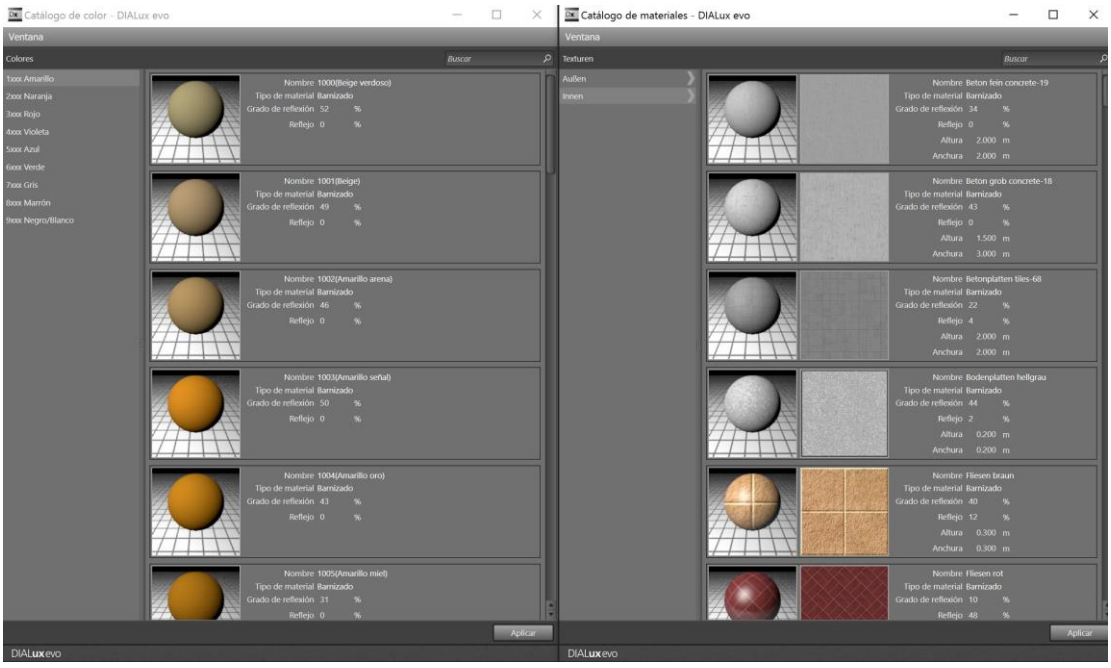


Figura 3-27 Catálogos de colores (izquierda) y materiales (derecha)

Los resultados del proceso constructivo se presentarán en punto 4 de la presente memoria.

3.5 Simulación

3.5.1 Descripción

Construida la representación-modelo BIM del edificio a estudio, en este apartado se procede a desarrollar el proceso de establecimiento y simulación de una instalación de alumbrado interior que se adecúe a la normativa y requisitos establecidos y que, además, sea más eficiente que la actual.

El menú principal visto en el apartado anterior, es el único ajeno al proceso de simulación, pero necesario para el mismo; esto significa que, las infinitas simulaciones que se pueden realizar, tienen que hacerlo sobre una base y esta es el resultado del menú principal *Construcción* del apartado 3.4.4.

En este apartado se explicarán las diversas opciones de los menús que intervienen de una manera directa en la simulación, así como el proceso seguido.

3.5.2 Menú principal Luz

3.5.2.1 Descripción

En este apartado se ahondará en las opciones que presenta DIALux evo en la segunda fase constructiva del proyecto, la instalación de alumbrado, con la colocación de las luminarias y lámparas, haciendo selección de las interesantes para el proyecto previamente.

Este menú está relacionado con el menú *Fabricantes*, ya que este último cuenta con el acceso a los catálogos de luminarias y lámparas que ofertan y proporcionan acceso a través de sus *plugins* instalables.

3.5.2.2 Instalación de los *plugins*

La instalación de los plugins comienza con la búsqueda de los mismos en sus páginas oficiales. Esta tarea ha sido simplificada por DIALux evo al incluir un menú denominado *Fabricantes* (Figura 3-28), que se podría clasificar como un menú auxiliar al no ser imprescindible para el desarrollo del proceso constructivo. Una vez dentro del mismo, se realiza una búsqueda del nombre del fabricante de interés, quien dará la opción de descarga del *plugin* (Figura 3-29).

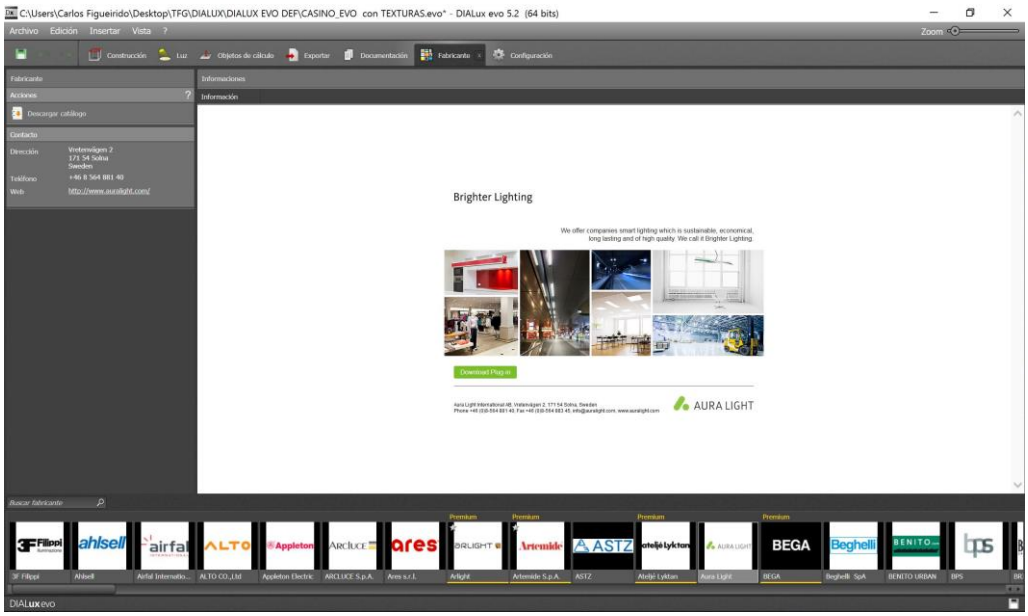


Figura 3-28. Menú auxiliar *Fabricantes*

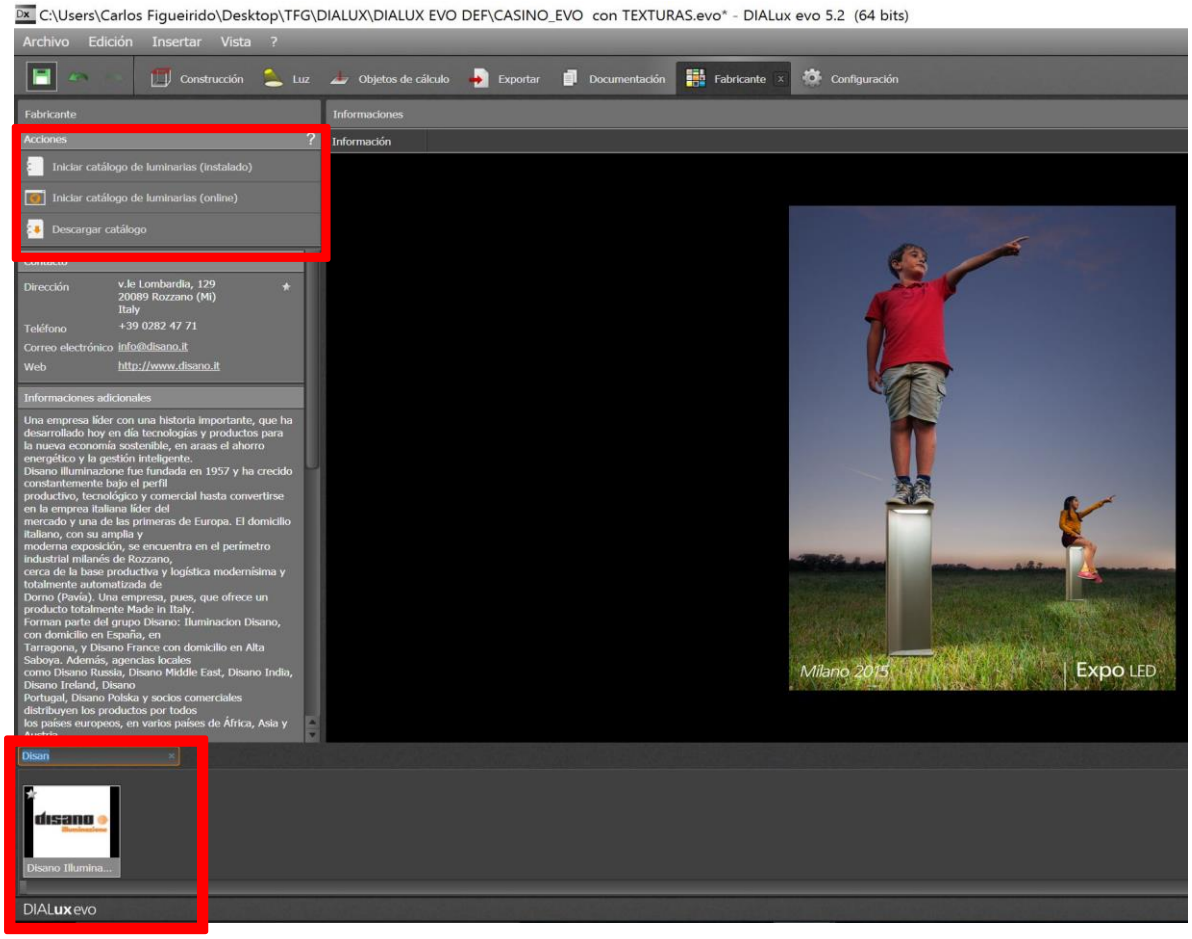


Figura 3-29. Selección de fabricante particular

Al hacer uso de la opción descargar catálogo, se abre una pestaña del navegador web redirigiéndose a la zona de descargas de software del fabricante y se inicia la descargar del mismo.

Tras la descarga del ejecutable y su instalación en el equipo, el usuario ya puede acceder a toda la oferta del fabricante. Estos plugins suelen incluir opciones para refinar las búsquedas, de tal forma que se pueda encontrar la luminaria que más interese según su utilidad.

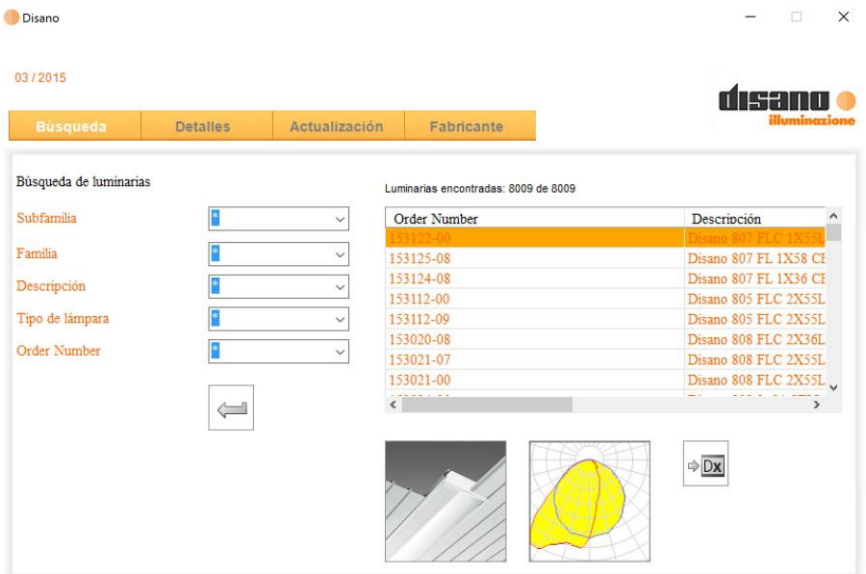


Figura 3-30. Catálogo del fabricante Disano Illuminazione

Para el desarrollo de este trabajo, la intención era la sustitución de la instalación de alumbrado actual, basada especialmente en lámparas fluorescentes, por iluminación led de alto rendimiento. Por ello, a la hora de la búsqueda de luminarias adecuadas, se selecciona en el campo "Subfamilia" la opción de "LED HIGH PERFORMANCE", lo que garantiza que todas las luminarias que aparezcan en la casilla de resultados, sean led. En la casilla "familia", se puede restringir la búsqueda aún más si es necesario, al poder seleccionar el tipo de luminaria (Figura 3-31).

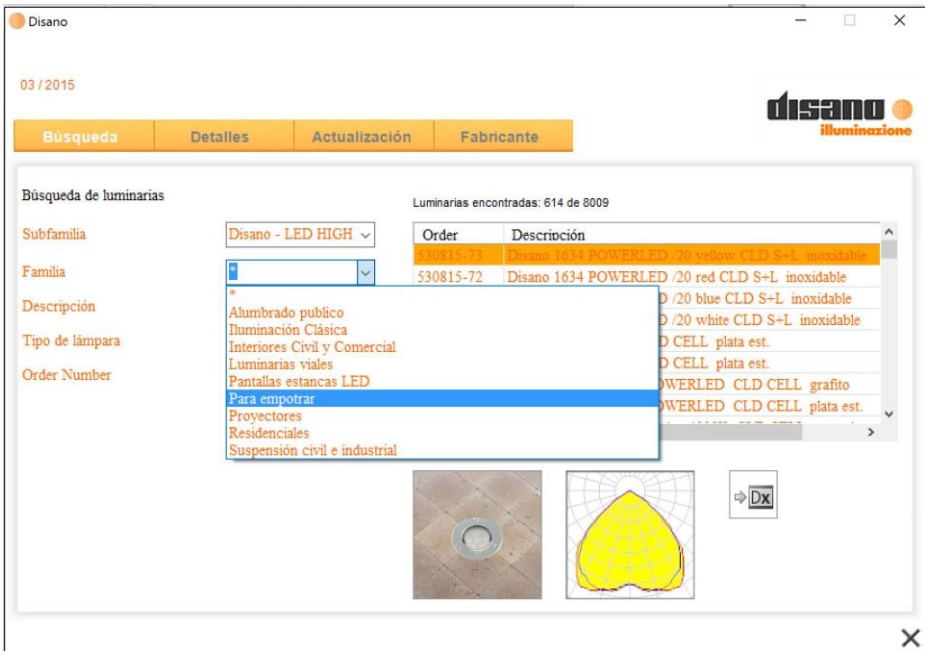


Figura 3-31. Selección del tipo de luminaria

3.5.2.3 Selección de marca de luminarias

Ante la diversidad en la oferta de luminarias, se procede a analizar las propuestas por unas marcas de relevancia en el sector como son Philips y Disano Illuminazione. Para poder ver las diferencias entre unas y otras, se crea un escenario con un local simple divido en sectores y se colocan el mismo número de luminarias de un modelo en concreto, que previamente habrían sido preseleccionadas del grupo que el plugin de cada fabricante presenta.

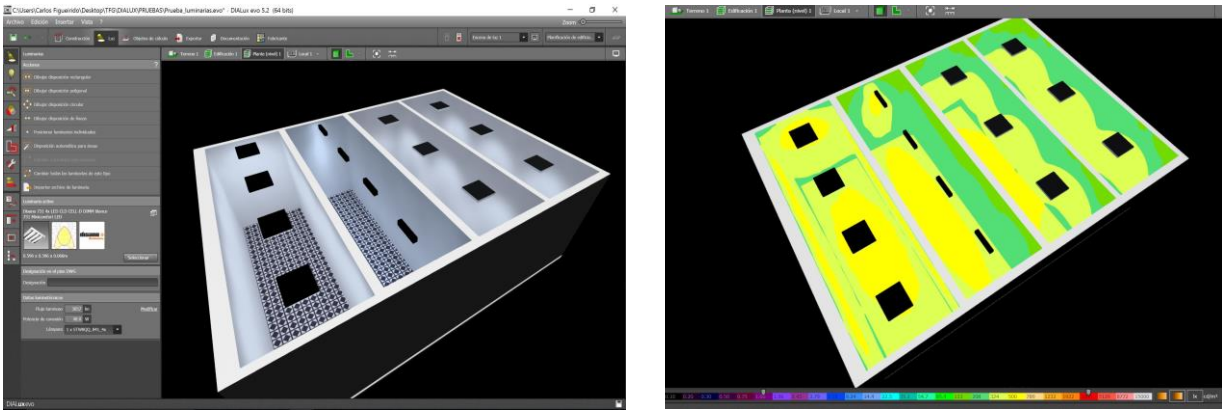


Figura 3-32. Simulación para elección de fabricante

Al disponer de unos resultados similares en las diversas simulaciones, se opta por tener en cuenta no sólo las características técnicas de las luminarias, si no el coste económico que supondrían. Por ello, y por consultas en web especializadas y proyectos similares anteriores [35], se ha determinado la selección del fabricante Disano Illuminazione por su relación calidad/precio.

3.5.2.4 Submenú *Luminarias*

Este es el submenú principal dentro del menú *Luz*. Desde aquí, se realizan todos los pasos para la instalación del sistema de alumbrado del edificio y las opciones que permite son diversas e interesan según las circunstancias y el local.

Lo primero es la selección de la luminaria de interés. Para ello, desde el plugin, una vez seleccionada, se exporta y automáticamente aparece marcada como activa en el DIALux.

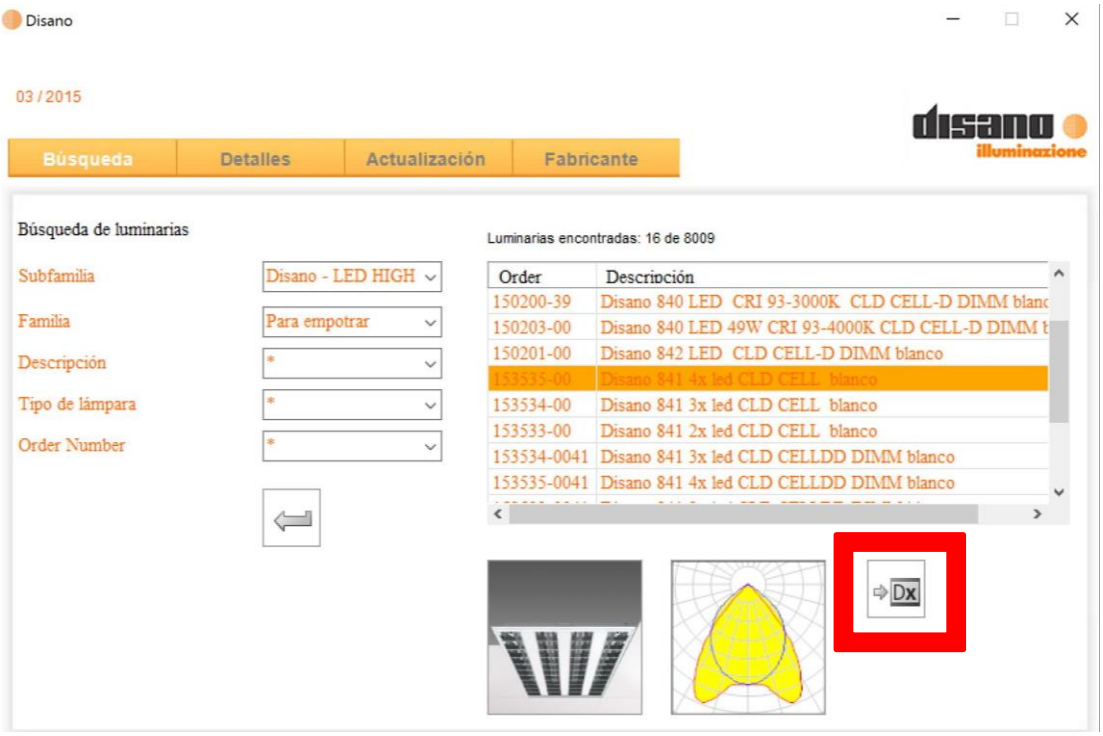


Figura 3-33. Exportación a DIALux evo de luminaria desde plugin

Las opciones que DIALux evo muestra una vez la luminaria está preseleccionada están encaminadas a la situación de la misma en el local de interés. Esto se puede hacer por medio de matrices ya que, habitualmente, la inclusión de una luminaria en el local no es suficiente para que cumpla con los requisitos (Figura 3-34).

El software de DIALux evo ofrece una opción por la cual una vez seleccionados la luminaria y el local, automáticamente dispone el número necesario y de forma uniforme para que cumpla con los requisitos de la norma. Esta opción se denomina “Disposición automática para áreas”.

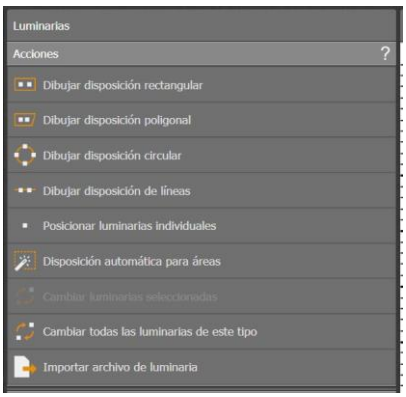


Figura 3-34 Acciones de disposición de luminarias

El resto de acciones requieren de la intervención del usuario para el establecimiento de algún dato, generalmente, las dimensiones a cubrir.

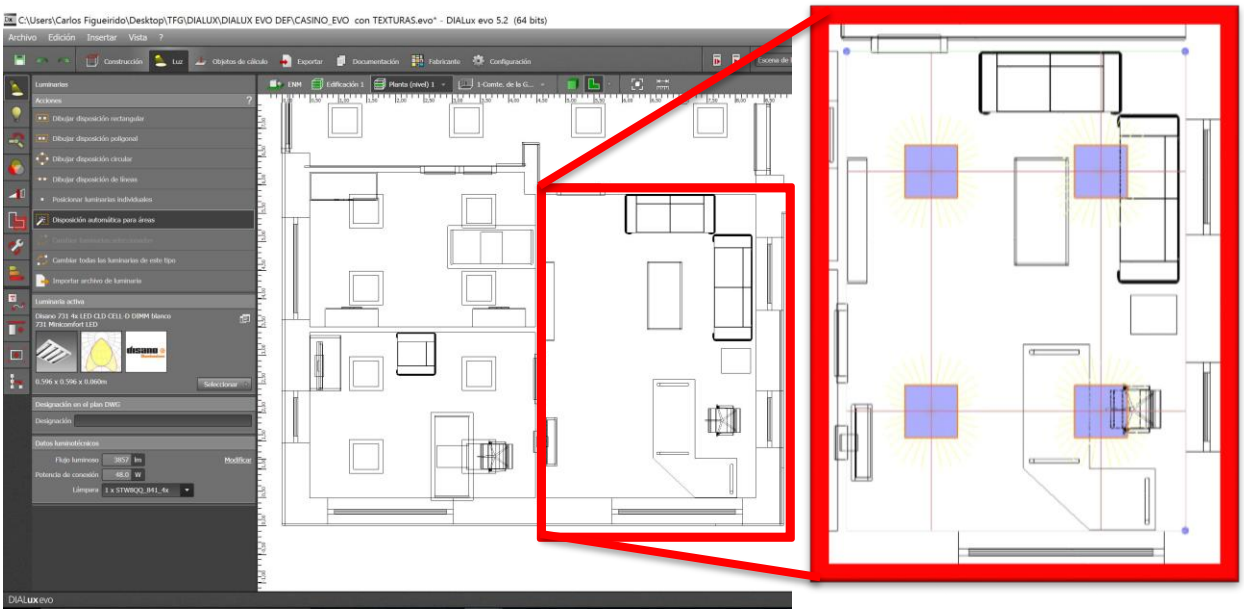


Figura 3-35 Proceso de disposición automática de luminarias

Ante locales con geometrías complejas o si se desea incluir diferentes tipos de luminarias, el modo de *Disposición automática para áreas* podría no funcionar correctamente o de forma deseada, por lo que, en tal caso, es necesario recurrir a la disposición manual de las mismas, de forma individualizada o haciendo uso de las matrices de disposición (lineal, circular, poligonal o rectangular, Figura 3-34).

Una vez seleccionada la matriz de interés, se pueden gestionar los parámetros de la misma de forma manual como, por ejemplo, modificando las dimensiones de la matriz, número de luminarias o separación de las mismas.

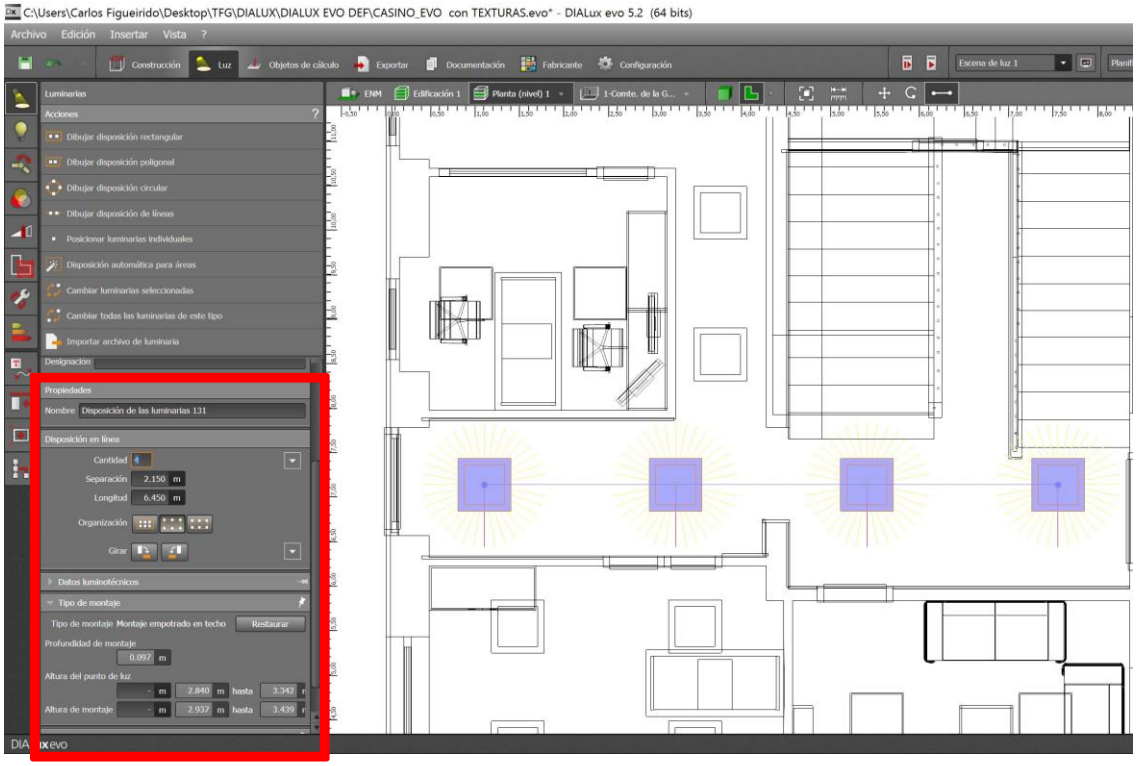


Figura 3-36. Ajuste de parámetros de la matriz

A la hora de la colocación, el modo de visualización más cómodo es el "Vista de planta", sin embargo, al seleccionar el modo "*rendering* 3D" y seleccionar particularmente una de las luminarias de la disposición, se puede observar una vista previa del efecto que tendrá la luminaria en el entorno. Para que esto sea posible, es necesario, además, tener la correspondiente opción de "Mostrar la visualización de la luz" (Figura 3-37).

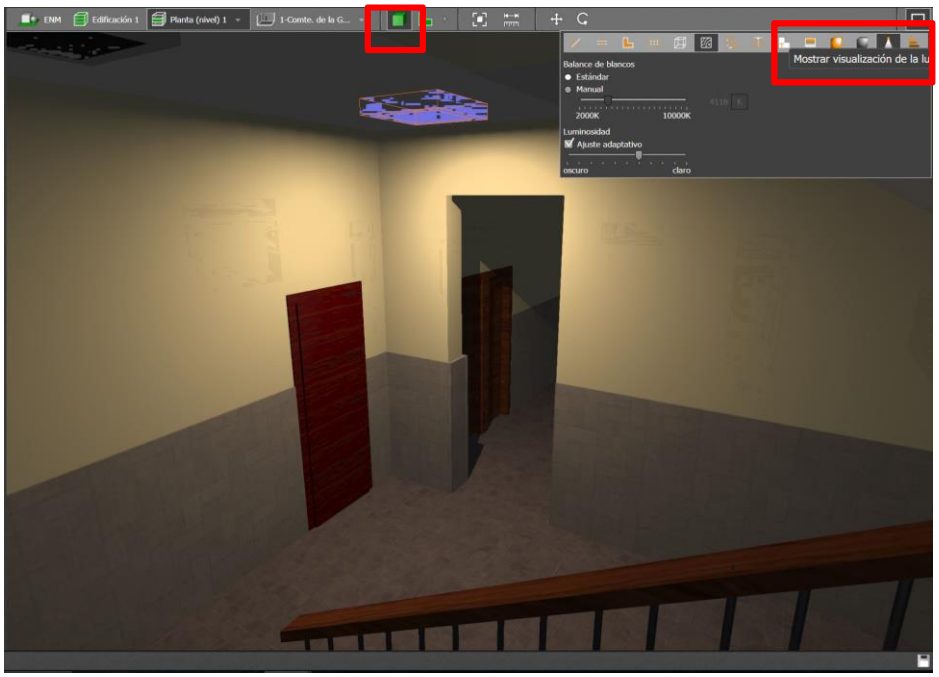


Figura 3-37 Vista previa del efecto de una luminaria

3.5.2.5 Submenú *Lámparas*

Una vez realizada la disposición de luminarias en el local, es posible editar las características de las lámparas que conforman cada luminaria. El submenú cuyo nombre es el del presente epígrafe, permite realizar esta tarea y, además, es el necesario en el caso de desear una luminaria con lámparas diferentes a las incluidas por defecto. Permite la modificación del índice Ra, inherente al tipo de lámpara (CRI, *Color rendering index*) como se puede observar en la Figura 3-38.

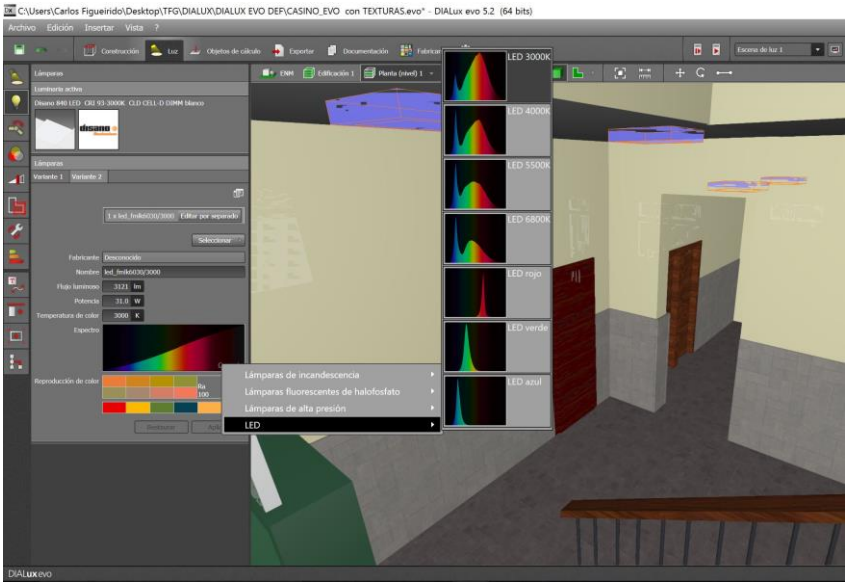


Figura 3-38. Submenú *Lámparas*

3.5.2.6 Submenús *Articulaciones* y *Filtros*

En estos dos submenús pueden editarse características particulares de las luminarias de forma individual en cuanto a su posición espacial y colorimetría.

El primero de ellos, submenú *Articulaciones*, permite orientar el punto de proyección de los haces luminosos en una determinada orientación espacial si el tipo de luminaria es de proyector.

El segundo submenú recopila una serie de filtros de colores que podrían modificar el aspecto de la luz producida. Los filtros se encuentran agrupados en un catálogo según la función para la que están diseñados. Como ejemplos pueden encontrase filtros de colores, de corrección del color, de corrección de temperatura, etc.

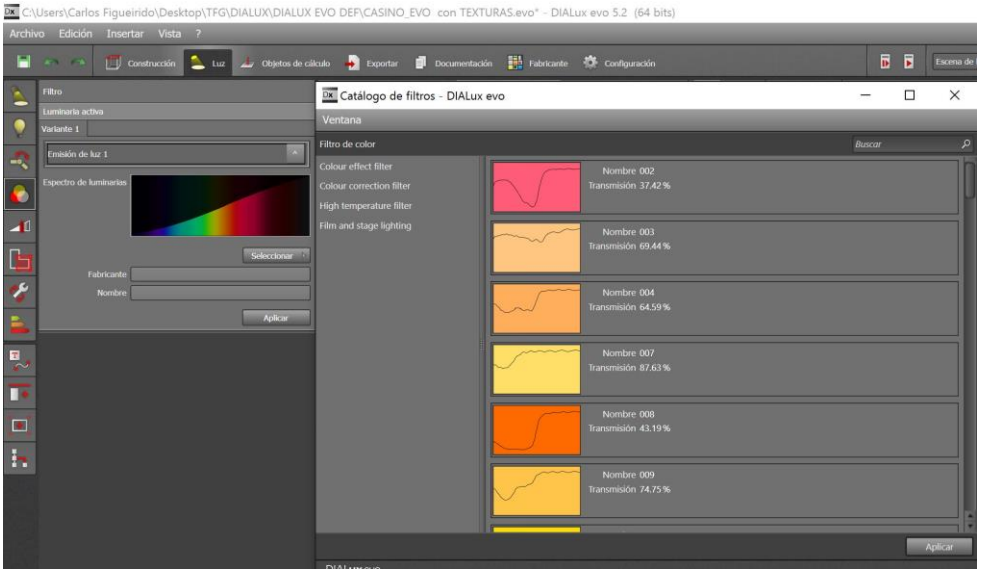


Figura 3-39. Submenú *Filtro*

3.5.2.7 Submenú *Escenas de luz*

Una de las características que presenta DIALux evo es la construcción de edificios como tal dentro de un mismo *terreno*, para el estudio luminotécnico de cada uno de ellos de forma independiente, es necesaria la creación de grupos de luminarias que pueden actuar de forma conjunta o separada, a deseo del usuario. Estas opciones son gestionadas desde este submenú.

Pero la gestión de los grupos de luminarias de forma independiente no tiene por qué ser exclusiva de diferentes edificios, sino que es posible la creación de grupos de luminarias diferentes en un mismo edificio, de forma que los sistemas de alumbrado de los diferentes locales puedan ser accionados juntamente o de forma separada. Los cálculos asociados a estas diferentes escenas se realizarán de forma separada, no siendo necesaria la repetición de los cálculos si solo se ha modificado una escena de las varias que existen en el proyecto.

La gestión de la luz natural también es posible en DIALux evo, y para su control, se crea por defecto una escena denominada *Luz diurna* en la que el usuario podría ajustar el tipo de día según las condiciones climáticas, la época del año en la que se simula la escena o incluso la hora de la misma. Entre otras cosas, el programa tiene en cuenta los datos relativos a la ubicación geográfica introducidos en el Submenú *Terreno,* dentro del menú principal *Construcción* (apartado 3.4.4.2 de la presente memoria).

En el caso del presente trabajo, la intención es el estudio del alumbrado interior del edificio, sin contar con la influencia externa de la luz diurna o artificial exterior. Por ello, en la escena *Luz diurna* creada por defecto, se ha introducido la opción “Sin luz diurna”.

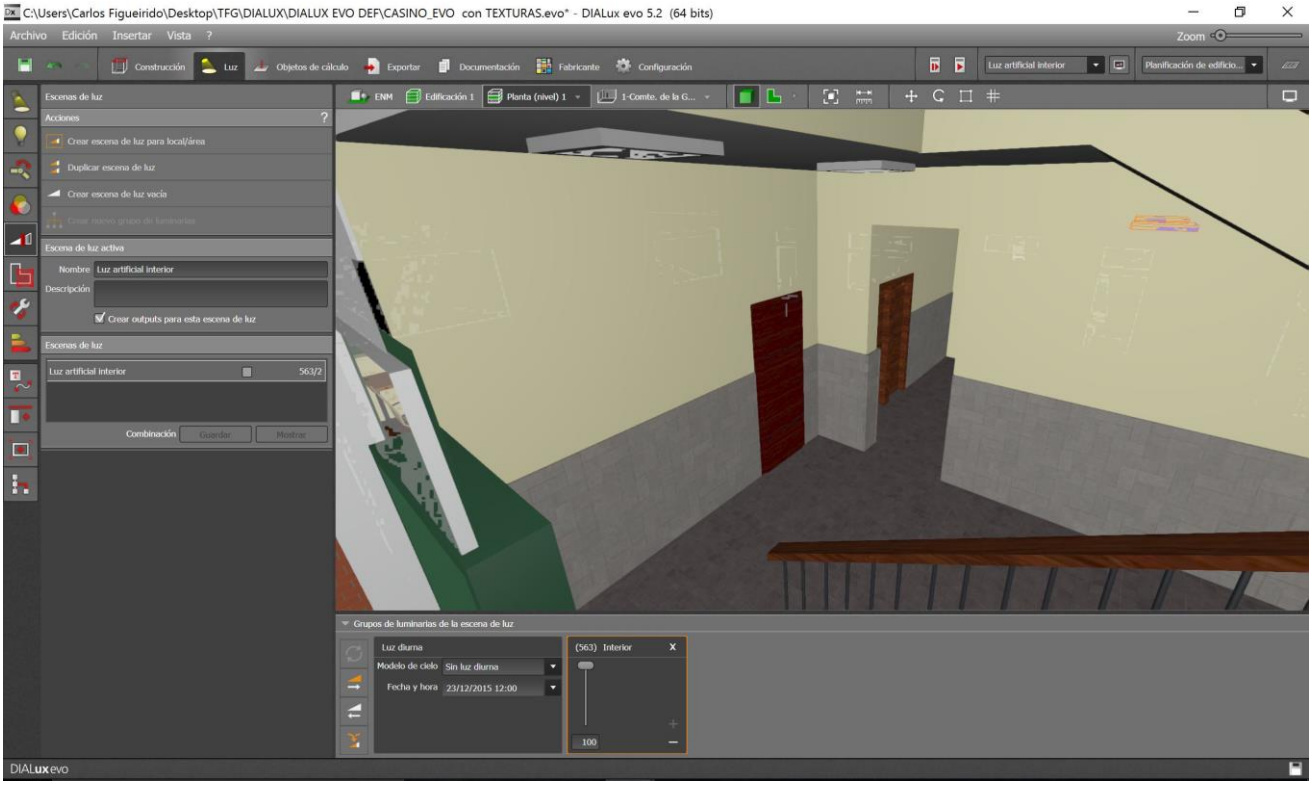


Figura 3-40. Submenú *Escenas de luz*

3.5.2.8 Submenú *Áreas*

Los edificios, aun siendo clasificados para una función específica, como puede ser un bloque de viviendas, disponen de diferentes locales que deben de cumplir normativas diferentes. El submenú *Áreas* permite la gestión de los parámetros luminotécnicos de cada local en función de su propósito y el plano de trabajo o útil sobre plano el que se calcularán los resultados.

Además, aquí se permite establecimiento del tiempo que el local estará activo (con la iluminación activa) para poder calcular de una forma más realista los datos de consumo energético y coste anual que supondría.

Ocurre en ocasiones que la distribución del mobiliario, con respecto al plano de trabajo o útil, produce interferencias en las mediciones al crear espacios o zonas con niveles lumínicos por debajo de lo deseable (al generar sombras generalmente). Un ejemplo de ello es la sobra creada por estanterías elevadas y colocadas en la pared que producen sombras en el plano de trabajo. Por ello, el programa dispone de una herramienta denominada "*Excluir área parcial"* que produce un sector que no participará en los cálculos de forma activa, impidiendo que los resultados se vean adulterados.

3.5.2.9 Submenú *Consumo de energía*

Este submenú está indicado para la gestión del consumo energético de la instalación. Una vez realizados los cálculos, el programa es capaz de determinar un consumo de potencia anual y establecer un coste económico si el usuario introduce el valor del coste del *kWh* (Figura 3-41).

Proporciona como resultado el valor LENI de la instalación, siendo LENI un acrónimo inglés para *Lighting Energetic Numeric Indicator*. Es una metodología de cálculo y un índice, que sale como resultado de la misma, que intenta minimizar el consumo energético al proporcionar una idea más ajustada de un espacio y como éste es iluminado, al tener como unidades $kWh/m^2/año$.

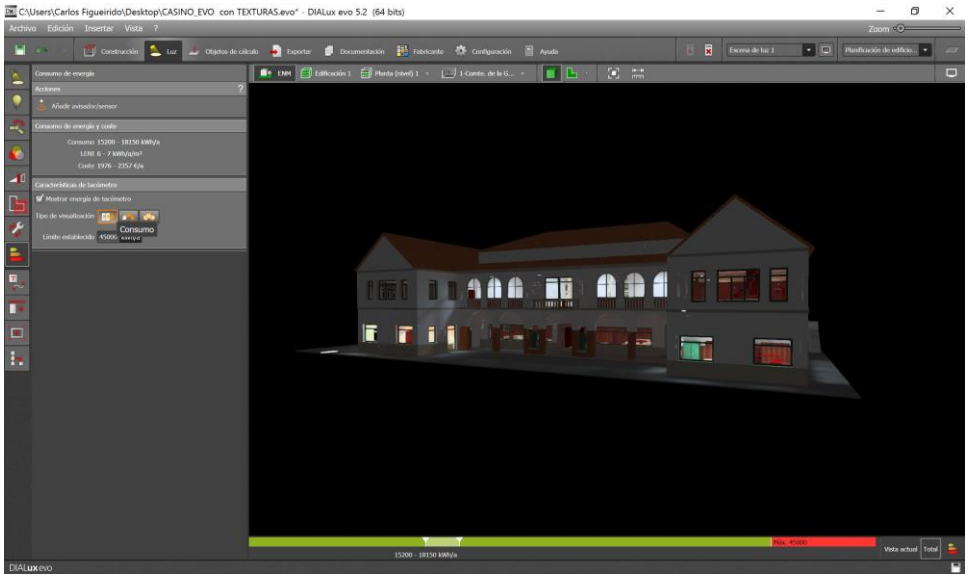


Figura 3-41. Submenú *Consumo de energía*

3.5.3 Menú principal Objetos de cálculo

3.5.3.1 Descripción

En este menú principal se encuentran todas las herramientas necesarias para configurar los elementos que el programa utilizará para calcular todo aquello que el usuario desee.

DIALux evo dispone una serie de parámetros que, una vez se inicie la rutina de cálculo, resolverá automáticamente y por defecto (iluminancia media, máxima, mínima y uniformidad). Sin embargo, entre las opciones de cálculo de las que dispone se encuentran otras, como puede ser el índice de deslumbramiento o UGR (*Unified Glare Rating*)

El procedimiento para añadir áreas de cálculo es sencillo, solo es necesario indicar la forma del objeto de cálculo o señalar la superficie sobre la que se desea efectuar la operación. Tras eso, se selecciona en las opciones "Parámetros de cálculo" el dato buscado.

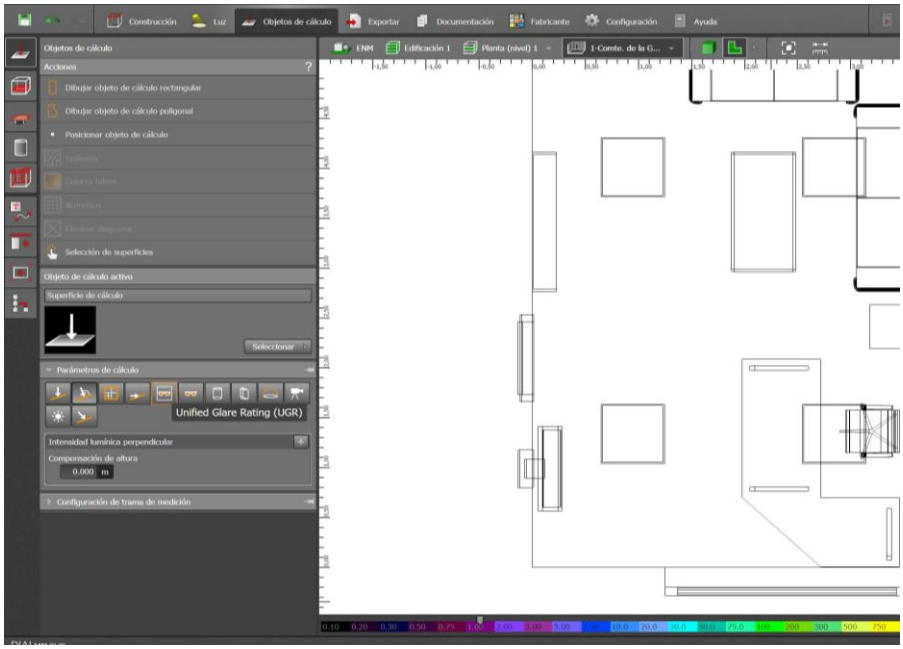


Figura 3-42. Menú *Objetos de cálculo*

Una vez el programa haya calculado los resultados, en este menú se puede controlar cómo se presentan visualmente, pudiéndose elegir diagrama de colores falsos, curvas isolux, diagrama numérico o los tres simultáneamente.

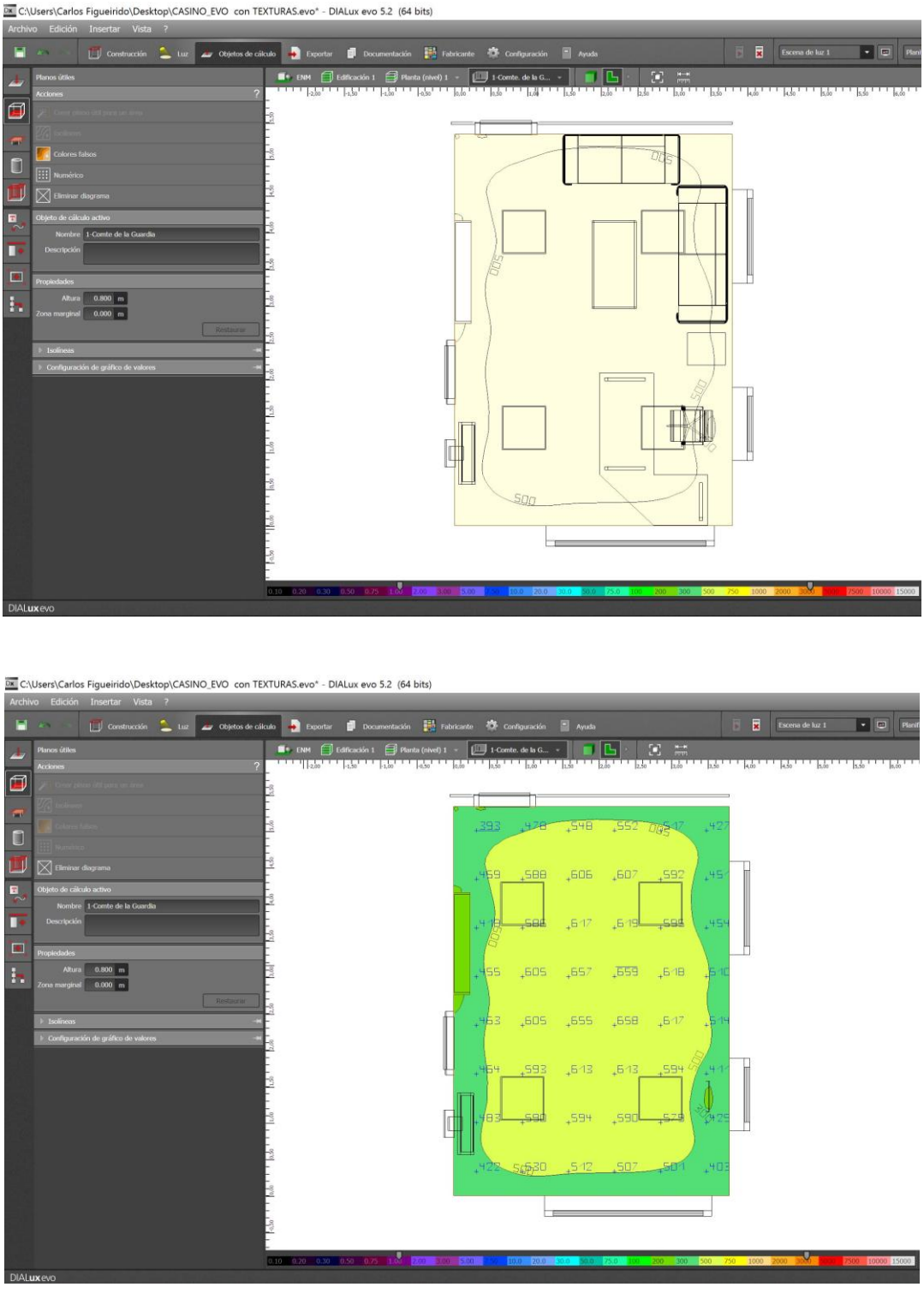


Figura 3-43.Vista previa de resultados. Diagrama curvas isolux (arriba). Con todas posibilidades (abajo)

3.5.4 Cálculos

Lo mencionado en este apartado no es un menú como tal, sino que es un proceso necesario para que elementos del menú del punto anterior (3.5.3) y de menús posteriores puedan funcionar.

El inicio del proceso de cálculo simplemente pasa por apretar la opción al efecto (en la barra horizontal superior, Figura 3-44) y el proceso se desarrolla automáticamente y sin necesidad de intervención por parte del usuario.



Figura 3-44. Botón de inicio de cálculos

Durante el transcurso del mismo, el software puede funcionar con lentitud debido a la complejidad de los cálculos. El avance de los mismos puede verse gráficamente a través de dos barras de estados, la superior indica el avance general de los cálculos de todo el proyecto, mientras que la inferior indica el estado del cálculo particular que se está desarrollando en ese momento.

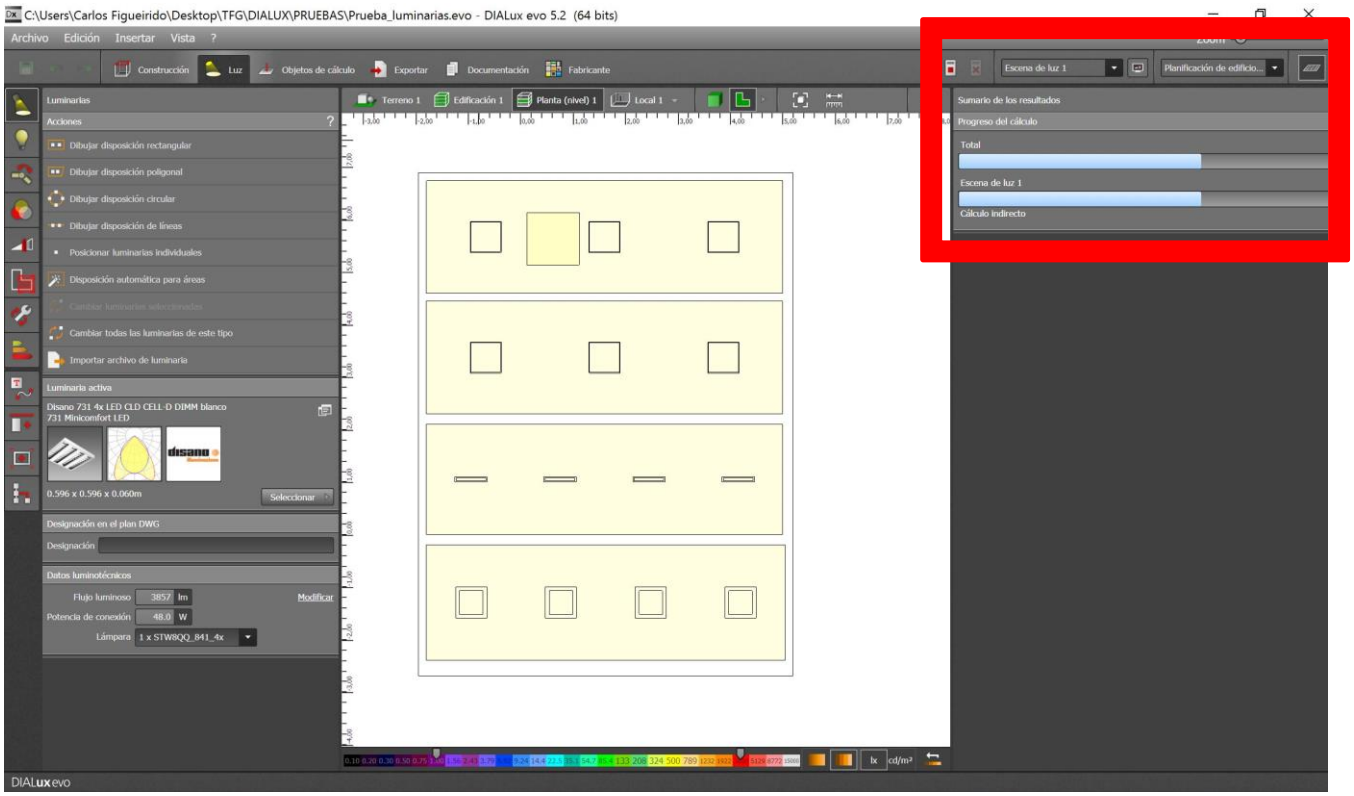


Figura 3-45. Proceso de cálculo de resultados

Una ventaja que ofrece el programa es que una vez efectuados los cálculos, si se cambia alguna luminaria o parámetro de un local en particular, no es necesario realizar un nuevo cálculo de todo el edificio, sino que lo retoma sólo en aquellos locales que se van a ver modificados. Para esta opción ofrece un botón particular (Figura 3-46).



Figura 3-46. Botón de Reanudación de cálculos

3.5.5 Luminarias escogidas para simulación

3.5.5.1 Descripción

Como se mencionó en el apartado 3.5.2.3, la marca escogida para la propuesta es Disano Illuminazione S.p.A y dentro de su amplio catálogo se han seleccionado luminarias que hacen uso de tecnología led.

Atendiendo a los requisitos lumínicos de cada local del edificio y la distribución que se podría adoptar en cada uno de ellos, se han escogido las siguientes luminarias.

3.5.5.2 Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731



Figura 3-47 Luminaria Disano 731 Minicomfort LED (Fuente: Disano Catalogue)

Consiste en una luminaria compuesta por cuatro tubos led blancos que generan una distribución uniforme de luz de alta calidad y que aseguran una reproducción de color adecuada (Ra>80).

La potencia lumínica desarrollada es muy elevada en comparación con la potencia de conexión que requieren, suponiendo un 40% de ahorro con respecto a las luminarias de techo 4x18W con óptica similar y siendo un ahorro más significativo si se tiene en cuenta la vida útil y máxima (hasta 50.000 horas) con un nulo mantenimiento.

Ha sido colocada en lugares con un requerimiento de iluminancia media elevada, fundamentalmente en los locales clasificados como oficina y aquellos donde se desarrollan actividades con una fuerte necesidad lumínica, como puede ser la cocina de la cantina.

Disano 731 Minicomfort LED

Eficacia de funcionamiento	99,95%
Flujo luminoso de lámparas	3857 lm
Flujo luminoso de las luminarias	3855
Potencia total	48W
Rendimiento lumínico	80,3 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	50.000 hrs
Índice de reproducción cromática	>80
Dimensiones	60x60 cm

Tabla 3-13 Especificaciones técnicas Disano 731 Minicomfort LED

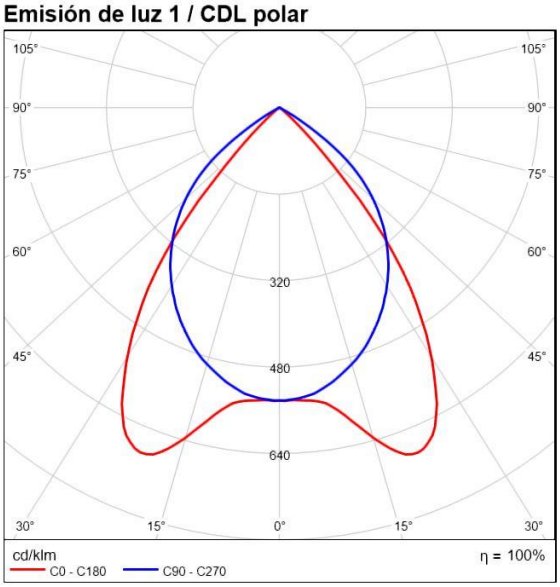


Figura 3-48 Diagrama de radiación polar Disano 731 Minicomfort LED

3.5.5.3 Disano Illuminazione 840 LED panel



Figura 3-49 Luminaria Disano 840 LED panel

Se trata de una luminaria similar a la mencionada en el epígrafe anterior, pero con una potencia lumínica y de conexión menores, lo que la hacen adecuada para ambientes y locales con una necesidad media de potencia. Empleada fundamentalmente para la iluminación de almacenes y pasillos de las zonas de trabajo 1 y 2 y como elementos principales en la zona dedicada a las mesas de comedor.

Disano 840 LED panel

Eficacia de funcionamiento	100%
Flujo luminoso de lámparas	3121 lm
Flujo luminoso de las luminarias	3121 lm
Potencia total	36
Rendimiento lumínico	86,7 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	50.000 hrs
Índice de reproducción cromática	>93
Dimensiones	60x60 cm

Tabla 3-14 Especificaciones técnicas Disano 840 LED panel

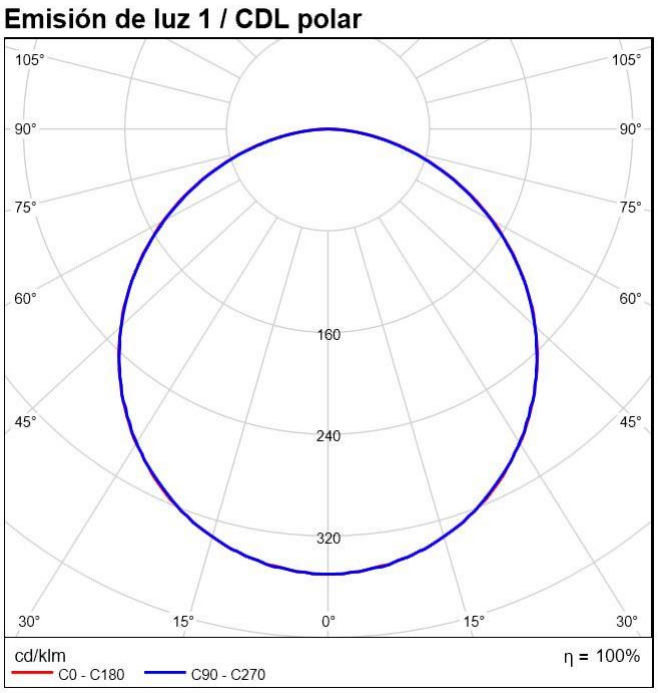


Figura 3-50 Diagrama de radiación polar Disano 840 LED panel

3.5.5.4 Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W



Figura 3-51 Disano Janus LED Sharp

Foco de acero, orientable, de reducidas dimensiones resistente a ambientes húmedos. Diseñado para proporcionar una iluminación puntual en zonas cuyo ancho sea reducido. Ha sido el escogido para la iluminación de pequeños pasillos o salones donde los requerimientos no fuesen muy exigentes.

Disano Janus LED Sharp 7W

Eficacia de funcionamiento	100%
Flujo luminoso de lámparas	450 lm
Flujo luminoso de las luminarias	450
Potencia total	11
Rendimiento lumínico	40,8 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	40.000 hrs
Índice de reproducción cromática	80
Dimensiones	10x10 cm

Tabla 3-15 Especificaciones técnicas Disano Janus 7W

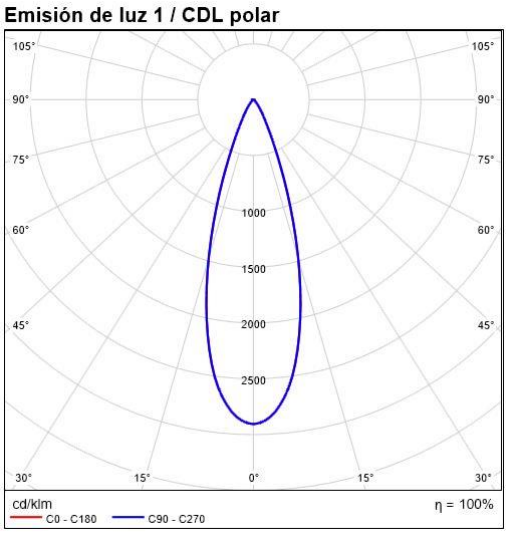


Figura 3-52 Diagrama de radiación polar Disano Janus 7W

3.5.5.5 Disano Illuminazione Roma 4



Figura 3-53 Disano Roma 4

Luminaria adecuada para asegurar una percepción limpia del ambiente con una sensación de confort en los alrededores de la misma. Concebida para una instalación rápida y de bajo coste en cualquier tipo de interior.

En el proyecto es la instalada en los locales que precisan de más potencia lumínica que la aportada por la luminaria del punto anterior, pero sin llegar a la necesidad de una potencia excesiva.

Disano Roma 4

Eficacia de funcionamiento	99,95%
Flujo luminoso de lámparas	1815 lm
Flujo luminoso de las luminarias	1814 lm
Potencia total	21,9 W
Rendimiento lumínico	82,8 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	60.000 hrs
Índice de reproducción cromática	80
Dimensiones	R 10 cm

Tabla 3-16 Especificaciones técnicas Disano Roma 4

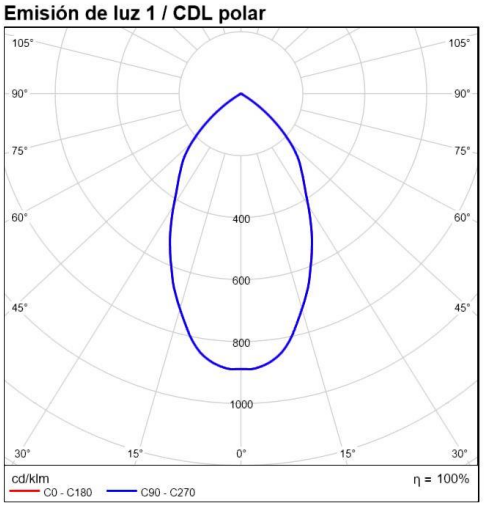


Figura 3-54 Diagrama de radiación polar Disano Roma 4

3.5.5.6 Disano Illuminazione 3116 Ghost LED



Figura 3-55 Disano 3116 Ghost LED

Luminaria de suspensión y alta potencia lumínica indicada para espacios o locales con gran altura entre su techo y el plano de trabajo. Consiste en un cuerpo de aluminio con un difusor de policarbonato transparente.

En el proyecto esta luminaria se utilizó para lugares de tránsito, como pasillos, pero que debido a las dimensiones en sus espacios requerían de luminarias con alta potencia lumínica y distribuida lo máximo posible.

Disano 3116 Ghost LED

Eficacia de funcionamiento	99,55%
Flujo luminoso de lámparas	5000 lm
Flujo luminoso de las luminarias	5000 lm
Potencia total	42,9 W
Rendimiento lumínico	86,28 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	50.000 hrs
Índice de reproducción cromática	90
Dimensiones	R 20 cm

Tabla 3-17 Especificaciones técnicas Disano 3116 Ghost LED

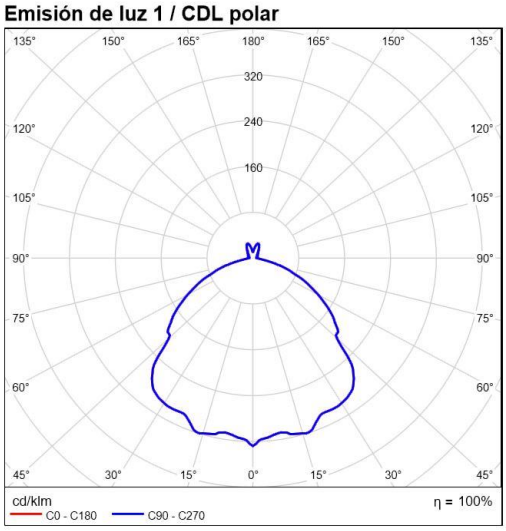


Figura 3-56 Diagrama de radiación polar Disano 3116 Ghost LED

3.5.5.7 Disano Illuminazione Rio



Figura 3-57 Luminaria Disano Rio

Esta luminaria consiste en un proyector con tecnología led, que permite ser una luminaria ideal para locales donde se necesite una importante iluminación funcional y de acentuación, con elevada calidad y reproducción cromática.

Debido a estas características, esta ha sido la luminaria escogida para la iluminación del local dedicado a la impartición de conferencias y demás actividades que precisen amplio espacio para acoger a un público.

Disano Rio	
Eficacia de funcionamiento	99,99%
Flujo luminoso de lámparas	4752 lm
Flujo luminoso de las luminarias	4751 lm
Potencia total	57 W
Rendimiento lumínico	83,4 lm/W
Temperatura de color	3000 K
Vida	50.000 hrs
Índice de reproducción cromática	92
Dimensiones	R 7,15 cm

Tabla 3-18 Especificaciones técnicas Disano Rio

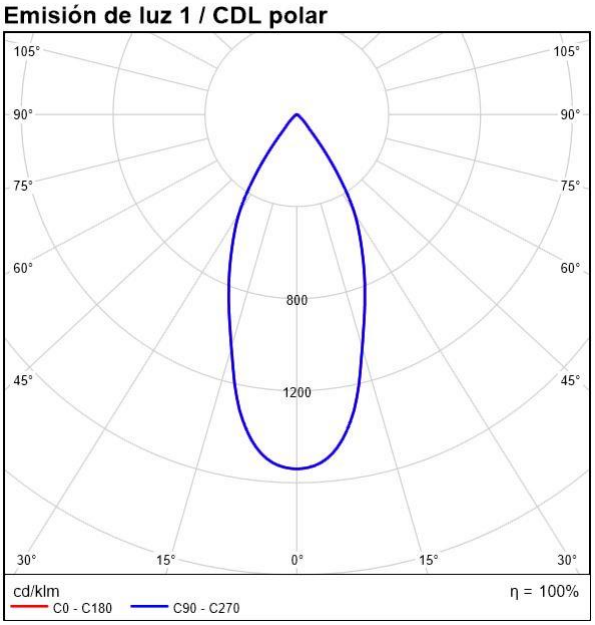


Figura 3-58 Diagrama de radiación polar Disano Rio

3.5.6 Renderizado 3D

DIALux evo permite ir observando los resultados renderizados de forma instantánea a medida que se va construyendo el modelo 3D, pero para poder los resultados una vez las luminarias hayan sido instaladas, es necesario haber calculado sus resultados. De esta forma, el modelo previo a los cálculos da una idea del inmueble en cuanto a construcción, disposición y diseño de objetos, pero no proporciona información teniendo en cuenta los rayos lumínicos. Tras la realización de los cálculos, ya es posible ver cómo interactúan estos elementos en cuanto a reflexiones, sombras y demás aspectos lumínicos.

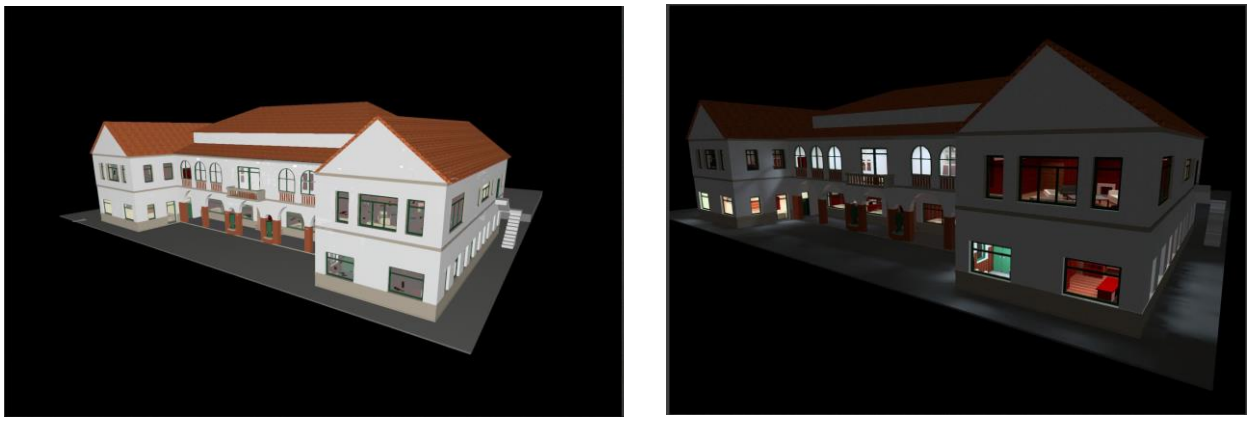


Figura 3-59 Ejemplo de imagen de renderizado antes de calcular (arriba) y después (abajo)



Figura 3-60 Segundo ejemplo de renderizado anterior (imagen superior) y posterior a los cálculos (inferior)

3.5.7 Raytracer

El software DIALux evo incluye, en su interior, una aplicación que posee un algoritmo para síntesis de imágenes tridimensionales por el que se determinan las superficies visibles en la escena trazando rayos desde el observador hasta el plano de la imagen, calculándose las intersecciones del rayo con los diversos objetos que estén presentes y determinando que la intersección que esté más cerca del observador, corresponde con el objeto visible.

Este algoritmo, además, tiene en cuenta y simula los efectos de reflexión y refracción, trazándose rayos recursivamente desde los puntos de intersección que se están sombreado.

El resultado de esta aplicación es una imagen más realista (imagen inferior de la Figura 3-60) que la obtenida con el renderizado 3D nativo de DIALux evo, pero el principal inconveniente es que este algoritmo solo puede sacar como resultado una imagen estática de una zona del modelo, siendo incapaz de generar un espacio 3D por el que se pueda navegar. Esta utilidad ha sido utilizada para la creación de la documentación y el informe que se puede generar a través de DIALux evo.

3.5.8 Paseo virtual

DIALux evo, en su versión más actualizada a fecha de este trabajo, no permite la creación de un clip de vídeo exportable alrededor de la escena como sí es capaz la versión 4.12 de DIALux, pero se espera que, en futuras actualizaciones, dicha característica se incorpore como nativa.

En su lugar, DIALux evo permite realizar un recorrido alrededor del edificio y su interior con el teclado y ratón como controles, siendo esta navegación completamente libre y a gusto del usuario. Para poder realizarla, sólo es necesario que esté activo el modo de visualización "*Rendering (procesado) 3D*", disponible en la barra horizontal superior.

3.6 Estudio de amortización

3.6.1 Descripción

El motivo del trabajo es el diseño de una instalación de alumbrado que esté basada en tecnología led, que como se ha expuesto en el Estado del arte, supone una fuente de iluminación más eficiente que las tecnologías convencionales. Sin embargo, la puesta en marcha de esta instalación supone hacer un desembolso inicial que en el caso de mantenerse con la actual no sería necesario hacer. Por ello y tras el estudio de la simulación, se plantea la realización de un estudio de amortización que pretenda esclarecer si esta inversión sería viable y en tal caso, determinar cuánto tiempo tras el desembolso inicial tendría que transcurrir hasta que se comience a ahorrar.

Se ha desarrollado una hoja de cálculo con las consideraciones a continuación reseñadas y se ha calculado el tiempo de amortización de la inversión. Los resultados de la misma, serán expuestos en el apartado 4 de la presente memoria.

3.6.2 Consideraciones

Para poder desarrollar el estudio económico de amortización es necesario hacer una serie de consideraciones, factores a tener en cuenta para poder extraer unas conclusiones lo más realistas posible.

- Horas de funcionamiento: El edificio a estudio contiene diversas áreas en las que se desarrollan actividades de diferentes índoles. Una única estimación en las horas de funcionamiento no sería realista, por lo que se ha optado por otorgar un periodo diferente según la zona de trabajo para el cálculo del consumo anual.
    - Zona de trabajo 1: Consiste en la zona de guardias con un funcionamiento de las luminarias de 24 horas ininterrumpidas a excepción de los aseos.
    - Zona de trabajo 2: Es el sector en el que se incluyen las oficinas con horario laboral desde primera hora de la mañana. El tiempo de funcionamiento de las luminarias es de ocho horas.
    - Zona de trabajo 3: Es la zona dedicada al ocio de los alumnos y por tanto su tiempo de funcionamiento será aquel durante el que los alumnos estén en su tiempo libre,

más un margen de variación para el personal laboral que desarrolla su actividad allí. En cómputo son cinco horas diarias.

- Zona de trabajo 4: Por este nombre se agrupan aquellos locales que hacen uso de la iluminación de forma ocasional. Se ha estimado tres horas de funcionamiento en dos días al mes.

- Precio del kWh: Se ha establecido un precio de 0,1616€/kWh de acuerdo con las tasas actuales y la compañía proveedora del servicio eléctrico.

- Incremento anual del coste energético: Es la tasa de aumento del precio del kWh de un año con respecto a otro. En la última década, considerando las fluctuaciones de la misma, la media se puede redondear a un 7% anual. En el estudio de amortización se ha considerado este dato como la media de los incrementos anuales en un periodo de 18 años.

- Tiempo de ciclo: En este trabajo se definirá "tiempo de ciclo" (en relación con la vida útil de las lámparas) como el tiempo que debe transcurrir hasta que el flujo proporcionado por las luminarias es un 70% del original y debe de reemplazarse. Teniendo en cuenta que la vida de las luminarias led es considerablemente más larga que las convencionales, se ha determinado un tiempo de ciclo de 50.000 horas para desarrollar los cálculos que, considerando una media de los tiempos de uso diarios de las diferentes zonas de trabajo como 7,6 horas, suponen 18 años cada ciclo.

- Coste de reposición total: Es el coste derivado de los cambios de luminarias durante el tiempo de ciclo.

- Coste de reposición anual: Es la repartición proporcional del coste de reposición total en los periodos que componen en tiempos de ciclo.

4 CÁLCULOS Y RESULTADOS

4.1 Descripción

En este apartado se desarrollarán los cálculos y resultados extraídos de los diferentes puntos tratados en la parte de *Desarrollo*. A través de los procedimientos explicados en mencionado apartado, se ha conseguido llegar a unos datos que deben de ser interpretados y por ello, se intentarán mostrar de la forma más concisa posible. Para ello, se mostrarán los resultados continuando con el orden establecido en el desarrollo.

4.2 Estudio de campo

Este apartado pretende exponer las conclusiones extraídas del estudio de la instalación actualmente presente en el edificio en cuestión.

Primero, se procederá con una enumeración de las mediciones de las iluminancias de los diferentes locales según su ubicación en las zonas de trabajo anteriormente definidas.

En segundo lugar, se realizará una valoración de las mediciones de acuerdo a las normativas vigentes y se determinará si cumplen con los requerimientos o no.

En tercer lugar, se determinará cual debería de ser el número mínimo de luminarias y lámparas de acuerdo con cada local y se comparará si estos valores son los actualmente establecidos.

4.2.1 Mediciones de la instalación actual

A continuación, se mostrarán los resultados de las mediciones realizadas *in situ* haciendo uso del equipamiento ya enumerado.

Se procederá según el orden establecido en el punto *3.2.3 Definición zonas de trabajo,* clasificando los locales, según su ubicación o bien su propósito, en los grupos definidos al efecto. La información contenida en las tablas es la siguiente:

- Núm: Es el número de clasificación-identificación del local.
- Nombre: Apelativo del local con el que se conoce entre los usuarios del mismo.
- Nº mínimo: De acuerdo con las tablas del punto 3.2.2 es el número mínimo de mediciones por local a realizar, siguiendo una distribución reticular.
- Mediciones: Valores de las sucesivas tomas de datos.
- Resultados: Se incluyen datos derivados de las mediciones (Iluminancia media, mínima y uniformidad).

4.2.1.1 Zona de Trabajo 1. Zona de guardias

Zona de trabajo 1: Zonas de Guardias			MEDICIONES (lux)									Resultados		
Núm.	Nombre	Nº Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Em (lux)	Emin (lux)	Um
1	Of. Comte. Gª	9	180	228	130	270	300	274	300	388	235	256,1	130	0,51
2	Suboficial Gª	4	149	173	150	280	293	283	288	313	303	248,0	149	0,60
3	[redacted]	4	45	98	59	48	85	61	38	68	44	60,7	38	0,63
10	Pasillos Z. Guardias 1	4	258	248	157	94						189,3	94	0,50
10	Pasillos Z. Guardias 2	4	160	231	230	145	227	220	170	210	215	200,9	145	0,72
10	Pasillos Z. Guardias 3	4	35	33	33	66	72	58	68	90	86	60,1	33	0,55
10	Sala descanso Guardia	9	132	211	261	297	357	381	180	253	317	265,4	132	0,50
11	Subalterno Of. Comte. Gª	4	128	139	115	112	182	150	84	125	105	126,7	84	0,66
23	Sala descanso Of. Comte. Gª	4	98	112	118	86						103,5	86	0,83
24	Aseo Masculino Gª	4	17	70	38	14	71	51	14	28	20	35,9	14	0,39
25	Aseo Femenino Gª	4	34	86	54	43						54,3	34	0,63
26	Escribiente	4	137	207	179	141	285	219	71	131	141	167,9	71	0,42
27	SACOMAR	4	145	210	176	153						171,0	145	0,85

Tabla 4-1 Mediciones Zona de trabajo 1

4.2.1.2 Zona de trabajo 2. Ayudantía Mayor y Oficina de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad Operativa (PRL-SEGOP)

Zona de trabajo 2: Aytía. Mayor			MEDICIONES (lux)																Resultados		
Nº	Nombre	Nº Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Em (lux)	Emin (lux)	Um
16	Despacho 1	4	202	253	140	243	298	191	260	295	170								228	140	0,61
17	Hall	4	14	21	62	19	23	31	16	18	14								24	14	0,58
18	Pasillo	4	146	231	132	155	243	145	154	232	134								175	132	0,76
19	Despacho Aydt. M.	9	50	93	80	131	205	198	65	100	55	155	169	156	174				125	50	0,40
20	Despacho 2	9	90	181	97	74	122	105	45	82	23								91	23	0,25
21	Aseos	9	70	76	83	84	97	81	93	106	97								87	70	0,80
22	Oficina	16	320	470	610	405	380	493	650	610	394	503	625	583	460	522	580	416	501	320	0,64
53	Aseo Oficina PRL	4	142	158	122	133													139	122	0,88
54	Oficina PRL2ªPlant.	9	340	306	315	296	310	289	342	380	335								324	289	0,89
55	Hall PRL	4	128	125	88	213	151	97	216	148	211								153	88	0,58
56	Despacho OF. PRL	4	235	244	262	259													250	235	0,94

Tabla 4-2 Mediciones Zona de trabajo 2

4.2.1.3 Zona de trabajo 3. Zona de ocio

Zona de trabajo 3: Zonas ocio			MEDICIONES E_m (lux)																Resultados		
Nº	Nombre	Nº Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Em (lux)	Emin (lux)	Um
5	Antesala-Recibidor	4	105	127	85	103	158	85	91	128	80								107	80	0,75
6	Hall	4	40	45	41	25	28	23	17	19	16								28	16	0,57
7	Cámara GM	9	25	103	123	76	75	132	205	155	65	141	209	165	25	120	120	70	113	25	0,22
9	Salón Central	9	49	92	136	48	75	146	203	75	84	152	205	81	63	125	128	58	108	48	0,45
12	Almacén 1	4	72	78	98	91													85	72	0,85
13	Cartería	9	26	34	136	50	202	233	35	80	84								98	26	0,27
14	Cartería 2	4	44	172	255	152													156	44	0,28
15	Ropero	4	85	124	255	110													144	85	0,59
29	Aseos Femeninos	9	27	22	13	202	101	171	148	81	170								104	13	0,13
	WC 1	4	28	35	33	32													32	28	0,88
	WC 2	4	31	37	28	35													33	28	0,85
	WC 3	4	6	17	4	15													11	4	0,38
	WC 4	4	24	30	31	35													30	24	0,80
	WC 5	4	4	11	7	9													8	4	0,52
30	Comedor-Barra	16	100	85	163	108	83	84	78	83	75	65	67	81	75	65	64	99	86	64	0,74
31	*Aspirantera*	9	73	45	33	19	18	23	23	22	46	57	35	5	44	43	42	6	33	5	0,15
32	Aseos Masculinos	9	25	35	20	184	212	158	502	613	370								235	20	0,08
	WC 1	4	167	205	214	219													201	167	0,83
	WC 2	4	201	185	205	191													196	185	0,95
	WC 3	4	304	114	121	78													154	78	0,51
	WC 4	4	211	187	194	233													206	187	0,91
	WC 5	4	223	197	185	203													202	185	0,92
33	Almacén Limpieza	4	26	27	28	31	37	37	19	24	27								28	19	0,67
34	Pasillo Aseo Masc.	4	144	189	152	164	210	155	165	209	163								172	144	0,84
35	Pasillo Peluquería	4	225	415	221	247	463	225	207	427	238								296	207	0,70
36	Peluquería	9	502	558	584	522	538	523	585	577	503	538	584	520	509	583	590	473	543	473	0,87
37	Cocina Cantina	9	170	152	143	90	130	90	65	160	120								124	65	0,52
38	Almacén Cantina	9	50	33	6	60	40	7	43	33	6								31	6	0,19
39	Aseos prsnl Cantina	4	98	87	93	79													89	79	0,89
50	Cámara GM 2ªPlnt	9	64	62	52	134	138	112	46	80	45								81	45	0,55
51	*Fragatera*	9	14	25	20	14	29	58	45	30	33	70	69	27	25	26	25	15	33	14	0,43

Tabla 4-3 Mediciones Zona de trabajo 3

4.2.1.4 Zona de trabajo 4. Zonas multipropósito

Zona de trabajo 4: Multipropósito			MEDICIONES E_m (lux)																Resultados		
Nº	Nombre	Nº Min	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Em (lux)	Emin (lux)	Um
4	Sala de visitas	9	100	98	86	64	93	83	82	75	91	78	78	77	98	95	91	82	86	64	0,75
8	Escaleras Salón actos	4	29	29	12	13													21	12	0,58
42	Cámara Canarias	9	81	88	82	61	95	199	212	112	91	156	127	93	103	61	67	63	106	61	0,58
43	Repostería C. Canarias	4	123	134	118	123													125	118	0,95
44	Aseo 2ªPlanta	4	220	250	302	184													239	184	0,77
45	Aux. Sala Proyecciones	4	74	92	112	87													91	74	0,81
46	Sala de Proyecciones	9	78	114	121	79	37	75	99	54	30	76	98	42	40	74	58	60	71	30	0,42
47	Salón de actos	9	49	95	70	27	52	66	62	24	43	68	63	26	33	81	85	27	54	24	0,44
48	Escaleras S. Proyecciones	9	27	33	34	94	67	73	135	115	43								69	27	0,39
49	Pasillo Salón actos	4	36	32	20	16	28	14	19	36	24	39	21	17	22	15	30	28	25	14	0,56

Tabla 4-4 Mediciones Zona de trabajo 4

4.2.2 Valoración del estado de la instalación actual

En este apartado se realiza una comparación entre los valores requeridos por las normas vigentes (columnas en color gris) con respecto a los valores presentes en los diferentes locales. A modo orientativo, y dado que si el edificio no se somete a una renovación de la instalación mayor del 25% no tendría por qué cumplir la norma en cuestión (CTE-DBHE3), se incluye el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) para dar una idea sobre el grado de energía necesaria para hacer funcionar la instalación.

4.2.2.1 Zona de trabajo 1

Zona de trabajo 1: ZONA GUARDIAS					Cumplimiento de Requisitos EN 12464-1:2011								
Nº Local	Nombre	E_m (lux)	E_r (lux)	Cumple	U_m	U_r	Cumple	Ra	Ra min	Cumple	Valorac. Final	VEEI	$VEEI_R$
1	Of. Comte. Gª	256	500	NO	0,51	0,6	NO	72	80	NO	NO	5,5	3,0
2	Suboficial Gª	248	500	NO	0,60	0,6	SI	72	80	NO	NO	5,0	3,0
3	[redacted]	61	100	NO	0,63	0,4	SI	76	80	NO	NO	21,9	4,0
10	Pasillos Z. Guardias 1	189	150	SI	0,50	0,4	SI	80-89	80	SI	SI	12,9	4,0
10	Pasillos Z. Guardias 2	201	150	SI	0,72	0,4	SI	76	80	NO	NO	11,2	4,0
10	Pasillos Z. Guardias 3	60	150	NO	0,55	0,4	SI	76	80	NO	NO	25,5	4,0
10	Sala descanso Guardia	265	100	SI	0,50	0,4	SI	80-89	80	SI	SI	6,9	4,0
11	Subalterno Of. Comte. Gª	127	500	NO	0,66	0,6	SI	76	80	NO	NO	8,1	4,0
23	Sala descanso Of. Comte. Gª	104	100	SI	0,83	0,4	SI	80-89	80	SI	SI	6,1	4,0
24	Aseo Masculino Gª	36	200	NO	0,39	0,4	NO	80-89	80	SI	NO	22,6	4,0
25	Aseo Femenino Gª	54	200	NO	0,63	0,4	SI	80-89	80	SI	NO	15,0	4,0
26	Escribiente	168	500	NO	0,42	0,6	NO	80-89	80	SI	NO	6,8	3,0
27	SACOMAR	171	500	NO	0,85	0,6	SI	80-89	80	SI	NO	11,3	3,0

Tabla 4-5 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 1

4.2.2.2 Zona de trabajo 2

Zona de trabajo 2: Aytía. Mayor		Cumplimiento de Requisitos EN 12464-1:2011											
Nº	Nombre	E_m (lux)	E_R (lux)	Cumple	U_m	U_R	Cumple	Ra	Ra min	Cumple	CUMPLE	VEEI	VEEI lim
16	Despacho 1	228	500	NO	0,61	0,6	SI	72	80	NO	NO	5,2	3
17	Hall	24	100	NO	0,58	0,4	SI	100	80	SI	NO	20,0	4
18	Pasillo	175	100	SI	0,76	0,4	SI	76	80	NO	SI	12,0	4
19	Despacho Aydnte. Mayor	125	500	NO	0,40	0,6	NO	89	80	SI	NO	7,8	3
20	Despacho 2	91	500	NO	0,25	0,6	NO	72	80	NO	NO	18,0	3
21	Aseos	87	200	NO	0,80	0,4	SI	89	80	SI	NO	18,2	4
22	Oficina	501	500	SI	0,64	0,6	SI	76	80	NO	SI	2,5	3
53	Aseo Oficina PRL	139	200	NO	0,88	0,4	SI	72	80	NO	NO	15,1	4
54	Oficina PRL 2ªPlanta	324	500	NO	0,89	0,6	SI	72	80	NO	NO	5,0	3
55	Hall PRL	153	100	SI	0,58	0,4	SI	76	80	NO	SI	13,4	4
56	Despacho OF. PRL	250	500	NO	0,94	0,6	SI	72	80	NO	NO	7,2	3

Tabla 4-6. Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 2

4.2.2.3 Zona de trabajo 3

Zona de trabajo 3: Zonas ocio		Cumplimiento de Requisitos EN 12464-1:2011											
Nº	Nombre	E_m (lux)	E_R (lux)	Cumple	U_m	U_R	Cumple	Ra	Ra min	Cumple	CUMPLE	VEEI	VEEI lim
5	Antesala-Recibidor	107	100	SI	0,75	0,4	SI	89 89	80 80	SI SI	SI	16,0	4,0 4,0
6	Hall	28	100	NO	0,57	0,4	SI	80	80	SI	NO	11,7	4,0
7	Cámara GM	113	100	SI	0,22	0,4	NO	80	80	SI	NO	6,0	4,0
8	Salón central	108	200	NO	0,45	0,4	SI	100	80	SI	NO	14,5	8,0
12	Almacén 1	85	100	NO	0,85	0,4	SI	89	80	SI	NO	29,1	4,0
13	Cartería	98	500	NO	0,27	0,6	NO	89	80	SI	NO	10,5	4,0
14	Cartería 2	156	100	SI	0,28	0,4	NO	89	80	SI	NO	12,5	4,0
15	Ropero	144	100	SI	0,59	0,4	SI	89	80	SI	SI	3,0	4,0
29	Aseos Femeninos	104	200	NO	0,13	0,4	NO	80	80	SI	NO	25,7	4,0
	WC 1	32	200	NO	0,88	0,4	SI	89	80	SI	NO	78,8	4,0
	WC 2	33	200	NO	0,85	0,4	SI	89	80	SI	NO	72,1	4,0
	WC 3	11	200	NO	0,38	0,4	NO	89	80	SI	NO	216,1	4,0
	WC 4	30	200	NO	0,80	0,4	SI	89	80	SI	NO	80,7	4,0
	WC 5	8	200	NO	0,52	0,4	SI	89	80	SI	NO	293,1	4,0
30	Comedor-Barra	86	200	NO	0,74	0,6	SI	89	80	SI	NO	10,6	4,0
31	*Aspirantera*	33	200	NO	0,15	0,4	NO	90	80	SI	NO	2,9	8,0
32	Aseos Masculinos	235	200	SI	0,08	0,4	NO	100	80	SI	NO	6,3	4,0
	WC 1	201	200	SI	0,83	0,4	SI	100	80	SI	SI	12,8	4,0
	WC 2	196	200	NO	0,95	0,4	SI	100	80	SI	NO	13,2	4,0
	WC 3	154	200	NO	0,51	0,4	SI	100	80	SI	NO	16,7	4,0
	WC 4	206	200	SI	0,91	0,4	SI	100	80	SI	SI	12,5	4,0
	WC 5	202	200	SI	0,92	0,4	SI	100	80	SI	SI	12,8	4,0
33	Almacén Limpieza	28	100	NO	0,67	0,4	SI	89	80	SI	NO	134,6	4,0
34	Pasillo Aseos Masc.	172	100	SI	0,84	0,4	SI	89	80	SI	SI	24,0	4,0
35	Pasillo Peluquería	296	100	SI	0,70	0,4	SI	89	80	SI	SI	7,0	4,0
36	Peluquería	543	500	SI	0,87	0,6	SI	89	80	SI	SI	4,3	8,0
37	Cocina Cantina	124	500	NO	0,52	0,6	NO	89	80	SI	NO	28,3	8,0
38	Almacén Cantina	31	100	NO	0,19	0,4	NO	89	80	SI	NO	25,6	4,0
39	Aseos personal Cantina	89	200	NO	0,89	0,4	SI	89	80	SI	NO	26,5	4,0
50	Cámara GM 2ªPlanta	81	100	NO	0,55	0,4	SI	80	80	SI	NO	3,0	8,0
51	*Fragatera*	33	100	NO	0,43	0,4	SI	100	80	SI	NO	7,0	8,0

Tabla 4-7 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 3

4.2.2.4 Zona de trabajo 4

Zona de trabajo 4: Multipropósito		Cumplimiento de Requisitos EN 12464-1:2011											
Nº	Nombre	E_m (lux)	E_R (lux)	Cumple	U_m	U_R	Cumple	Ra	Ra_{min}	Cumple	CUMPLE	VEEI	$VEEI_{lim}$
4	Sala de visitas	86	200	NO	0,75	0,4	SI	89	80	SI	NO	11,4	8
8	Escaleras Salón actos	21	100	NO	0,58	0,4	SI	69	80	NO	NO	77,1	4
42	Cámara Canarias	106	200	NO	0,58	0,4	SI	100	80	SI	NO	6,4	8
43	Repostería C. Canarias	125	300	NO	0,95	0,6	SI	89	80	SI	NO	11,1	8
44	Aseo 2ªPlanta	239	200	SI	0,77	0,4	SI	89	80	SI	SI	6,2	4
45	Auxiliar Sala Proyecciones	91	100	NO	0,81	0,4	SI	89	80	SI	NO	11,1	4
46	Sala de Proyecciones	71	200	NO	0,42	0,6	NO	100	80	SI	NO	6,2	8
47	Salón de actos	54	200	NO	0,44	0,6	NO	65	80	NO	NO	21,0	8
48	Escaleras Sala proyecciones	69	100	NO	0,39	0,4	NO	89	80	SI	NO	29,7	4
49	Pasillo Salón actos	25	100	NO	0,56	0,4	SI	100	80	SI	NO	26,5	4

Tabla 4-8 Valoración de parámetros lumínicos según la norma en Zona de trabajo 4

4.2.2.5 Valoración general

Tras el análisis de la instalación actual, se puede asegurar que la mayor parte de los locales que componen el edificio no cumplen los requerimientos de la normativa vigente. Del total de 65 locales analizados, solamente 15 cumplen con los requisitos, lo que significa que más del 75% de los espacios que componen el inmueble, disponen de una instalación de alumbrado insuficiente en cuanto a número de luminarias, con características por debajo de lo requerido o en un estado deficiente.

Centrándose solamente en la norma europea que fija los requisitos para una instalación interior y en los datos extraídos de las tablas anteriores, puede interpretarse que generalmente los locales no cumplen con las exigencias debido a que no alcanzan la iluminancia mínima requerida. Esto es porque el flujo luminoso producido es insuficiente, lo que puede ser debido a dos causas: bien el número de luminarias no es el adecuado o bien el flujo aportado por cada una es insuficiente. Ambos conceptos, número de luminarias y flujo unitario, están relacionados, pudiéndose solucionar la carencia en uno de ellos con el aumento del opuesto.

Si además se tuviese en cuenta la normativa recogida en el Código Técnico de Edificación, relativa a la eficiencia energética, los resultados son todavía peores. De los 65 locales en los que se ha determinado el VEEI (Coeficiente de Valoración Eficiencia Energética de la Instalación), solamente lo han cumplido nueve de ellos, lo que supone que más del 85% de los locales no cumplirían el requisito de eficiencia. A partir de este dato, se puede decir que la instalación no sólo no cumple con los mínimos, sino que, además, requiere de una gran cantidad de potencia para su ineficiente actividad.

En el siguiente punto, se analizará si el número de luminarias actualmente instaladas en cada local es el suficiente de acuerdo con las características del mismo y de las luminarias. Se realizará una valoración al final del mismo.

4.2.3 Análisis de dimensionamiento de la instalación actual

En este apartado se pretende ahondar si la causa que produce el incumplimiento de los requisitos fijados por las normas es debida a una mala gestión del número de luminarias instaladas en cada local. A continuación, se mostrarán cuatro tablas, correspondiéndose con las cuatro zonas de trabajo. Para el cálculo de los datos de las columnas, se ha utilizado el procedimiento descrito en el apartado 3.2.8 de la presente memoria.

Los datos incluidos en las mismas, son divididos en tres columnas principales, en correspondencia con las fases del procedimiento. La primera columna "Datos del local" recoge los parámetros inherentes a cada local como son el índice de local (K), superficie del mismo (S) y el valor de la iluminancia media requerida (E_r). La segunda columna "Estudio de los mínimos teóricos" calcula el número de luminarias necesarias por cada local (N def), a partir del flujo total requerido ($Flujo_r$) y el flujo unitario de cada lámpara, a su vez en relación con los valores de las reflectancias de techo, paredes y suelo (R_t, R_p y R_s, respectivamente) y el coeficiente de conservación o mantenimiento. La tercera columna recoge el recuento de luminarias existentes en la instalación actual (N_{inst}), resultado de la multiplicación del número de luminarias (Nºlum) por el número de lámparas en cada una de ellas (Nºlamps).

4.2.3.1 Zona de trabajo 1

Zona de trabajo 1: ZONA GUARDIAS																	
DATOS LOCAL					ESTUDIO MINIMOS TEÓRICOS								I. ACTUAL			CUMPLE
Nº Local	Nombre	K	Er (lux)	S (m^2)	Rt	Rp	Rs	Cu	Cc	$Flujo_r$ (lm)	Flujo/Ud. (lm/ud)	N	N def	Nº Lum	Nº lamps	N inst	
1	Of. Comte. Gª	1,1	500	20,3	80	80	10	0,87	0,6	19422	1050	18,5	19	4	4	16	NO
2	Suboficial Gª	0,8	500	11,6	80	80	17	0,8	0,6	12095	1050	11,5	12	2	4	8	NO
3	[redacted]	0,8	100	10,9	80	80	17	0,8	0,6	2261	3350	0,7	1	1	4	4	SI
10	Pasillos Z. Guardias 1	0,3	150	2,9	80	80	17	0,68	0,6	1082,1	1050	1,03	2	1	4	4	SI
10	Pasillos Z. Guardias 2	0,4	150	6,4	80	80	17	0,68	0,6	2349,6	3350	0,7	1	1	4	4	SI
10	Pasillos Z. Guardias 3	0,6	150	18,8	80	80	17	0,68	0,6	6917,6	3350	2,1	3	2	4	8	SI
10	Sala descanso Guardia	1,2	100	23,6	80	80	17	0,92	0,6	4281,9	1050	4,1	5	6	4	24	SI
11	Subalterno Of. Comte. Gª	0,6	500	7,0	80	80	17	0,68	0,6	8572,8	1050	8,2	9	1	4	4	NO
23	Sala descanso Of.Comte. Gª	1,0	100	8,0	80	80	17	0,8	0,6	1662,5	300	5,5	6	1	1	1	NO
24	Aseo Masculino Gª	0,6	200	6,2	80	80	17	0,68	0,6	3027,5	300	10,1	11	2	1	2	NO
25	Aseo Femenino Gª	0,6	200	6,2	80	80	17	0,68	0,6	3019,6	300	10,1	11	2	1	2	NO
26	Escribiente	0,6	500	6,3	80	80	17	0,68	0,6	7750	1050	7,4	8	1	4	4	NO
27	SACOMAR	0,5	500	3,7	80	80	17	0,68	0,6	4549,6	1050	4,3	5	1	4	4	NO

Tabla 4-9 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 1

4.2.3.2 Zona de trabajo 2

Zona de trabajo 2: AYUDANTÍA MAYOR Y OFICINAS PRL-SEGOP																	
DATOS LOCAL					ESTUDIO MINIMOS TEÓRICOS								I. ACTUAL			CUMPLE
Nº Local	Nombre	K	Er (lux)	S (m^2)	Rt	Rp	Rs	Cu	Cc	$Flujo_r$ (lm)	Flujo/Ud. (lm/ud)	N	N MIN	Nº Lum	Nº lamps	N inst	
16	Despacho 1	0,9	100	12,0	80	10	17	0,53	0,6	3784,8	1050	3,6	4	1	4	4	SI
17	Hall	0,8	500	18,6	80	80	17	0,85	0,6	18212	250	72,8	73	1	6	6	NO
18	Pasillo	0,5	100	13,7	80	10	17	0,53	0,6	4306,3	3350	1,3	2	2	4	8	SI
19	Despacho Aydnte. Mayor	1,4	150	30,7	80	10	10	0,53	0,6	14496	300	48,3	49	6	1	6	NO
20	Despacho 2	1,1	150	17,6	80	80	17	0,87	0,6	5051	1050	4,8	5	4	4	16	SI
21	Aseos	1,0	150	15,7	80	80	17	0,87	0,6	4517,5	300	15,1	16	5	1	5	NO
22	Oficina	2,1	100	68,8	80	80	17	1	0,6	11470	3350	3,4	4	6	4	24	SI
53	Aseo Oficina PRL	0,7	500	6,9	80	80	17	0,8	0,6	7156,3	1050	6,8	7	2	4	8	SI
54	Oficina PRL 2ªPlanta	1,5	100	26,9	80	80	17	0,96	0,6	4665,6	1050	4,4	5	6	4	24	SI
55	Hall PRL	0,4	200	7,0	80	80	17	0,68	0,6	3431,4	1050	3,3	4	1	4	4	SI
56	Despacho OF. PRL	0,8	200	8,0	80	80	17	0,8	0,6	3318,8	1050	3,2	4	2	4	8	SI

Tabla 4-10 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 2

4.2.3.3 Zona de trabajo 3

Zona de trabajo 2: AYUDANTÍA MAYOR Y OFICINAS PRL-SEGOP																	
DATOS LOCAL					ESTUDIO MINIMOS TEÓRICOS								I. ACTUAL			CUMPLE
Nº Local	Nombre	K	Er (lux)	S (m^2)	Rt	Rp	Rs	Cu	Cc	$Flujo_r$ (lm)	Flujo/Ud (lm/ud)	N	N MIN	Nº Lum	Nº lamps	N inst	
5	Antesala-Recibidor	0,8	100	58,8	80	80	30	0,85	0,6	11529	3350	3,4	4	16	1	16	SI
6	Hall	0,5	100	18,1	80	80	30	0,85	0,6	3553,3	250	14,2	15	1	4	4	NO
7	Cámara GM	1,6	100	59,0	80	17	17	0,72	0,8	10241	300	34,1	35	8	1	8	NO
9	Salón Central	1,6	200	252,5	80	17	15	0,75	0,6	112200	3350	33,5	34	76	1	76	SI
12	Almacén 1	0,5	100	1,5	80	80	17	0,68	0,6	358,24	3350	0,1	1	1	1	1	SI
13	Cartería	1,2	500	14,0	80	17	17	0,71	0,6	16451	3350	4,9	5	2	2	4	NO
14	Cartería 2	0,7	100	7,4	80	80	17	0,54	0,6	2274,1	3350	0,7	1	2	2	4	SI
15	Ropero	0,9	100	9,4	80	80	17	0,8	0,6	1962,1	3150	0,6	1	1	1	1	SI
29	Aseos Femeninos	1,2	200	16,2	80	30	30	0,71	0,6	7594,7	740	10,3	11	9	1	9	NO
	WC 1	0,4	200	2,3	80	30	30	0,42	0,6	1810,7	740	2,4	3	2	4	8	SI
	WC 2	0,4	200	2,4	80	30	30	0,42	0,6	1934,5	740	2,6	3	0	0	0	NO
	WC 3	0,5	200	2,5	80	30	30	0,42	0,6	2011,9	740	2,7	3	0	0	0	NO
	WC 4	0,4	200	2,4	80	30	30	0,42	0,6	1888,1	740	2,6	3	0	0	0	NO
	WC 5	0,5	200	2,5	80	30	30	0,42	0,6	2011,9	740	2,7	3	0	0	0	NO
30	Comedor-Barra	2,7	200	142,1	80	2	17	0,47	0,6	100787	3350	30,1	31	36	1	36	SI
31	*Aspirantera*	1,3	200	123,2	80	80	30	0,95	0,6	43230	800	54,0	55	10	1	10	NO
32	Aseos Masculinos	1,5	200	19,3	80	60	17	0,78	0,6	8253,2	1050	7,9	8	4	4	16	SI
	WC 1	0,5	200	1,9	80	60	17	0,39	0,8	1242,3	300	4,1	5	1	1	1	NO
	WC 2	0,5	200	1,9	80	60	17	0,39	0,8	1242,3	300	4,1	5	1	1	1	NO
	WC 3	0,5	200	1,9	80	60	17	0,39	0,8	1242,3	300	4,1	5	1	1	1	NO
	WC 4	0,5	200	1,9	80	60	17	0,39	0,8	1242,3	300	4,1	5	1	1	1	NO
	WC 5	0,5	200	1,9	80	60	17	0,39	0,8	1242,3	300	4,1	5	1	1	1	NO
33	Almacén Limpieza	0,5	100	7,5	80	60	17	0,39	0,6	3214,1	3350	1,0	1	2	4	8	SI
34	Pasillo Aseos Masc.	0,3	100	3,5	80	80	30	0,72	0,6	807,41	3350	0,2	1	1	4	4	SI
35	Pasillo Peluquería	0,4	100	6,9	80	80	30	0,7	0,6	1642,9	1050	1,6	2	2	4	8	SI
36	Peluquería	1,3	500	30,6	80	80	20	1,01	0,6	25222	3350	7,5	8	5	4	20	SI
37	Cocina Cantina	1,0	500	12,3	80	80	20	0,88	0,6	11630	3350	3,5	4	3	4	12	SI
38	Almacén Cantina	1,1	100	18,2	80	30	30	0,54	0,6	5611,9	3350	1,7	2	1	4	4	SI
39	Aseos persnl. Cantina	1,0	200	12,2	80	80	20	0,88	0,6	4612,5	3350	1,4	2	2	4	8	SI
50	Cámara GM 2ªPlanta	1,5	100	64,7	80	80	20	1,02	0,6	10570	3150	3,4	4	2	2	4	SI
51	*Fragatera*	1,6	100	65,0	80	20	20	0,7	0,6	15480	250	61,9	62	10	1	10	NO

Tabla 4-11 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 3

4.2.3.4 Zona de trabajo 4

Zona de trabajo 2: AYUDANTÍA MAYOR Y OFICINAS PRL-SEGOP																	
DATOS LOCAL					ESTUDIO MINIMOS TEÓRICOS									I. ACTUAL			CUMPLE
Nº Local	Nombre	K	Er (lx)	S (m^2)	R_t	R_p	R_s	C_u	C_c	Flujo$_r$ (lm)	Flujo/ud (lm/ud)	N	N MIN	Nº Lum	Nº lamps	N inst	
4	Sala de visitas	1,9	200	81,4	80	30	30	0,41	0,6	66176	3350	19,8	20	1	4	4	NO
8	Escaleras Salón actos	0,8	100	30,0	80	80	30	0,78	0,6	6409,6	3100	2,1	3	1	6	6	SI
42	Cámara Canarias	1,2	200	37,1	80	30	30	0,63	0,8	14729	300	49,1	50	2	4	8	NO
43	Repostería C. Canarias	0,7	300	5,2	80	80	30	0,78	0,6	3325	3350	1,0	1	6	1	6	SI
44	Aseo 2ªPlanta	0,6	200	4,8	80	80	30	0,78	0,6	2065	1050	2,0	2	4	4	16	SI
45	Aux Sala Proyecciones	0,5	100	3,5	80	80	30	0,78	0,6	758,33	1050	0,7	1	5	1	5	SI
46	Sala de Proyecciones	1,8	200	91,0	30	30	10	0,74	0,8	30730	300	102,4	103	6	4	24	NO
47	Salón de actos	1,5	200	314,6	80	80	30	0,68	0,6	154216	32500	4,7	5	2	4	8	SI
48	Escaleras S. Proyecciones	1,0	100	28,1	80	80	10	0,82	0,6	5715,2	3150	1,8	2	6	4	24	SI
49	Pasillo Salón actos	0,7	100	68,4	80	80	30	0,78	0,6	14613	300	48,7	49	1	4	4	NO

Tabla 4-12 Dimensionamiento instalación de los locales Zona de trabajo 4

4.2.3.5 Valoración de los resultados

A vista de los resultados del estudio de dimensionamiento se puede concluir que casi la mitad de los locales tienen una mala relación número de lámparas con respecto al flujo de las mismas. Esto significa que un 45% de los locales no alcanza el número mínimo de unidades que debería de haber para el tipo de lámpara que tienen instalada.

4.3 Diseño CAD

En este apartado se adjuntarán los planos de localización y aquellos que sean explicativos de la instalación de alumbrado, tanto la actualmente instalada como la propuesta. Además, se incluirán en este apartado, las imágenes renderizadas del modelo BIM del edificio.

4.3.1 Planos

4.3.1.1 Plano de situación general

Plano que sitúa el recinto de la Escuela Naval Militar en el entorno del Ayuntamiento de Marín.

4.3.1.2 Layout general Escuela Naval Militar

Es un plano en planta de la distribución de todos los edificios que componen la Escuela Naval Militar, base en la que se encuentra situado el inmueble objeto de estudio.

4.3.1.3 Plano de ubicación

Emplaza el edificio a estudio dentro del recinto de la ENM.

4.3.1.4 Planos base de la construcción

Son los planos originales y, previos a la elaboración a este proyecto, actualizados con las modificaciones que el edificio ha sufrido desde el momento de su elaboración.

4.3.1.5 Planos de disposición actual de luminarias

Incluye dos planos en planta de cada una de las plantas de la construcción con la disposición actual de luminarias.

4.3.1.6 Planos de numeración de los locales

Representa los locales asignándoles el número de identificación-clasificación de cada local utilizado en DIALux y en las hojas de cálculo.

4.3.1.7 Plano de distribución de Zonas de trabajo

Se muestra de manera gráfica los locales que componen cada zona de trabajo.

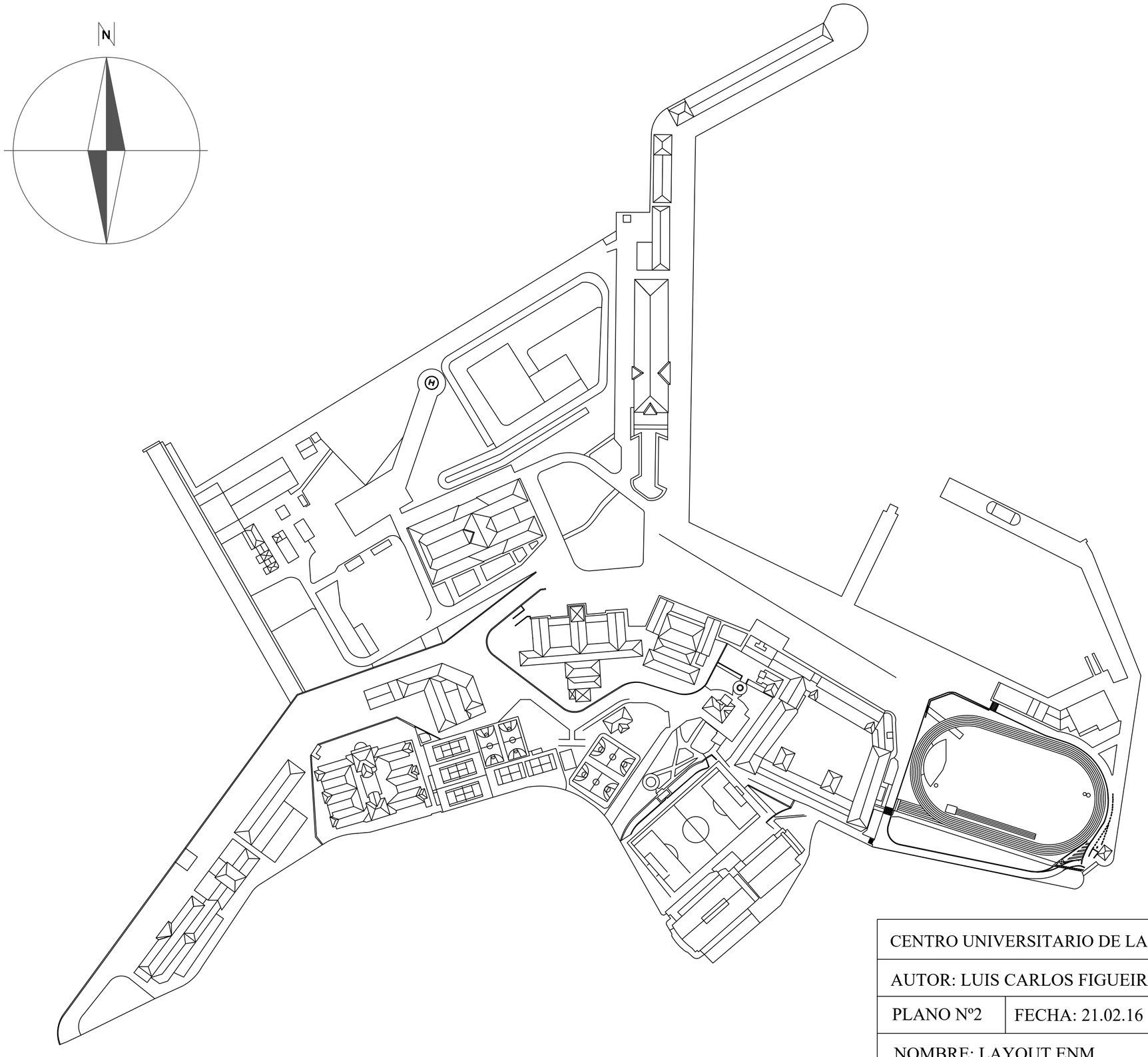
4.3.1.8 Planos de nueva disposición de luminarias

Es un plano que contiene la ubicación de las luminarias tal y como se ha simulado en DIALux evo.

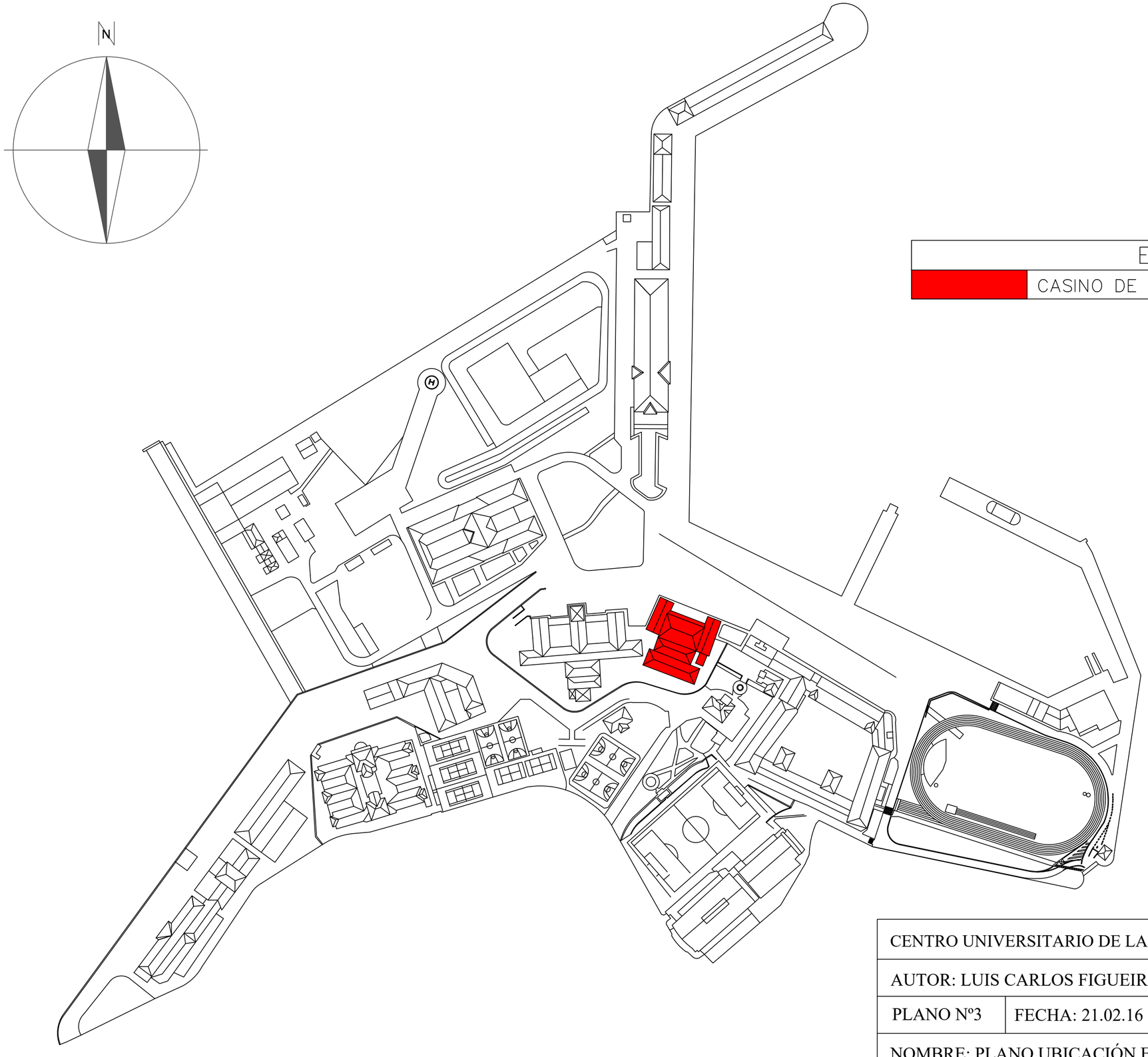
4.3.1.9 Plano 3D del exterior del edificio



CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:10.000
PLANO Nº1	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: PLANO SITUACIÓN ENM-MARÍN		



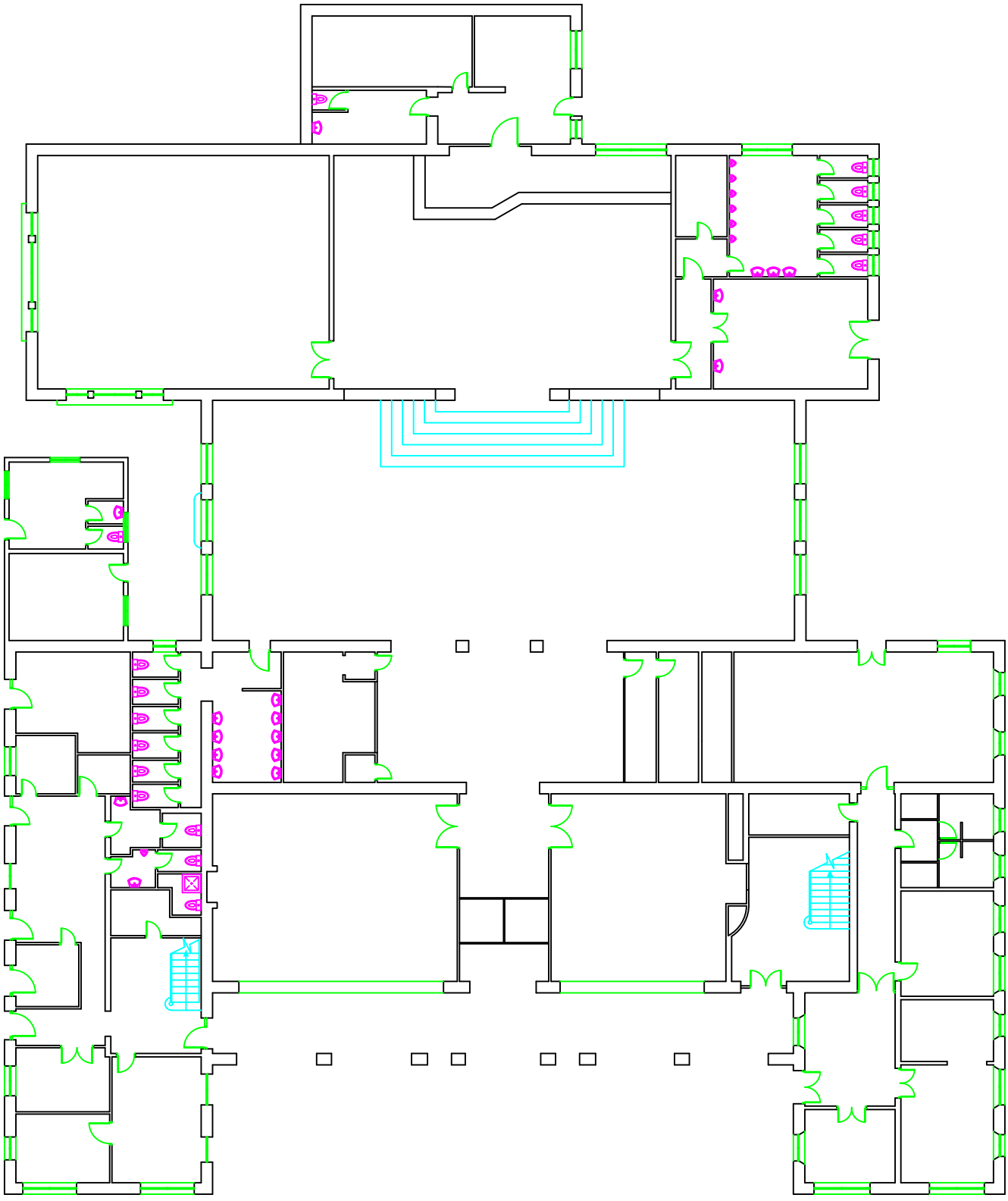
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN			
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA			Escala 1:2000
PLANO Nº2	FECHA: 21.02.16	Firma	
NOMBRE: LAYOUT ENM			



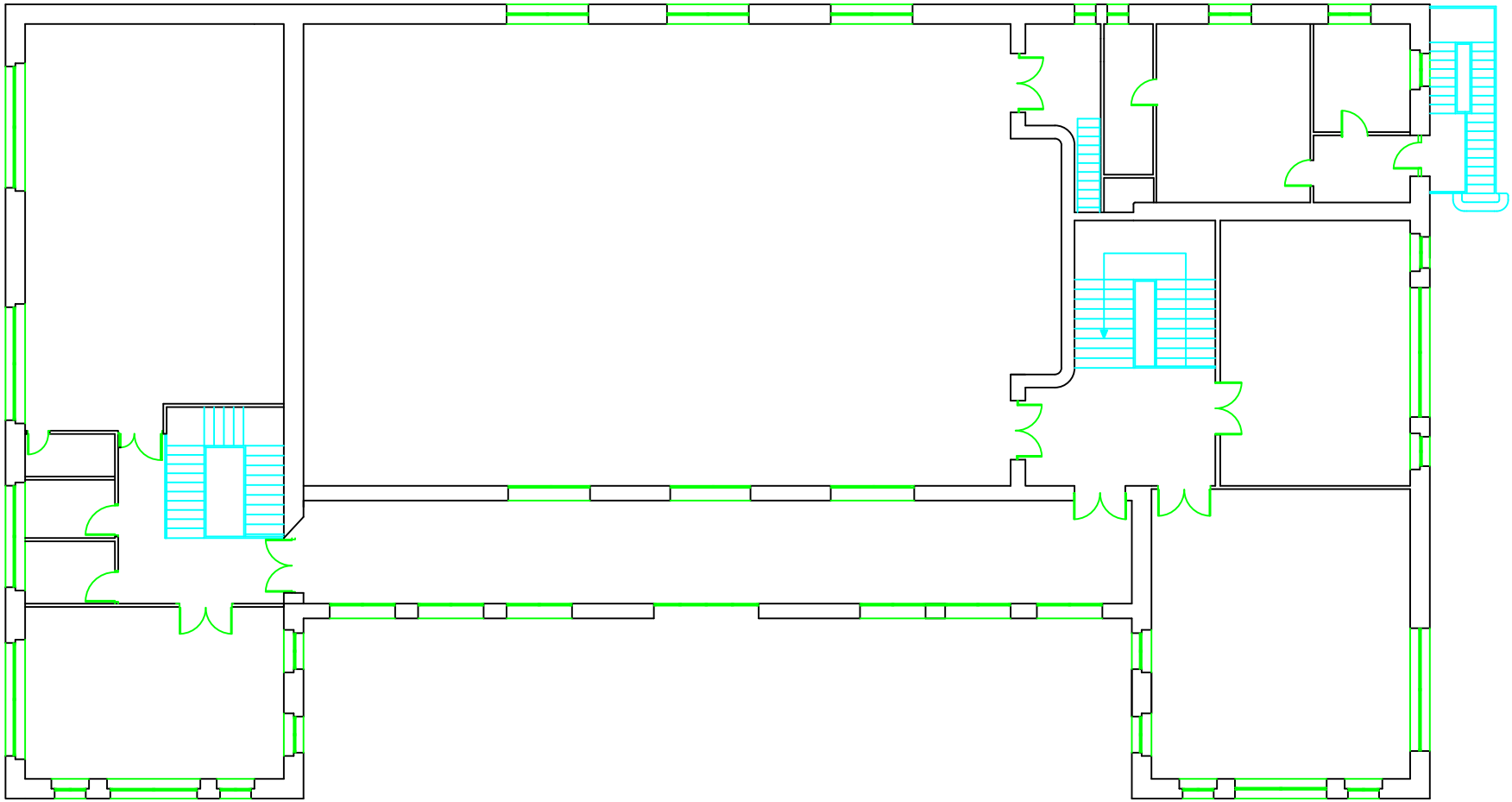
EDIFICIO

CASINO DE ALUMNOS "ALMIRANTE BONIFAZ"

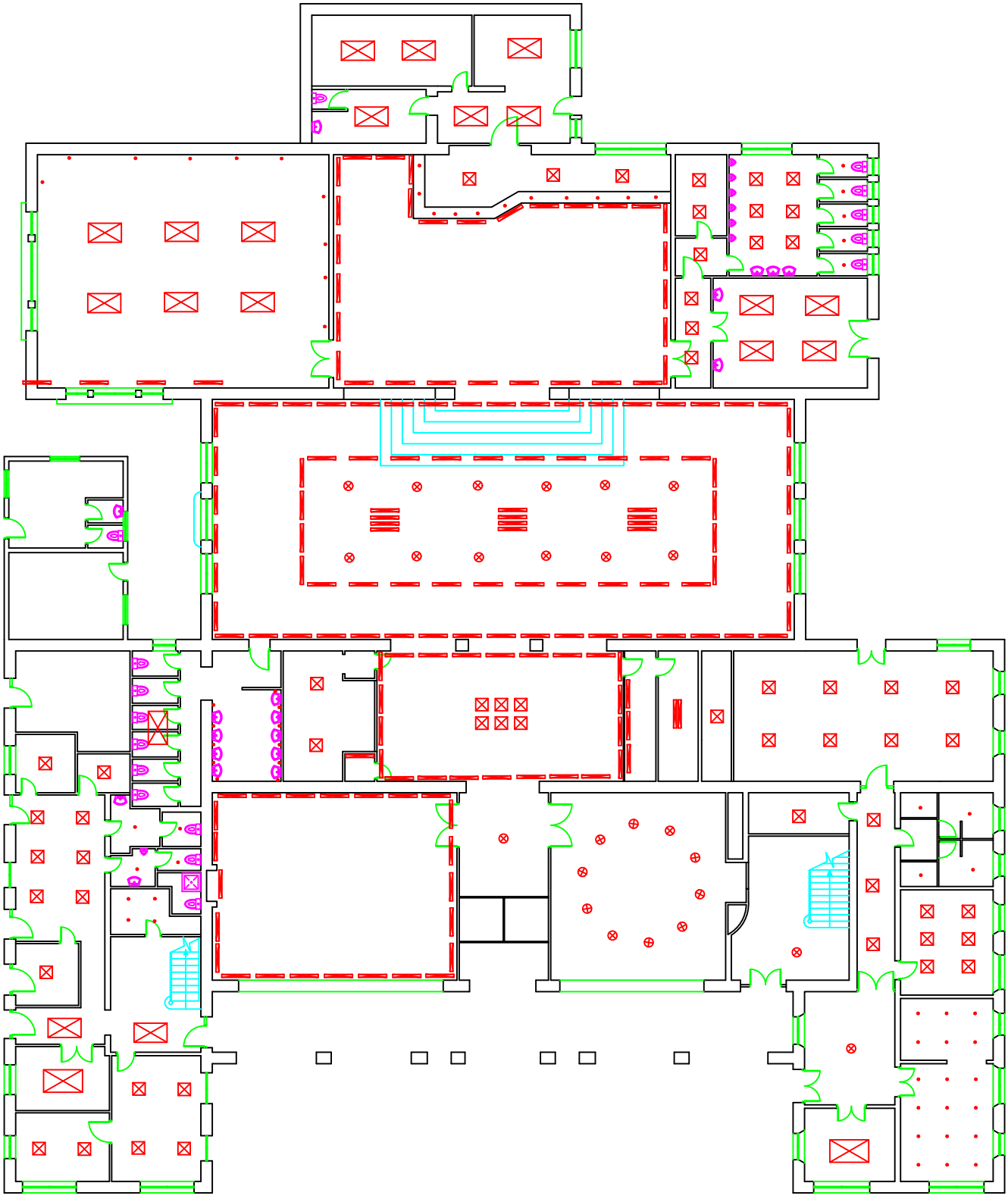
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:2000
PLANO Nº3	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: PLANO UBICACIÓN EDIFICIO		



CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:250
PLANO Nº4	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: PLANO BASE - PLANTA BAJA		



CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN			
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA			Escala 1:200
PLANO Nº5	FECHA: 21.02.16	Firma	
NOMBRE: PLANO BASE - PLANTA ALTA			



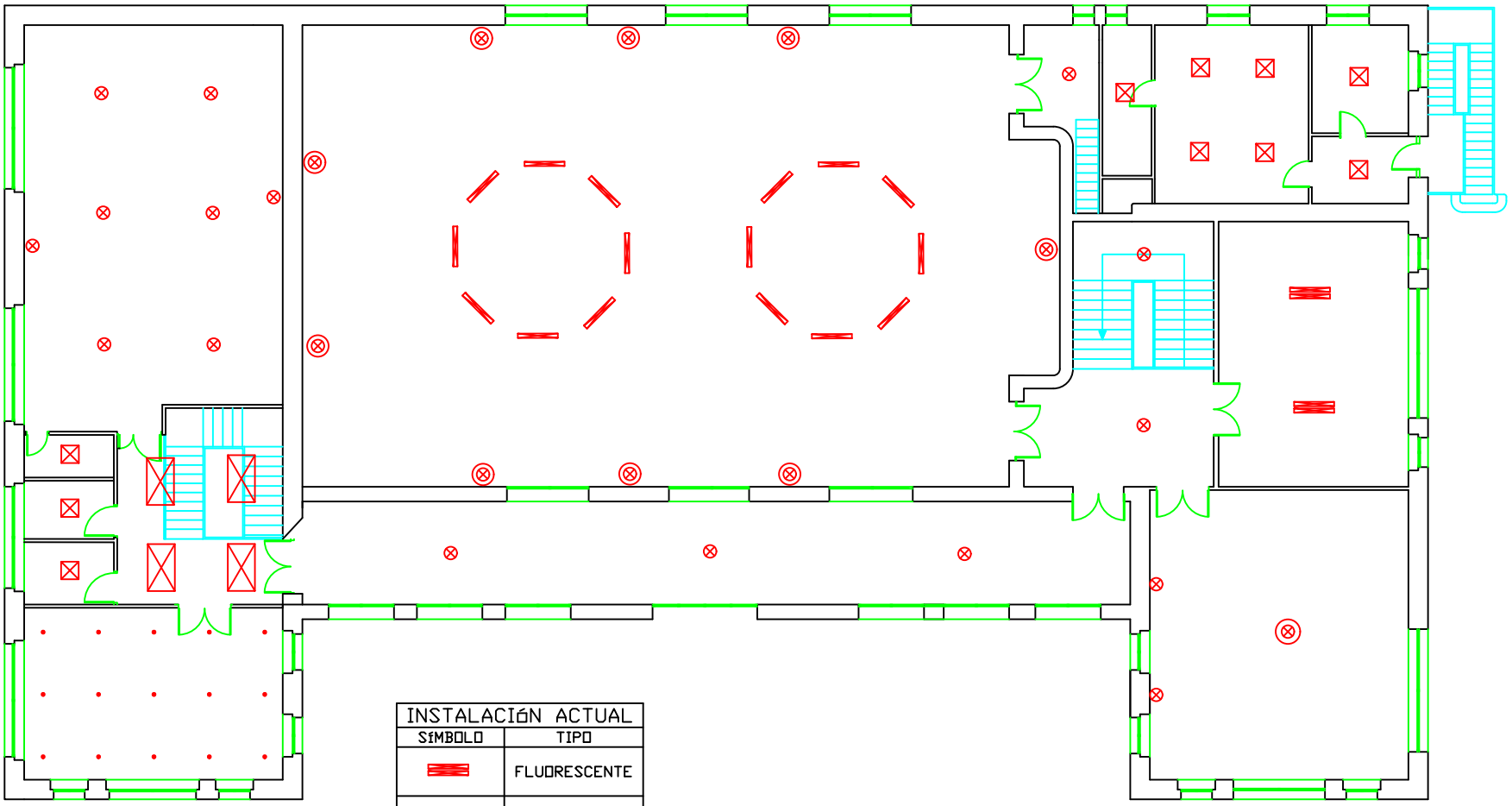
INSTALACIÓN ACTUAL	
SÍMBOLO	TIPO
⊠	FLUORESCENTE
⊗	HALÓGENURO
⊠	FLUORESCENTE
•	HALÓGENURO

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN

AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA

PLANO Nº6	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: DISPOSICIÓN ACTUAL LUMINARIAS P.BAJA		

Escala
1:250



INSTALACIÓN ACTUAL	
SÍMBOLO	TIPO
	FLUORESCENTE
	HALÓGENURO
	FLUORESCENTE
	HALÓGENURO

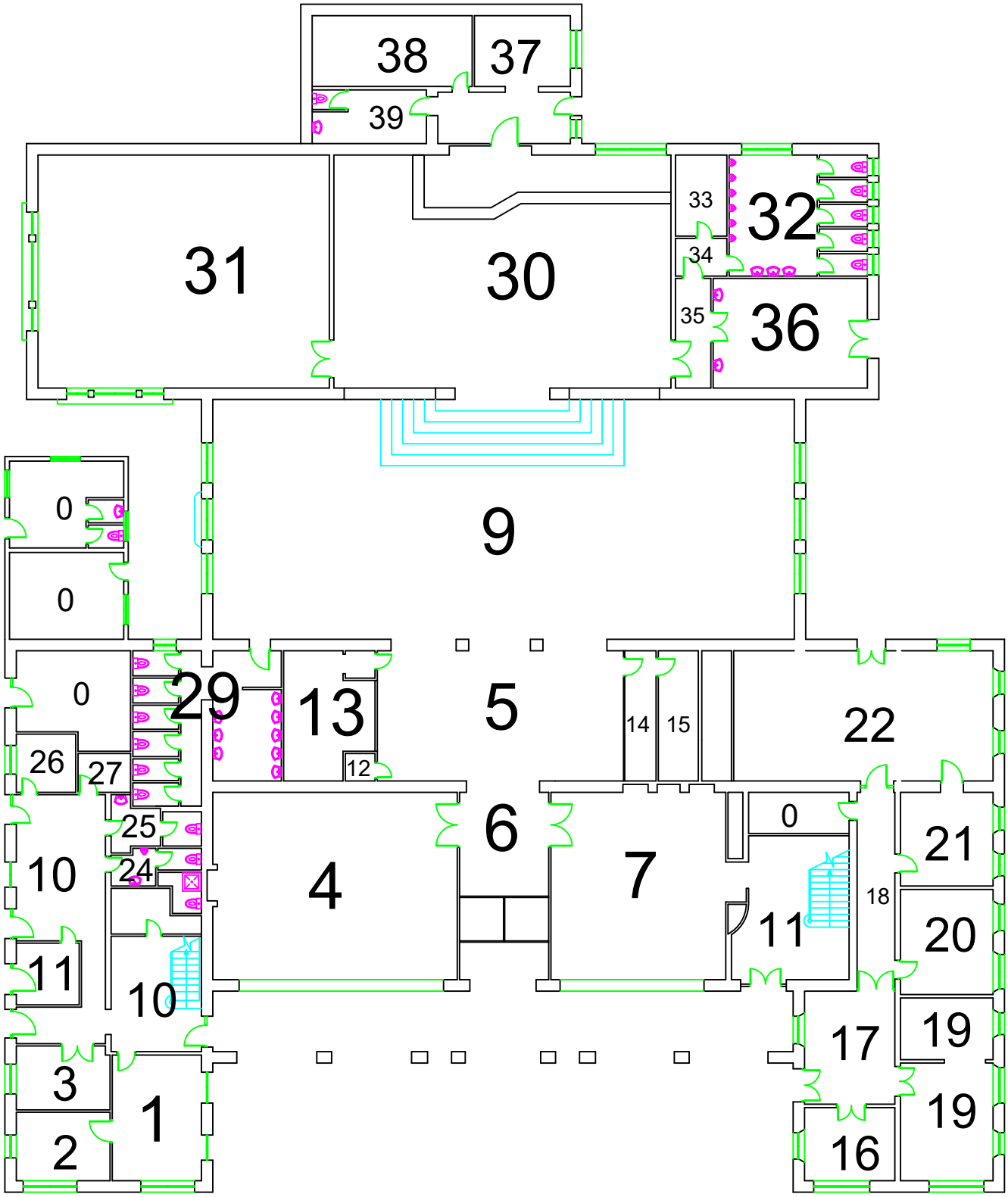
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN

AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA

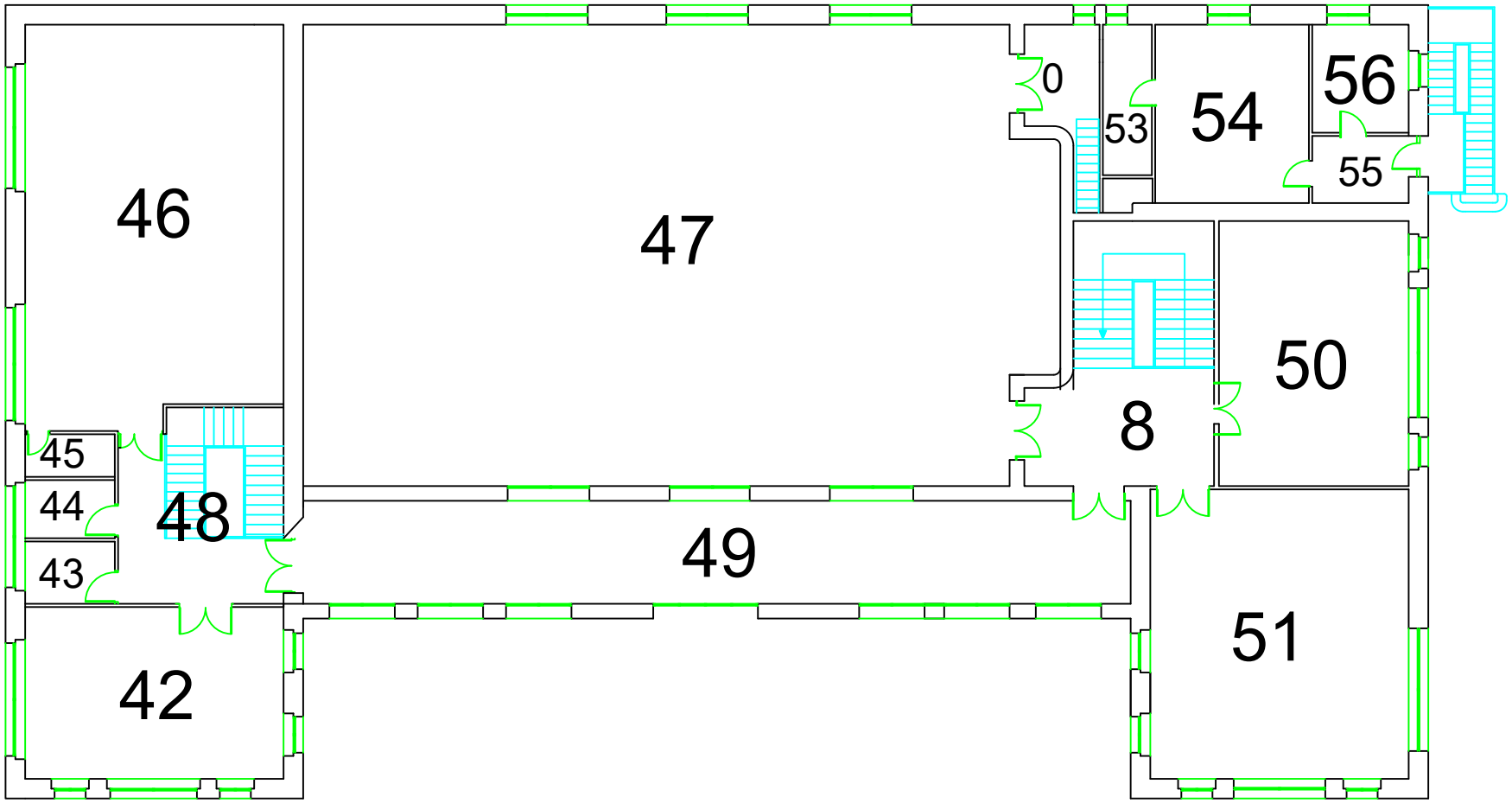
PLANO Nº7 | FECHA: 21.02.16 | Firma

NOMBRE: DISPOSICIÓN ACTUAL LUMINARIAS P.ALTA

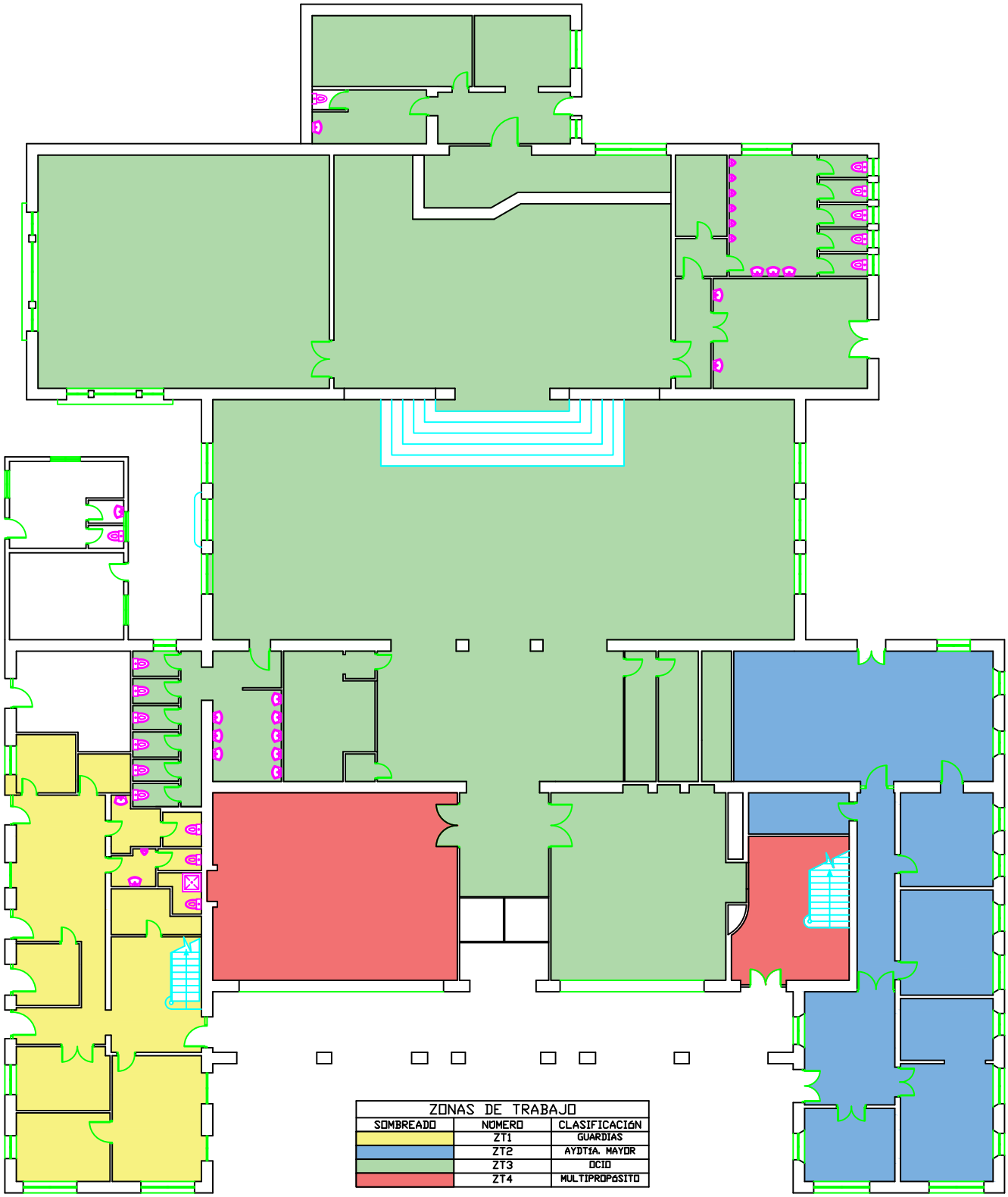
Escala 1:200



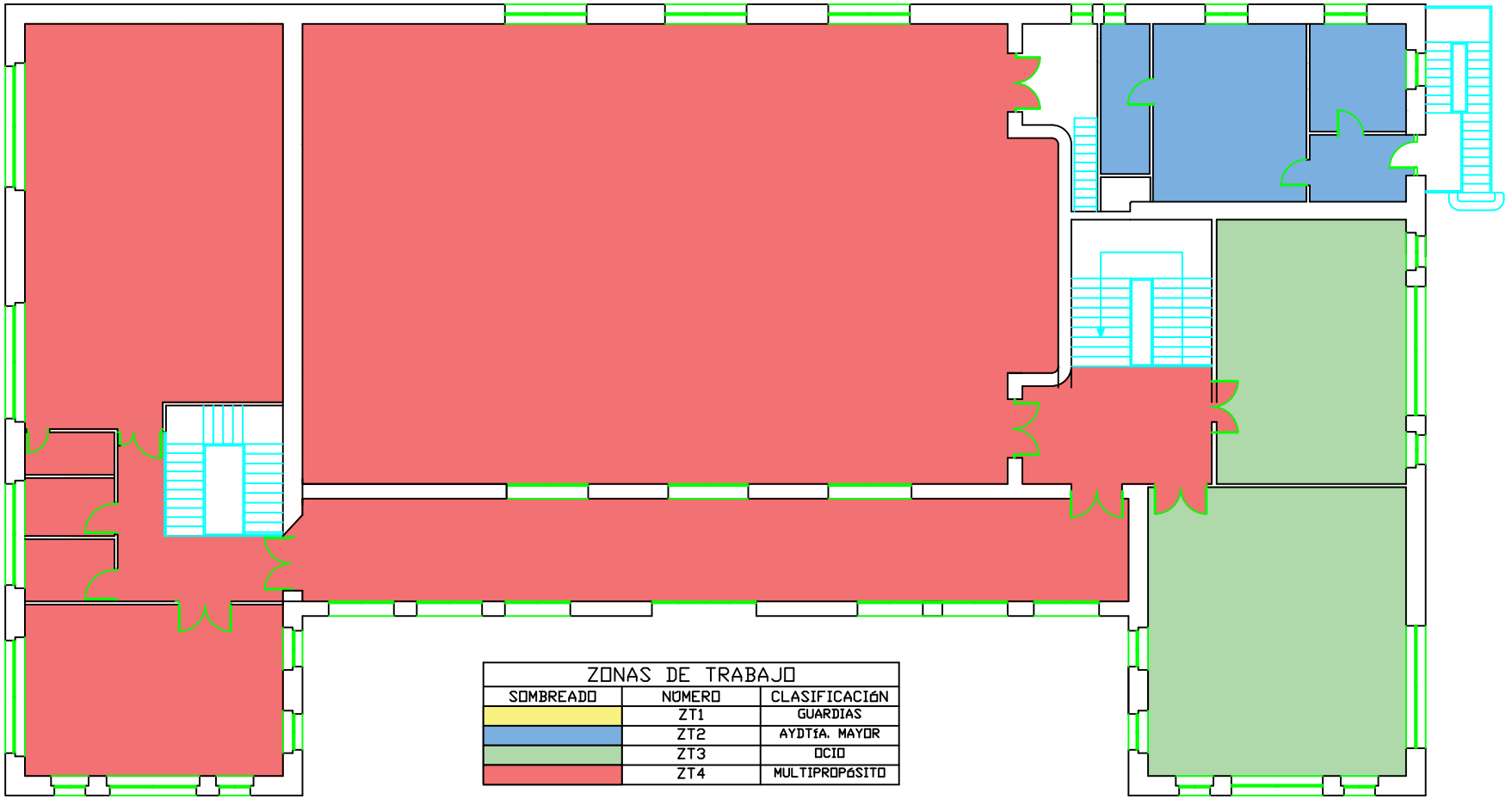
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:250
PLANO Nº8	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: NUMERACIÓN LOCALES P. BAJA		



CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:200
PLANO Nº9	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE:NUMERACIÓN LOCALES P. ALTA		

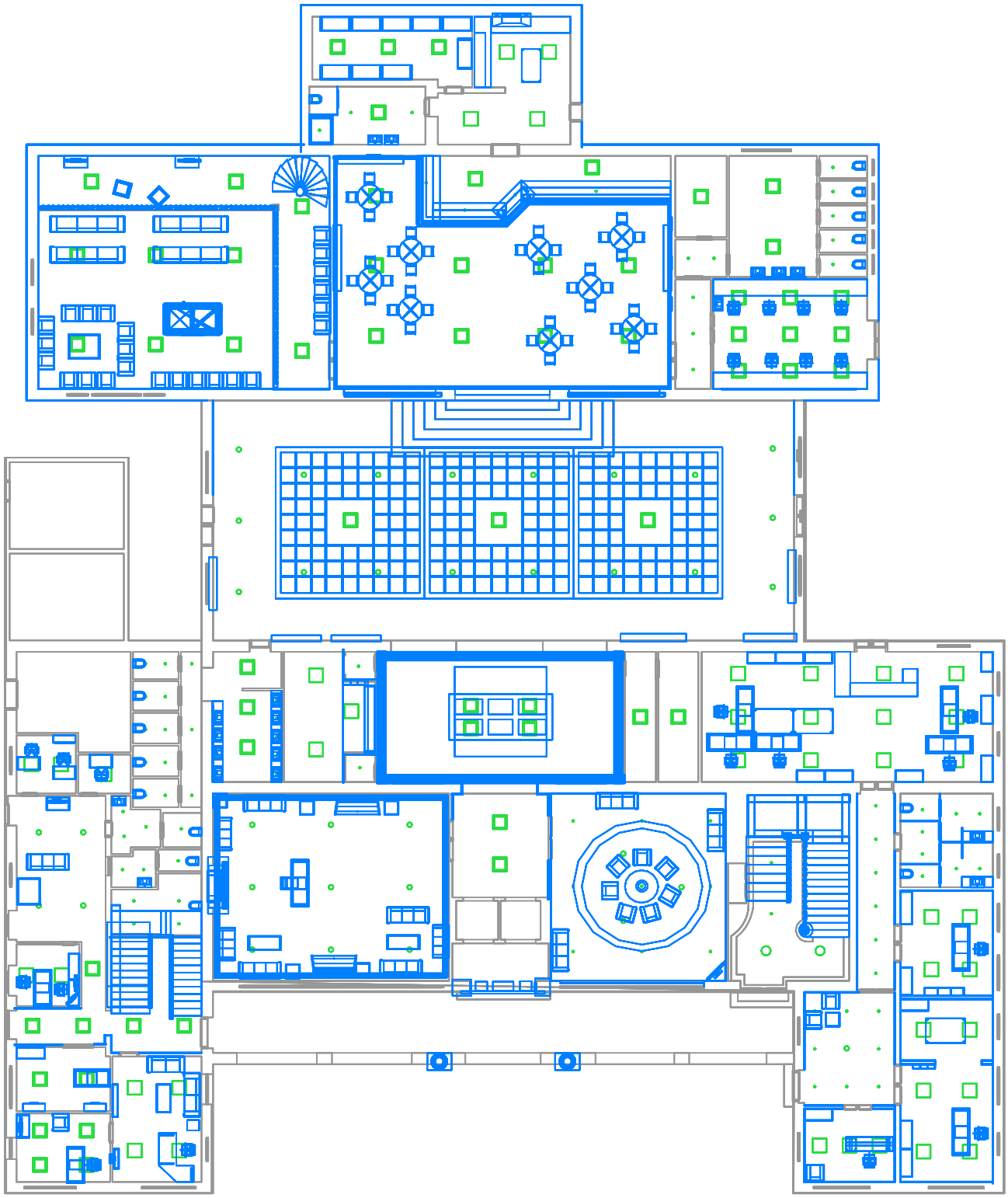


CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:250
PLANO Nº10	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: ZONAS DE TRABAJO P.BAJA		

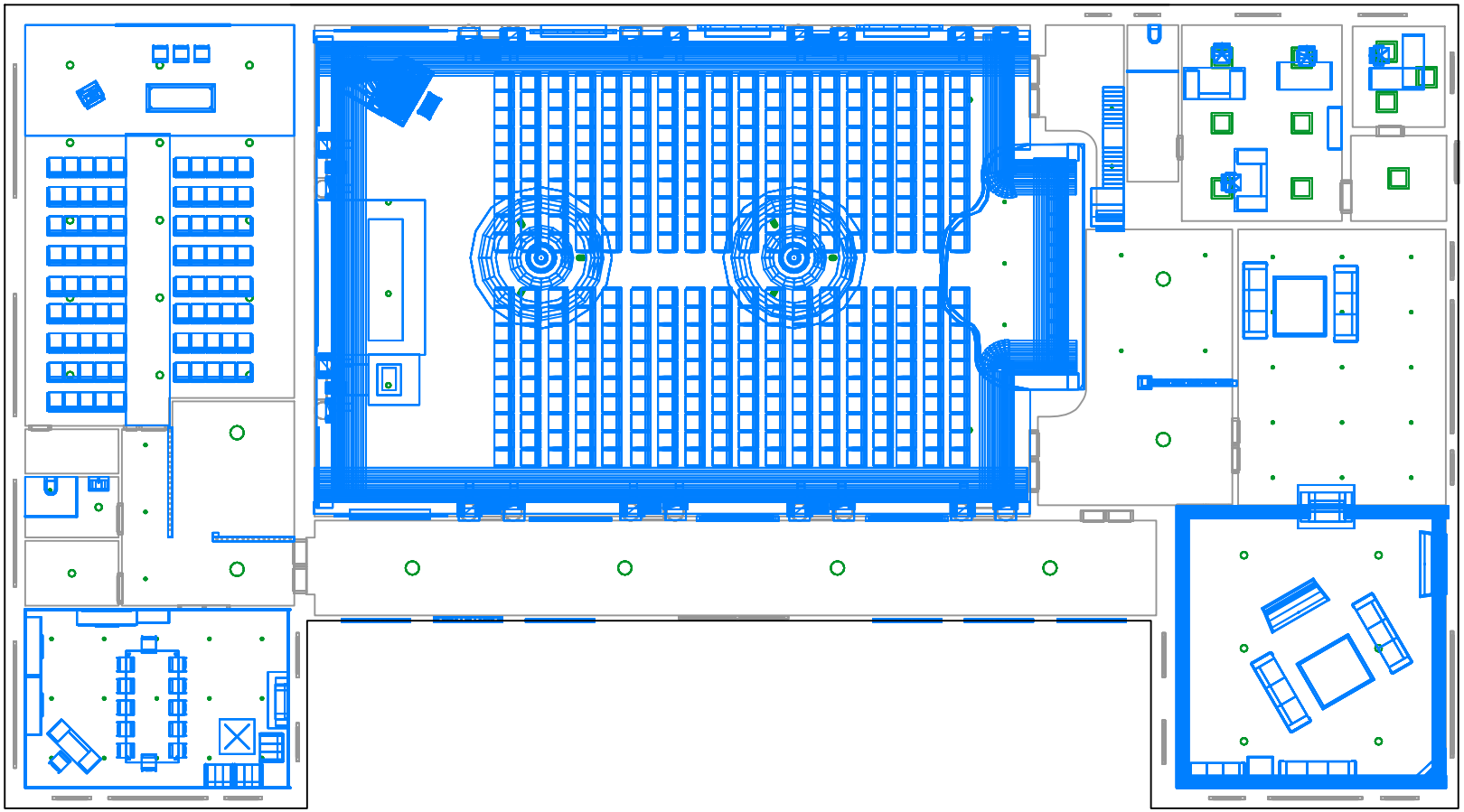


ZONAS DE TRABAJO		
SOMBREADO	NUMERO	CLASIFICACIÓN
	ZT1	GUARDIAS
	ZT2	AYDTÍA. MAYOR
	ZT3	OCIO
	ZT4	MULTIPROPÓSITO

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN			
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA			Escala 1:200
PLANO Nº11	FECHA: 21.02.16	Firma	
NOMBRE: ZONAS DE TRABAJO P. ALTA			



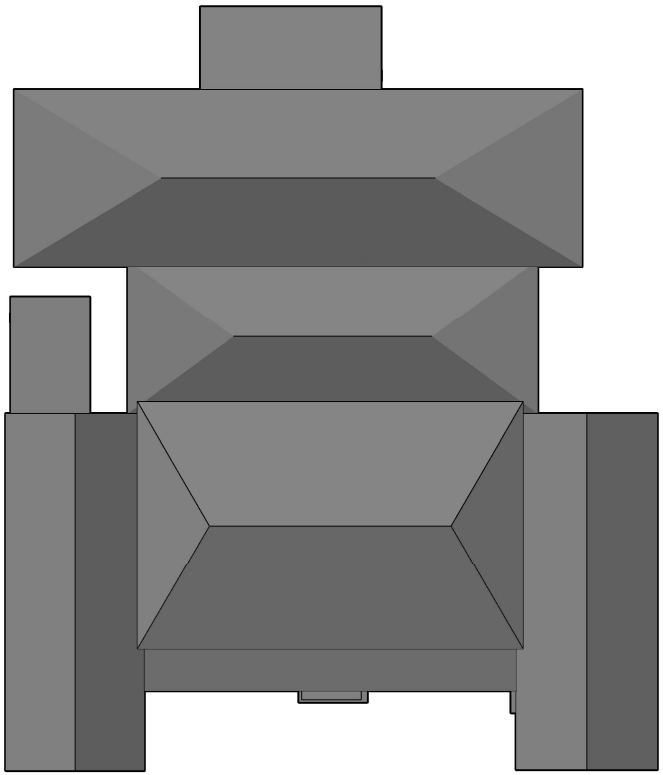
CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA - ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN		
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA		Escala 1:250
PLANO Nº12	FECHA: 21.02.16	Firma
NOMBRE: NUEVA DISTRIBUCIÓN LUMINARIAS P.BAJA		

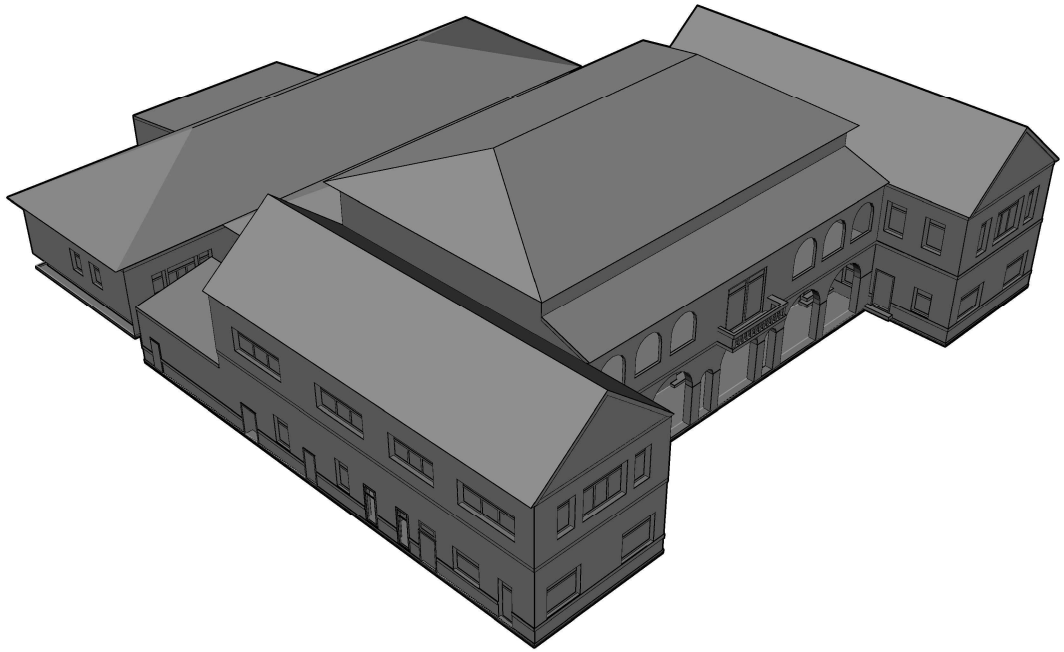


CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN			
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA			Escala 1:200
PLANO Nº13	FECHA: 21.02.16	Firma	
NOMBRE:NUEVA DISTRIBUCIÓN LUMINARIAS P. ALTA			









CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA- ESCUELA NAVAL MILITAR DE MARÍN			
AUTOR: LUIS CARLOS FIGUEIRIDO FILGUEIRA			Escala 1:500
PLANO Nº14	FECHA: 21.02.16	Firma	
NOMBRE: EDIFICIO ALMIRANTE BONIFAZ			

4.4 Modelado 3D-BIM

4.4.1 Descripción

En este apartado se mostrarán imágenes del renderizado una vez se hayan efectuado los cálculos para poder apreciar las interacciones entre los elementos, rayos lumínicos y sombras. Las primeras imágenes corresponden a la fachada del edificio siendo tenuemente iluminada por la influencia del alumbrado interior al difuminarse por las ventanas. Las siguientes corresponden con las salas, escenas y locales más representativos del inmueble.

4.4.2 Opciones de visualización de los resultados

Tras la realización de los cálculos, la visualización de los mismos se puede realizar de diversas maneras. A continuación, se mostrarán las vistas que se pueden obtener navegando por los menús que dispone DIALux evo. Se puede obtener una vista general del edificio, una vista por planta y una particular por local. Asimismo, dentro de cada una de estas vistas, se puede seleccionar el visionado 3D o 2D, con sus respectivas vistas en "colores falsos", diagrama de uniformidad y distribución lumínica.

4.4.2.1 Vista de edificio

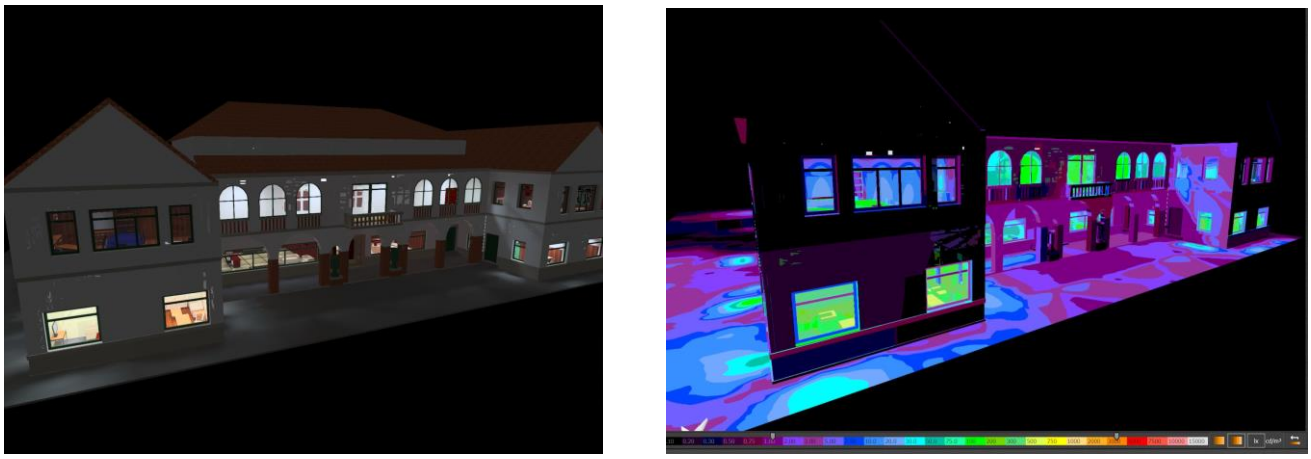


Figura 4-1. Exterior edificio renderizado y vista en colores falsos

4.4.2.2 Vista por planta

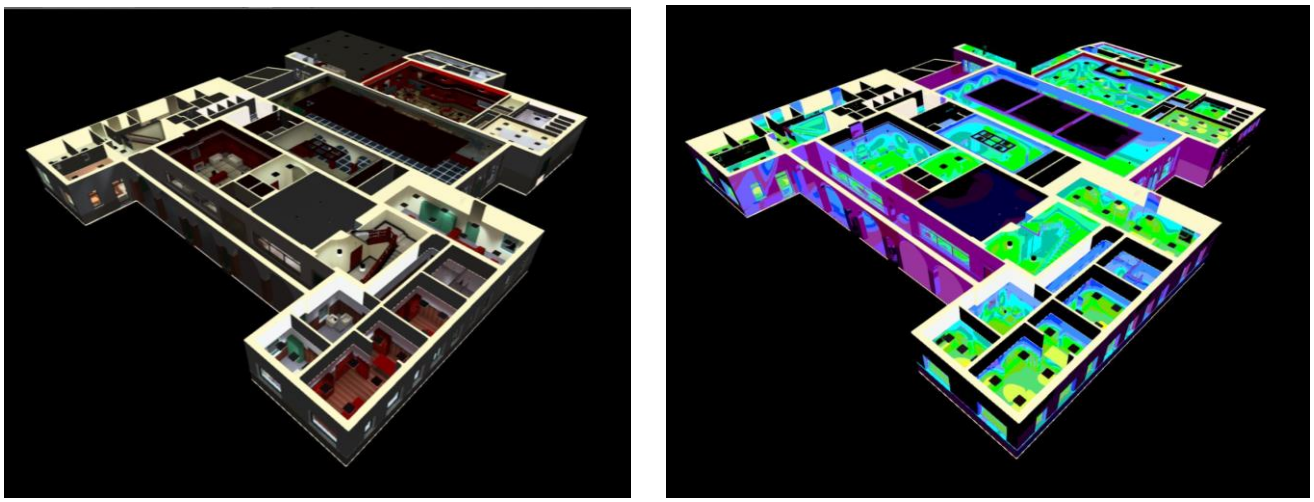


Figura 4-2 Vista de la planta baja renderizada y con colores falsos

4.4.2.3 Vista por local

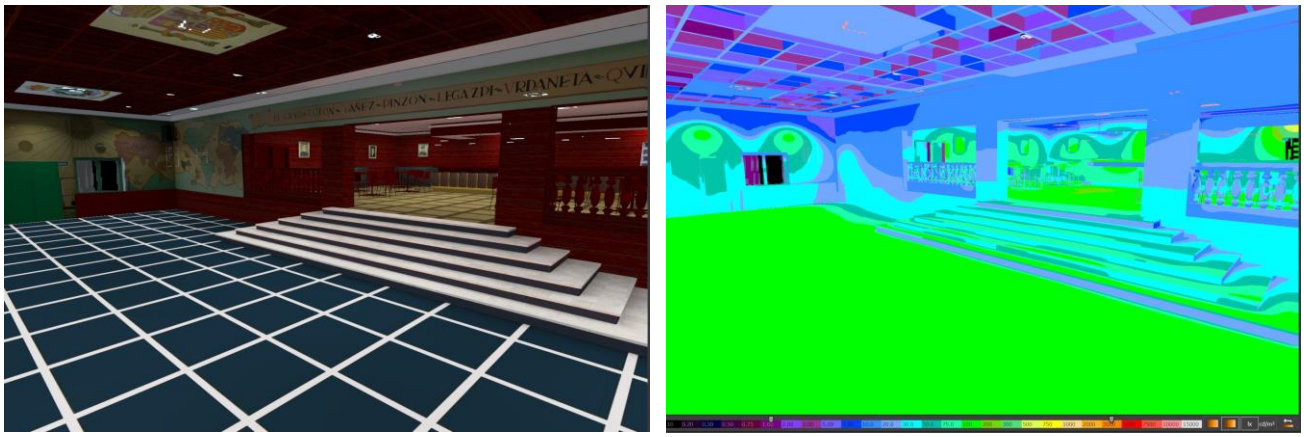


Figura 4-3 Vista por local. Sala central renderizada y en colores falsos

4.4.3 Resultados del Exterior



Figura 4-4 Renderizado del exterior del edificio "Casino de alumnos Almirante Bonifaz"

4.4.4 Interior



Figura 4-5. Imágenes renderizadas del interior (Planta Baja)



Figura 4-6 Imágenes renderizadas interior Planta alta-Salón de actos



Figura 4-7 Imágenes renderizadas interior Planta alta-Sala de proyecciones

4.5 Simulación

4.5.1 Resultados de la simulación

Tras haber realizado la distribución de las luminarias en cada local, de acuerdo con el procedimiento que sigue los menús del Apartado 3, se procede a su cálculo para comprobar que se cumplen los requisitos de la norma europea UNE EN 12464-1 [28] y, además, del Documento Básico HE 3 Ahorro de energía sobre la Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación, incluida en el Código Técnico de Edificación, el cual sería de obligado cumplimiento al realizar una renovación mayor del 25% de la instalación de iluminación y dado que el edificio supera los 1000m^2.

La distribución de las luminarias se realiza conforme a los planos 8 y 9 incluidos en el apartado 4.3, y de acuerdo al Anexo III. Asimismo, en el Anexo III, se puede encontrar un informe por local que incluye los datos luminotécnicos obtenidos con la instalación propuesta, además de indicar los nombres, número de unidades y características concretas de las luminarias utilizadas en cada caso.

A continuación, se muestra un resumen de los datos de cumplimiento por local y zona de trabajo analizados.

4.5.1.1 Zona de trabajo 1

Zona de trabajo 1: ZONA GUARDIAS		SIMULACIÓN DIALux					
Núm.	Nombre	Área local (m^2)	Em (lux)	Potencia (W)	VEEI	VEEI lim	Cumple
1	Of. Comte. Gª	20,28	542	192	1,75	3,0	SI
2	Suboficial Gª	11,61	549	144	2,26	3,0	SI
3	[redacted]	10,85	291	72	2,28	3,0	SI
10	Pasillos Z. Guardias 1						
10	Pasillos Z. Guardias 2	28,15	317	180	2,02	3,0	SI
10	Pasillos Z. Guardias 3						
10	Sala descanso Guardia	23,64	258	88	1,44	3,0	SI
11	Subalterno Of. Comte. Gª	7,00	585	96	2,35	3,0	SI
23	Sala descanso Of. Comte. Gª	7,98	179	44	3,08	10,0	SI
24	Aseo Masculino Gª	6,18	252	22	1,41	4,0	SI
25	Aseo Femenino Gª	6,16	283	33	1,89	4,0	SI
26	Escribiente	6,32	702	96	2,16	3,0	SI
27	SACOMAR	3,71	588	48	2,20	3,0	SI

Tabla 4-13 Resultados simulación ZT1

4.5.1.2 Zona de trabajo 2

Zona de trabajo 2: Aytía. Mayor & Oficinas PRL-SEGOP			SIMULACIÓN DIALux				
Núm.	Nombre	Área local (m^2)	E_m (lux)	Potencia (W)	VEEI	VEEI lim	Cumple
16	Despacho 1	12,04	636	144	1,88	3,0	SI
17	Hall	18,58	175	110	3,38	4,0	SI
18	Pasillo	13,69	123	66	3,92	4,0	SI
19	Despacho Aydnte. Mayor	30,73	509	288	1,84	3,0	SI
20	Despacho 2	17,58	568	192	1,92	3,0	SI
21	Aseos	15,72	157	88	3,57	4,0	SI
22	Oficina	68,82	528	576	1,59	3,0	SI
53	Aseo Oficina PRL	6,87	163	36	3,21	4,0	SI
54	Oficina PRL 2ªPlanta	26,87	506	216	1,59	3,0	SI
55	Hall PRL	7,00	174	36	2,96	4,0	SI
56	Despacho OF. PRL	7,97	613	108	2,21	3,0	SI

Tabla 4-14 Resultados simulación ZT2

4.5.1.3 Zona de trabajo 3

Zona de trabajo 3: Zonas de ocio					SIMULACIÓN DIALux		
Núm.	Nombre	Área local (m^2)	E_m (lux)	Potencia (W)	VEEI	VEEI lim	Cumple
5	Antesala-Recibidor	58,80	127	144	1,93	4,0	SI
6	Hall	18,12	139	72	2,86	4,0	SI
7	Cámara GM	58,99	122	165	2,29	4,0	SI
9	Salón Central	252,45	116	502	1,71	4,0	SI
12	Almacén 1	1,46	286	11	2,63	4,0	SI
13	Cartería	14,02	436	155	2,54	3,0	SI
14	Cartería 2	7,37	155	36	3,15	4,0	SI
15	Ropero	9,42	153	36	2,50	4,0	SI
29	Aseos Femeninos	22,67	359	240	2,95	4,0	SI
	WC 1	2,28	316	22	3,05	4,0	SI
	WC 2	2,44	300	22	3,01	4,0	SI
	WC 3	2,54	288	22	3,01	4,0	SI
	WC 4	2,38	293	22	3,16	4,0	SI
	WC 5	2,54	278	22	3,12	4,0	SI
30	Comedor-Barra	142,11	162	407	1,77	8,0	SI
31	*Aspirantera*	123,21	105	360	2,78	4,0	SI
32	Aseos Masculinos	19,31	245	72	1,52	4,0	SI
	WC 1	1,94	359	22	3,16	4,0	SI
	WC 2	1,94	376	22	3,02	4,0	SI
	WC 3	1,94	374	22	3,04	4,0	SI
	WC 4	1,94	358	22	3,17	4,0	SI
	WC 5	1,94	358	22	3,17	4,0	SI
33	Almacén Limpieza	7,52	257	36	1,86	4,0	SI
34	Pasillo Aseos Masc.	3,49	159	22	3,97	4,0	SI
35	Pasillo Peluquería	6,90	155	33	3,09	4,0	SI
36	Peluquería	30,57	613	324	1,73	8,0	SI
37	Cocina Cantina	12,28	526	192	2,97	8,0	SI
38	Almacén Cantina	18,18	254	108	2,34	4,0	SI
39	Aseos personal Cantina	12,18	308	80	2,13	4,0	SI
50	Cámara GM 2ªPlanta	64,69	114	165	2,24	4,0	SI
51	*Fragatera*	65,02	122	131	1,65	4,0	SI

Tabla 4-15 Resultados simulación ZT3

4.5.1.4 Zona de trabajo 4

Zona de trabajo 4: Zona multipropósito					SIMULACIÓN DIALux		
Núm.	Nombre	Área local (m^2)	E_m (lux)	Potencia (W)	VEEI	VEEI lim	Cumple
4	Sala de visitas	81,40	157	197	1,54	3,0	SI
8	Escaleras Salón actos	30,00	159	108	2,26	4,0	SI
42	Cámara Canarias	37,12	120	165	3,70	4,0	SI
43	Repostería C. Canarias	5,19	211	22	2,01	8,0	SI
44	Aseo 2ªPlanta	4,83	260	33	2,63	4,0	SI
45	Auxiliar Sala Proyecciones	3,55	256	36	3,96	4,0	SI
46	Sala de Proyecciones	90,96	209	328,5	1,73	8,0	SI
47	Salón de actos	314,60	201	546	0,86	8,0	SI
48	Escaleras Sala proyecciones	28,12	156	119	2,71	4,0	SI
49	Pasillo Salón actos	68,39	120	172	2,10	4,0	SI

Tabla 4-16 Resultados simulación ZT4

4.6 Estudio de amortización

Para determinar la viabilidad del proyecto, se ha realizado un estudio de amortización que sigue las consideraciones detalladas en el punto 3.6 del Apartado 3 de Desarrollo.

4.6.1 Cálculos

Debido a los diferentes horarios de funcionamiento que siguen cada Zona de trabajo, se ha procedido calculando una media entre los mismos que afectaría de la misma manera a la instalación actual que a la propuesta.

Zona de Trabajo	Inst. Actual (h/día)	Inst. Propuesta(h/día)
1	18,92	18,92
2	5,25	5,25
3	6,00	6,00
4	0,20	0,20
MEDIA	7,59	7,59

Tabla 4-17 Horas de funcionamiento por Zonas de Trabajo y Media total

Teniendo en cuenta que la media de las luminarias que conforman la instalación propuesta muestra una vida útil de 50.000 horas, y tomando este dato como tiempo de ciclo de recambio (18 años con una media de uso diario de 7,6 horas), se calcula el número de recambios completos que se tendrían que realizar si se mantuviese la instalación actual un periodo equivalente al tiempo de ciclo.

De esta manera se determina que serían necesarios seis recambios completos, lo que supondría un coste a tener en cuenta. La siguiente tabla recoge el precio que supondría un recambio completo:

MODELO	Nº UDS	COSTE UNIT (€/UD)	COSTE RECAMBIO (€)
TUBOS FLUORESCENTES	482	1,9	915,8
HALÓGENO	75	2,2	165
OTRAS	59	4	236
TOTALES	616	-	1316,80

Tabla 4-18. Coste económico por recambio total de la instalación actual

El coste de los seis recambios a lo largo de todo el ciclo se prorrateará de forma anual para obtener una distribución más continua de los costes.

CONCEPTO	INST. ACTUAL	INST. PROPUESTA
Coste total de reposición completa por ciclo (€)	7900,8	0
Coste de reposición anual (€)	437,9	0

Tabla 4-19 Costes de reposición anual

El consumo energético, y por tanto el coste económico, de cada instalación se muestra en la siguiente tabla. Se ha considerado que el precio del kWh es de 0,16€ y los consumos se han determinado en función del número y tipo de lámparas por local en el caso de la instalación actual (Anexo I) y a través del dato directo obtenido por DIALux evo, en el caso de la propuesta. Además, se ha incluido el coste o inversión que sería necesario realizar inicialmente (coste de la instalación propuesta en la Tabla 4-20), en el caso de la actual no supondría coste porque ya se encuentra en funcionamiento.

COSTES DE ADQUISICIÓN				
Nombre luminaria	Nº Uds.	PVP (€)	Precio/Ud. (€/ud)	Precio Total (€)
840 LED panel	72	180	108	7776
731 Minicomfort LED Disano 731	41	195	117	4797
Janus LED Sharp 7W	135	77	46,2	6237
3116 Ghost LED	10	303	181,8	1818
Roma 4 Fosnova Roma 4 LED	58	144	86,4	5011,2
Rio - Fosnova Rio LED 52W	20	309	185,4	3708
			TOTAL	29347,2

Tabla 4-20 Coste adquisición- Desembolso inicial Instalación propuesta

		INST. ACTUAL	**INST. PROPUESTA**
ZT	**Nº LOCALES**	**Consumo Potencia (KW·h/día)**	**Consumo Potencia (KW·h/día)**
ZT1	13	41,772	A través de DIALux
ZT2	11	15,834	
ZT3	21	65,472	
ZT4	10	1,3456	
	Total por día	124,4236	41
Consumo energético / Año (kWh/año)		45414,6	15200
Coste económico /Año (€/año)		7266,33824	2432
Desembolso inicial (€)		0 €	29347,2 €

Tabla 4-21 Consumos y costes anuales

Teniendo todo esto en cuenta, se han determinado los flujos de coste anuales, resumidos en la Tabla 4-22, dibujando las curvas de coste acumulado relacionadas con estos datos, se obtiene el punto de amortización en la intersección de estas dos, siendo en 4,75 años.

AÑOS	INST. ACTUAL (€)	INST. PROPUESTA (€)
0	0 €	29.347,2 €
1	7.704,29 €	31.779,20 €
2	15.917,22 €	34.381,44 €
3	24.674,40 €	37.165,84 €
4	34.013,92 €	40.145,14 €
5	43.976,56 €	43.333,00 €
6	54.605,92 €	46.744,00 €
7	65.948,68 €	50.393,78 €
8	78.054,78 €	54.299,04 €
9	90.977,65 €	58.477,67 €
10	104.774,47 €	62.948,80 €
11	119.506,40 €	67.732,91 €
12	135.238,92 €	72.851,91 €
13	152.042,05 €	78.329,24 €
14	169.990,75 €	84.189,99 €
15	189.165,20 €	90.460,98 €
16	209.651,20 €	97.170,95 €
17	231.540,57 €	104.350,61 €
18	254.931,54 €	112.032,85 €

Tabla 4-22 Coste acumulado de las instalaciones

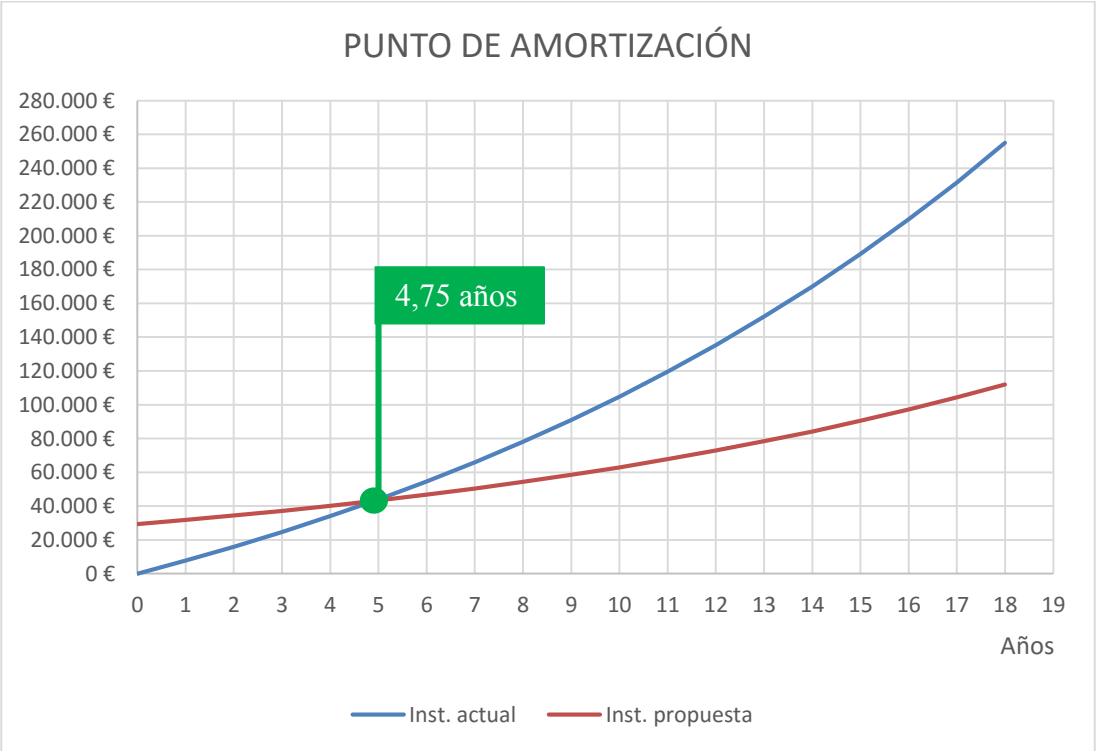


Figura 4-8. Punto de amortización

4.6.2 Valoración de los resultados

En la Figura 4-8, se puede observar que el crecimiento de la curva que representa la instalación tiene un crecimiento mucho más rápido que la correspondiente a la propuesta. Esto puede dar una idea de la eficiencia de la nueva tecnología con respecto a la actual. Además, la inversión realizada inicialmente se amortizaría en 4,75 años aproximadamente, es decir, a partir de ese punto, la instalación propuesta supondría un ahorro al usuario.

Al final del ciclo de las luminarias led, el ahorro total se cifra en más de ciento cuarenta mil euros, lo que supone, aproximadamente, un 55% del coste de la instalación actual en un periodo de 18 años.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1 Conclusiones

5.1.1 Descripción

A continuación, mostrarán las ideas y conclusiones extraídas tanto del proceso seguido para la elaboración del trabajo, como de los datos obtenidos y analizados en los sucesivos apartados.

Para ello se seguirá el orden seguido a lo largo de toda la memoria: Inicialmente, sobre el trabajo de campo de análisis de la instalación actual. En segundo lugar, sobre el diseño CAD y la obtención de los planos. En tercer lugar, se analizarán las etapas de desarrollo y análisis de la nueva instalación led, incluyendo el proceso de creación del modelo BIM, disposición de luminarias y software de cálculo, para finalmente extraer unas conclusiones sobre el estudio de amortización

5.1.2 Estudio de campo

La realización de mediciones in situ puso de manifiesto las carencias lumínicas que los locales que conforman el edificio “Almirante Bonifaz” poseen. Los resultados muestran que la mayor parte de ellos, no alcanzan el nivel de iluminancia requerido según la norma que lo regula. Las causas de ello, aproximadamente en la mitad de los casos, son la aportación de un flujo lumínico insuficiente por parte de las luminarias, debido a un número menor de unidades instaladas que las necesarias o porque el flujo unitario de las mismas es escaso. En la otra mitad de los casos, los problemas vienen derivados de una mala distribución del flujo lumínico, lo que ocasiona bajos valores de uniformidad. La colocación espacial de las mismas o la existencia de lámparas o luminarias que están fundidas o defectuosa también desvirtúa las medidas que se podrían alcanzar si esa instalación estuviese completamente operativa.

5.1.3 Diseño CAD

Durante este apartado, se han obtenido los planos que sirven para el encuadramiento del edificio bajo estudio en el conjunto de los que pertenece a la Escuela Naval Militar. En esta fase, el uso de herramientas como las ortofotos o dispositivos de medición como el telémetro laser y el odómetro, fueron fundamentales.

La creación de objetos, necesarios para las escenas del modelo BIM y que no están incluidos en el catálogo de DIALux evo, se ha realizado aprovechando la integración entre este software y AutoCAD 2016. El modelado del objeto se ha realizado en el entorno de este último programa, el cual ha sido exportado en formato ACIS e importado con el DIALux, clasificándolo directamente como objeto.

5.1.4 Construcción del modelo BIM

Esta etapa ha consumido una gran parte del tiempo invertido en el trabajo, junto con los cálculos y simulación del modelo, pero la facilidad en el aprendizaje del entorno de trabajo de DIALux evo ha facilitado que no se requiriese más del necesario. La distribución de los menús según el orden de creación del modelo es una importante diferencia con respecto a su longevo homólogo, DIALux 4.

Las opciones que este software presenta son innumerables, cubriendo una gran parte de los requerimientos necesarios para la construcción del modelo BIM. La única desventaja que podría presentar es el limitado catálogo en los materiales y objetos, pero fácilmente solucionable a través de los comandos de importación de texturas y objetos 3D provenientes de otros programas. El grado de similitud obtenido entre el modelo finalizado y la realidad es cuanto menos sorprendente, y las opciones de navegación a través del mismo suponen una inmersión total del usuario en el entorno de trabajo.

El software está en continuo desarrollo por parte de la empresa que lo soporta, lo que significa que a medida que se vayan liberando actualizaciones, se irán corrigiendo los errores que pueda presentar o solventar la carencia de algunas funcionalidades. En este ámbito, la realización de un video de paseo por el interior del inmueble no es todavía posible de forma nativa, sin embargo, está prevista su inclusión en futuras actualizaciones.

La integración de la metodología de Modelado de Información para la Construcción (BIM) está por desarrollarse completamente, pero la base que ya posee, pone de manifiesto el potencial que puede adquirir. En este sentido, la utilización como base para la construcción del modelo de un plano de un programa de terceros no ha supuesto problema de ningún tipo para el desarrollo del mismo, el cual una vez terminado puede volver a exportarse a ese tercer programa con la tercera dimensión ya incluida. Es en esta última funcionalidad en la que surgen ciertos inconvenientes con los trazados y lo que sustenta el actual proceso de desarrollo del BIM.

5.1.5 Diseño de la instalación de alumbrado

Aunque DIALux evo es completamente capaz para la gestión de modelos en 3D, es en el diseño de las instalaciones lumínicas y el renderizado de las imágenes donde realmente se luce, ya que es la finalidad de su existencia. La integración de los fabricantes en el programa, a través de sus *plugins,* hace que la actividad de diseño de la instalación sea realmente intuitiva. La variedad de fabricantes, que apoyan con sus extensiones, a DIALux es muy amplio, lo que permite encontrar el modelo de simulación de prácticamente toda luminaria en el mercado.

Con las ayudas gráficas que dispone, el diseño de la instalación en cuanto a distribución de luminarias es una tarea sencilla de desarrollar lo que permite un importante ahorro de tiempo con respecto al proceso de diseño tradicional a través de cálculos manuales.

5.1.6 Simulación y cálculos

Los datos obtenidos tras los cálculos en la simulación del modelo, y haciendo uso de la nueva tecnología de alumbrado led, permiten determinar la viabilidad económica de la puesta en marcha de una instalación como la propuesta.

Las imágenes renderizadas, que son presentadas como resultado de los cálculos, hacen una idea de la potencia gráfica que DIALux presenta. De esta forma permite la toma de decisiones, no solo en base a los cálculos y medidas, sino en base a factores subjetivos del usuario, como son los estéticos.

Por ello, la utilización de este software especializado como herramienta en el diseño de instalaciones lumínicas es enormemente aconsejable.

5.1.7 Estudio de amortización

El estudio de viabilidad económica apoya el cambio de tecnología de iluminación al sistema led. Con un periodo de amortización menor de 5 años, la instalación de alumbrado led para el edificio "Almirante Bonifaz" contribuye a un menor gasto energético, suponiendo una disminución del coste económico del 55%, además de cumplir con los estándares fijados por las diversas normativas y un mayor respeto ambiental.

5.2 Conclusión final

Tras el estudio luminotécnico llevado a cabo durante este trabajo, se puede decir que todos los objetivos fijados al principio del proyecto se han cumplido y, además, se pueden hacer las siguientes apreciaciones. Por un lado, el deficiente estado de la instalación lumínica actual del edificio objeto de estudio en cuanto a eficiencia energética, al presentar carencias en el cumplimiento de las normas vigentes con un consumo energético excesivo. En segundo lugar, el potencial de DIALux evo como futuro integrante en el desarrollo de la metodología BIM y su potencia gráfica e ingenieril en la simulación de instalaciones de alumbrado, útil para la toma de decisiones. En tercer y último lugar, la ventaja que supone la tecnología led para el ahorro energético y costes asociados futuros, al recuperarse en un periodo razonable de tiempo la inversión realizada en su puesta en marcha.

5.3 Líneas futuras

5.3.1 Corto plazo

La inexistencia de registros en el tipo y número de luminarias instaladas, repercute en la existencia de diferentes lámparas en mismas luminarias, ocasionando respuestas inadecuadas en las mediciones de las mismas. Por ello, se propone el desarrollo de un trabajo de clasificación de las luminarias necesarias y las instaladas en cada local, creando además un plan de mantenimiento que garantice que las luminarias cumplan con los requisitos mínimos de forma sostenida en el tiempo, a través de mediciones regulares, especialmente en lugares con requerimientos lumínicos elevados.

5.3.2 Largo plazo

Se propone como línea futura de acción, el desarrollo de un sistema domótico encargado de la gestión luminosa de los locales, basándose sensores de presencia y en los ciclos solares y nocturnos, a fin de realizar un mejor ajuste de las horas necesarias de funcionamiento de la instalación de alumbrado artificial interior, tratando de aprovechar al máximo las ventajas que proporciona la iluminación natural.

6 BIBLIOGRAFÍA

1] F. Martín Sánchez, Instalaciones de iluminación, Madrid, Madrid: Fundación Escuela de la Edificación, 2007.

2] G. Enríquez Harper, Manual práctico del alumbrado, México: Limusa, 2013.

3] J. García Trasancos, Instalaciones eléctricas en media y baja tensión, Paraninfo, 2006.

4] J. C. &. C. J. Carreón, Manual de instalaciones de alumbrado y fotometría, Limusa, 1990.

5] Department of Commerce, «National Institute of Standards and Technology,» [En línea]. Available: http://physics.nist.gov/cuu/Units/candela.html. [Último acceso: 08 Febrero 2016].

6] CIE, «CIE 180: Road Transport Lighting for Developing Countries,» COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE CIE Central Bureau, Vienna, Austria, 2007.

7] G. Enríquez Harper, El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, Limusa, 2000.

8] E. F. G. T. &. K. J. K. Schubert, Light emitting diodes, John Wiley & Sons, Inc.., 2005.

9] N. Zheludev, «The life and times of the LED—a 100-year history,» *Nature Photonics,* vol. 1, nº 4, p. 189, 2007.

10] T. Taguchi, «Technical trends and future view of white LED lighting,» *Headline Review,* vol. 5, nº 8–9, OHM 2004.

11] «DIRECTIVA 2009/125/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO,» de 21 de octubre de 2009.

12] «DIRECTIVE 2010/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL,» of 19 May 2010 .

13] «COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) No 874/2012,» of 12 July 2012.

14] «Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo,» de 25 de octubre de 2012.

15] A. Gago Calderón y J. Fraile Villarrasa, Iluminación con tecnologia LED, Paraninfo S.A.,

2012.

16] M. R. Krames, «Overview of current status and recent progress of LED technology,» *Solid State Lighting− Illuminating the Challenges,* nº November, pp. 13-14, November 2003.

17] T. TAGUCHI, «Present status of energy saving technologies and future prospect in white LED lighting,» *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering,* vol. 3, nº 1, pp. 21-26, 2008.

18] Navigant Consulting, Inc. for de U.S. Department Of Energy, «Energy Savings Forecast of Solid-State Lighting in General Illumination Applications,» Washington D.C., 2014.

19] National Institute of Building Sciences, "National BIM Standard - US," [Online]. Available: https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_FactSheet_2015.pdf. [Accessed 14 Enero 2016].

20] K. a. K. S. Barlish, «How to measure the benefits of BIM—A case study approach,» *Automation in construction,* vol. 24, pp. 149-159, 2012.

[21] «The project benefits of Building Information Modelling (BIM),» *International Journal of Project Management,* vol. 31, nº 7, pp. 971-980, 2013.

22] G. C. R. F. C. L. A. P. A. T. J. &. W. S. Aouad, «nD modelling–a driver or enabler for construction improvement,» *RICS Research Paper Series,* nº 6, 2005.

23] B. I. W. Group, «A Report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper,» UK, 2011.

24] I. &. P. A. Czmoch, «Traditional Design versus BIM Based Design,» *Procedia Engineering,* vol. 91, pp. 210-215, 2014.

25] Y. C. P. K. L. K. M. U. C. &. O. K. Arayici, «Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice,» *Automation in Construction,* vol. 20, nº 2, pp. 189-195, 2011.

26] DIAL GmbH, «The history of DIAL,» DIAL GmbH, [En línea]. Available: http://www.dial.de/DIAL/en/company/the-history-of-dial.html. [Último acceso: 6 2 2016].

27] D. Witzel, «DIALux evo - New calculation method,» [En línea]. Available: http://www.dial.de/DIAL/fileadmin/download/dialux/wissen/DIALux_evo-_New_calculation_method.pdf. [Último acceso: 23 12 2015].

28] AENOR, «Norma UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores,» AENOR, Madrid, 2012.

29] CIE, Test cases to assess the accuracy of lighting computer programs, Vienne: Commission Internationale de L'Eclairage, 2006, p. 99.

30] BOE Boletín Oficial del Estado, *Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo,* 2013.

31] PCE, *Manual de instrucciones Luxómetro PCE-174.*

32] Xunta de Galicia, «SIXPAC. Sistema de Información Xeográfica de Parcelas Agrícolas,» [En línea]. Available: http://www.medioruralemar.xunta.es/es/fogga/sixpac/. [Último acceso: 18 2 2016].

33] Xunta de Galicia, «SIXPAC,» FOGGA, [En línea]. Available: http://sixpac.xunta.es/visorsixpac/. [Último acceso: 18 2 2016].

34] Rolatape, «Measuring Wheels,» [En línea]. Available: http://www.rolatape.com/us/en/products/rolatape%C2%AE-rt-series/rt412d/rt412d.html. [Último acceso: 19 2 2016].

35] L. Nebot Pitarch y X. Núñez Nieto, «Cálculo y diseño de propuesta para mejora de la instalación de alumbrado exterior de la Escuela Naval Militar,» Marín, 2015.

ANEXO I: INFORMACIÓN DE LAS LUMINARIAS PERTENECIENTES A LA INSTALACIÓN ACTUAL

Luminarias ZT1								
Nº Lum	Nº lamps	Nombre comercial	P(W)	P_{tot} (W)	T_{func}/ Día (h/día)	Consumo (kWh)	Nº Tubos	Halógenas
4	4	Philips TL-D 18W/54	18	288	24	6,912	16	
2	4	Philips TL-D 18W/54	18	144	24	3,456	8	
1	4	Radium NL36W/10	36	144	24	3,456	4	
1	4	GE F18W/540	18	72	24	1,728	4	
1	4	Radium NL36W/10	36	144	24	3,456	4	
2	4	Radium NL36W/10	36	288	24	6,912	8	
6	4	GE F18W/540	18	432	24	10,368	24	
1	4	Philips TL-D 18W/54	18	72	24	1,728	4	
1	1	HALÓGENO	50	50	2	0,1		1
2	1	HALÓGENO	25	50	2	0,1		2
2	1	HALÓGENO	25	50	2	0,1		2
1	4	GE F18W/540	18	72	24	1,728	4	
1	4	GE F18W/540	18	72	24	1,728	4	
					TOTALES	41,772	80	5

Luminarias ZT2								
Nº Lum	Nº lamps	Nombre comercial	P (W)	P_{tot} (W)	T_{func}/ Día (h/día)	Consumo (kWh)	Nº Tubos	Halógenas
1	4	Philips TL-D 18W/54	18	72	5,25	0,378	4	
1	6	Bomb. Incandescentes	15	90	5,25	0,4725	6	
2	4	Radium NL36W/10	36	288	5,25	1,512	8	
6	1	Halógena	50	300	5,25	1,575		6
4	4	Philips TL-D 18W/54	18	288	5,25	1,512	16	
5	1	Halógena	50	250	5,25	1,3125		5
6	4	Radium NL36W/10	36	864	5,25	4,536	24	
2	4	Philips TL-D 18W/54	18	144	5,25	0,756	8	
6	4	Philips TL-D 18W/54	18	432	5,25	2,268	24	
1	4	Radium NL36W/10	36	144	5,25	0,756	4	
2	4	Philips TL-D 18W/54	18	144	5,25	0,756	8	
					TOTAL	15,834	102	11

Luminaria ZT3									
Nº Lum	Nº Lamps	Nombre comercial	P (W)	P_{tot} (W)	T_{func}/Día (h/día)	Consumo (kW·h)	Nº Tubos	Halógenas	Otras
16	1	Radium NL36W/10	36	576	6	3,456	16		
6	2	Radium NL36W/10	36	432	6	2,592	12		
1	4	Bomb. Incandescentes 15W	15	60	6	0,36			4
8	1	Halógenas	50	400	6	2,4		8	
76	1	Radium NL36W/10	36	2736	6	16,416	76		
12	2	Halógenas	50	1200	6	7,2		24	
1	1	Radium NL36W/10	36	36	6	0,216	1		
2	2	Radium NL36W/10	36	144	6	0,864	4		
2	2	Radium NL36W/10	36	144	6	0,864	4		
1	1	GE Lighting F40w/54	40	40	6	0,24	1		
9	1	OSRAM Halopin	48	432	6	2,592		9	
2	4	Radium NL36W/10	36	288	6	1,728	8		
36	1	Radium NL36W/10	36	1296	6	7,776	36		
10	1	R7S-5630	12	120	6	0,72			10
4	4	Osram L 18W/840	18	288	6	1,728	16		
1	1	Halógenas	50	50	6	0,3		1	
1	1	Halógenas	50	50	6	0,3		1	
1	1	Halógenas	50	50	6	0,3		1	
1	1	Halógenas	50	50	6	0,3		1	
1	1	Halógenas	50	50	6	0,3		1	
2	4	Radium NL36W/10	36	288	6	1,728	8		
1	4	Radium NL36W/10	36	144	6	0,864	4		
2	4	Philips TL-D 18W/54	18	144	6	0,864	8		
5	4	Philips 36W	36	720	6	4,32	20		
3	4	Radium NL36W/10	36	432	6	2,592	12		
1	4	Radium NL36W/10	36	144	6	0,864	4		
2	4	Radium NL36W/10	36	288	6	1,728	8		
2	2	GE Lighting F40w/54	40	160	6	0,96	4		
10	1	Incandescente	15	150	6	0,9			10
					TOTAL	65,5	242,0	46,0	24,0

Luminaria ZT4									
Nº Lum	Nº Lamps	Nombre comercial	P (W)	P_{tot} (W)	T_{func}/Día (h/día)	Consumo (kWh)	Nº Tubos	Halógenas	Otros
22	1	Radium NL36W/10	36	792	0,2	0,1584	22		
3	1	Leuci MLF 160W-225	160	480	0,2	0,096	3		
5	1	Halógenos	50	250	0,2	0,05		5	
2	1	Radium NL36W/10	36	72	0,2	0,0144	2		
2	2	Philips TL-D 18W/54	18	72	0,2	0,0144	4		
1	2	Philips TL-D 18W/54	18	36	0,2	0,0072	2		
8	1	Halógenos	50	400	0,2	0,08		8	
9	1	Philips 400W	400	3600	0,2	0,72	9		
4	4	GE FE36W/54	36	576	0,2	0,1152	16		
3	10	Incandescentes	15	450	0,2	0,09			30
					TOTAL	1,3456	58	13	30

GE Lighting



B
energy class

58
lumens/watt

T8 Polylux XLR™ - G13 Cap

OT F18W/T8/54/GE/SL/1-25 IN DS

93917

Product information

Polylux XLr™ lamps should be the natural choice for all fluorescent lighting applications. The excellent colour reproduction flatters skin tones making people appear more natural, and makes merchandise appear more vibrant and colourful.

Application areas

- Retail
- Office
- Education
- Industrial

WORLDWIDE PARTNER

GE Lighting

T8 Polylux XLR™ - G13 Cap

OT F18W/T8/54/GE/SL/1-25 IN DS

93917

Product data

Cap/Base	G13
Bulb Shape	Tubular
Bulb Diameter [mm]	28
Cap to Cap Length (Max) [mm]	604
Net weight per piece [g]	80
Gross weight per piece [g]	112
UV radiance	Exempt
Regulatory comment	EUP related
Brand	General Electric (GE)

Performance data

Colour Code	54
Colour Rendering Index (CRI) [Ra]	76
Nominal correlated colour temperature (CCT) [K]	6400
Nominal lumens [lm]	1050
Energy efficiency class (EEC)	B
Rated Life [h]	9000

Electrical data

Nominal power [W]	18
Design Lamp ambient temperature [°C]	25

WORLDWIDE PARTNER



MASTER HPI Plus

MASTER HPI Plus 400W/645 BU-P E40 1SL/6

Lámparas de halogenuros metálicos con envoltura exterior de cristal opalizado

Datos del producto

• General Information

Base de casquillo	E40 [E40]
Posición de funcionamiento	H15 [h15]
Fallos vida útil hasta 5% (nom.)	5000 h
Fallos vida útil hasta 10% (nom.)	7500 h
Fallos vida útil hasta 20% (nom.)	11000 h
Fallos vida útil hasta 50% (nom.)	20000 h
Descripción del sistema	Base arriba/protección con teflón

• Light Technical

Código de color	645 [CCT de 4500 K]
Flujo lumínico (nominal) (nom.)	32500 lm
Designación de color	Blanco frío (CW)
Coordenada X de cromacidad (nom.)	367
Coordenada Y de cromacidad (nom.)	374
Temperatura del color con correlación (nom.)	4370 K
Eficacia lumínica (nominal) (nom.)	82 lm/W
Índice de reproducción cromática -IRC (nom.)	65

• Operating and Electrical

Power (Rated) (Nom)	400 W
Calentamiento de corriente de lámpara (máx.)	6 A
Corriente de lámpara (EM) (nom.)	3.4 A
Voltaje de suministro de encendido (máx.)	198 V
Voltaje pico de arranque (máx.)	5000 V
Voltaje de suministro de encendido (mín.)	198 V
Tiempo de encendido (máx.)	10 s
Voltage (Max)	135 V
Voltage (Min)	115 V
Voltage (Nom)	125 V

• Controls and Dimming

Regulable	No

• Mechanical and Housing

Acabado de la lámpara	Revestido [Cubierta de vidrio (CO)]

• Approval and Application

Etiqueta de eficiencia energética (EEL)	A+
Contenido de mercurio (Hg) (nom.)	67.2 mg
Consumo energético kWh/1000h	434 kWh

PHILIPS

MASTER HPI Plus

- Luminaire Design Requirements

Temperatura de lámpara (máx)	260 °C
Temperatura de base de casquillo (máx.)	250 °C

- Product Data

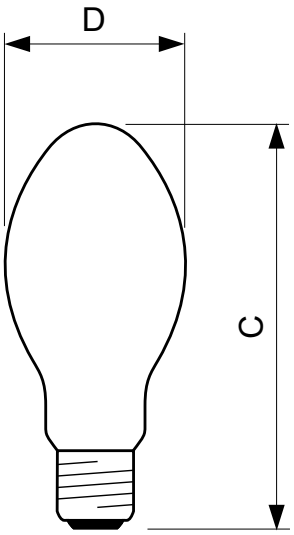
Código de producto completo	871150021143910

Nombre de producto del pedido	MASTER HPI Plus 400W/645 BU-P E40 1SL/6
EAN/UPC - Producto	8711500211439
Código de pedido	21143910
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	6
N.º de material (12NC)	928410600027
Peso neto (pieza)	390.000 g
ILCOS Code	ME/S-400/45/2A-H-E40-/V

Advertencias y seguridad

- Utilizar solamente en luminarias totalmente cerradas, incluso durante pruebas (IEC61167, IEC 62035, IEC60598)
- La luminaria debe ser capaz de contener las piezas de lámpara calientes si la lámpara se rompe
- Para su uso con equipos de control diseñados para lámparas de mercurio o sodio de alta presión
- Es muy poco probable que la rotura de una lámpara tenga algún efecto en la salud. Si se rompe una lámpara, ventile la habitación durante 30 minutos y retire los restos, preferiblemente con guantes. Colóquelos en una bolsa de plástico sellada y llévela al punto limpio para reciclaje de su vecindario. No utilice una aspiradora.

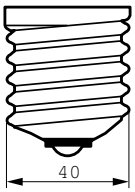
Plano de dimensiones



MASTER HPI Plus

HPI Plus 400W/645 BU-P E40

Product	D	C
MASTER HPI Plus 400W/645 BU-P E40 1SL/6	117.5 mm	290 mm





TL-D Standard Colours

TL-D 18W/54-765 1SL/25

TL-D Standard Colors lamps (tube diameter of 26 mm) create atmospheres from warm white to cool daylight. Lamps with moderate efficacy and color rendering.

Product data

• General Information

Cap-Base	G13 [Medium Bi-Pin Fluorescent]
Life To 10% Failures (Nom)	10000 h
Life To 50% Failures (Nom)	13000 h

• Light Technical

Color Code	54-765
Luminous Flux (Nom)	1050 lm
Color Designation	Cool Daylight
Lumen Maintenance 10000 h (Nom)	75 %
Lumen Maintenance 2000 h (Nom)	90 %
Lumen Maintenance 5000 h (Nom)	80 %
Chromaticity Coordinate X (Nom)	315
Chromaticity Coordinate Y (Nom)	341
Correlated Color Temperature (Nom)	6200 K
Color Rendering Index (Nom)	72

• Operating and Electrical

Power (Rated) (Nom)	18.0 W
Lamp Current (Nom)	0.360 A
Voltage (Nom)	59 V

• Controls and Dimming

Dimmable	Yes

• Approval and Application

Energy Efficiency Label (EEL)	B
Mercury (Hg) Content (Nom)	8.0 mg

• Product Data

Full product code	871150095043740
Order product name	TL-D 18W/54-765 1SL/25
EAN/UPC - Product	8711500950437
Order code	928048005422
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	25
Material Nr. (12NC)	928048005422
Net Weight (Piece)	71.000 g
ILCOS Code	FD-18/62/2A-E-G13

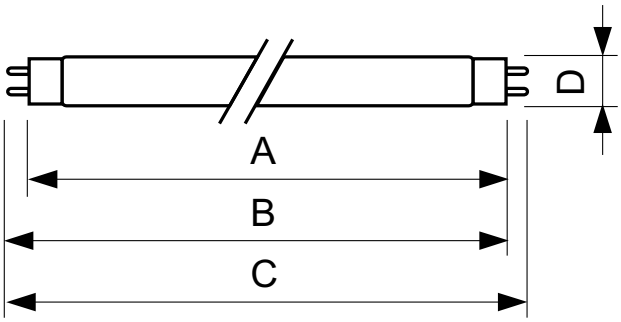
PHILIPS

TL-D Standard Colours

Warnings and Safety

- A lamp breaking is extremely unlikely to have any impact on your health. If a lamp breaks, ventilate the room for 30 minutes and remove the parts, preferably with gloves. Put them in a sealed plastic bag and take it to your local waste facilities for recycling. Do not use a vacuum cleaner.

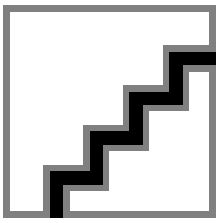
Dimensional drawing



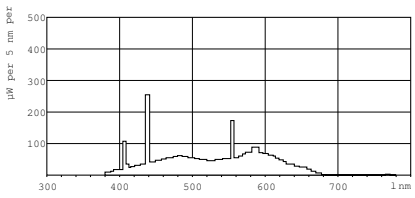
G13, T8

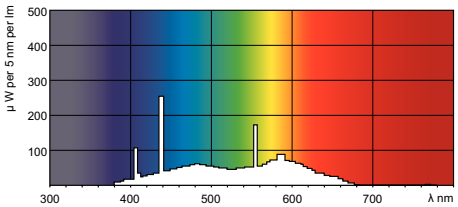
TL-D 18W/54-765

Product	D	A	B	B	C
TL-D 18W/54-765 1SL/25	28 mm	589.8 mm	596.9 mm	594.5 mm	604 mm



Photometric data





© 2015 Philips Lighting Holding B.V.
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

www.philips.com/lighting

2015, December 24
data subject to change

Product Datasheet Date: 29/02/2016

Fluorescent lamp Standard NL-T8 36W/765/G13 EX

Logistic Data

Article No.	31118772
Code	NL-T8 36W/765/G13 EX
Product EAN	4008597187728
Customs tariff no.	85393110
Box quantitiy (pcs.)	25
EAN Box	4008597487729
Gross weight of box in kg	5.2
Length of box in m	1.24
Width of box in m	0.15
Height of box in m	0.16
Pieces per palette	1125
ETIM class	EC000108
ETIM class name	Fluorescent lamp





Electric Parameters

Lamp nominal wattage	36 W
Rated wattage	36.0 W
Nominal current (mA)	430 mA
Compensation capacitor for 50Hz operation	4.5 µF
Energy Consumption kWh/1000h	43

Light Application Parameters

Luminous flux	2500 lm
Rated lamp luminous flux	2500 lm
Luminous efficiency	69.44 lm/W
Radium light colour	daylight
Colour temperature	6500 K
Colour rendering index Ra	70-79
Colour rendering group	70-79 (Klasse 2A)

Service Life

Mean service life	13000 h
Info about service life	3B50, 50Hz
Lamp survival factor at 2000h	0.99
Lamp survival factor at 4000h	0.99
Lamp survival factor at 6000h	0.99
Lamp survival factor at 8000h	0.99
Lamp survival factor at 12000h	0.90
Lumen maintenance at 2000h	0.95
Lumen maintenance at 4000h	0.92
Lumen maintenance at 6000h	0.91
Lumen maintenance at 8000h	0.90
Lumen maintenance at 12000h	0.89
Operation mode for LLMF/LSF	50 Hz

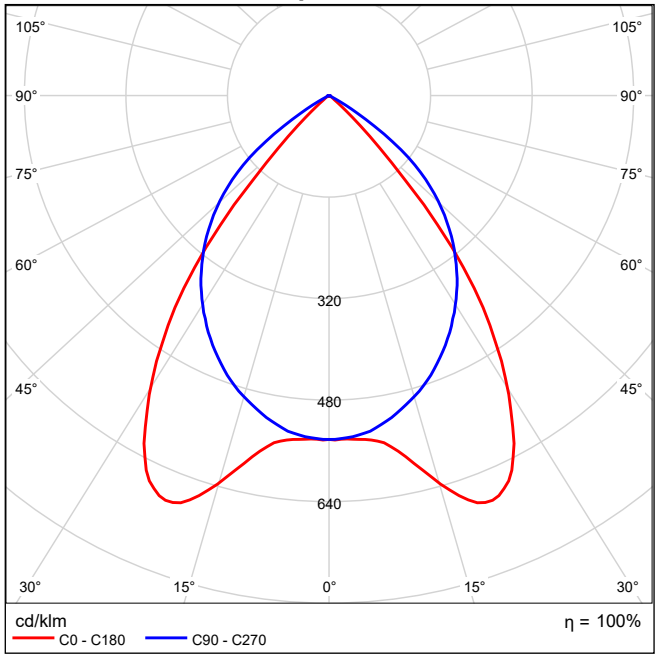
ANEXO II: INFORMACIÓN DE LAS LUMINARIAS DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA

Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco 1xSTW8QQ_841_4x



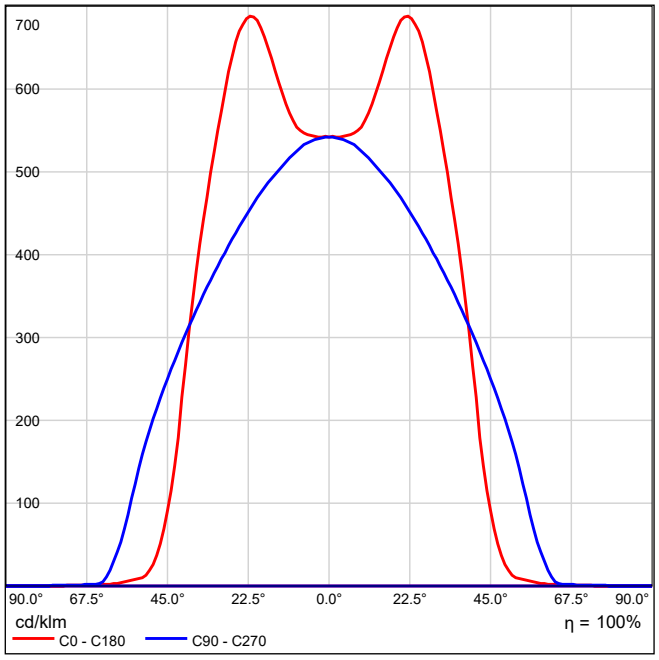
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95%
Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm
Potencia: 48.0 W
Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

Emisión de luz 1 / CDL polar

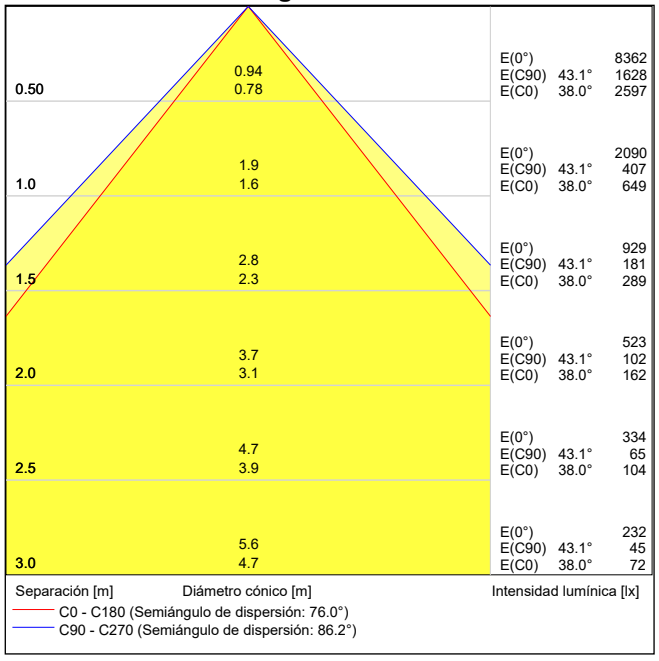


Gracias a la experiencia y a la calidad de Disano, uno de los productos líder del sector, la luminaria de techo Minicomfort, se vuelve de LED:
las características básicas son las que han garantizado su éxito a lo largo de los años, y ahora pueden disfrutar de la principales ventajas para la iluminación de la tecnología LED como son la calidad, el ahorro energético y una duración mayor. Dichas características se pueden
aplicar solo en luminarias con un diseño de alto nivel y buena fabricación.
Minicomfort LED es la luminaria ideal para las oficinas, estructuras sanitarias y, en general, para todos esos lugares que precisan de una iluminación controlada con ópticas dark light, que tienen que cumplir las normas vigentes en materia de deslumbramiento luminoso.
Minicomfort (60x60 cm) se insiere fácilmente como plafón, gracias a los accesorios estudiados para simplificar la instalación. La forma garantiza una distribución uniforme de la luz: los LEDs blancos (4000 K) generan una iluminación de alta calidad y aseguran el máximo confort visual y una reproducción del color perfecta (ra >80).
El ahorro es aún más evidente si se comparan estas luminarias con las más difundidas en el mercado, es decir, con lámparas fluorescentes
T8: además de un 40% respecto a las luminarias de techo de 4x18 W con óptica laminar. El ahorro es todavía más significativo si se considera la larga duración de los LEDs (50.000 horas) y la ausencia de mantenimiento tras la instalación.
Además de las ventajas prácticas, no hay que subestimar el óptimo resultado estético: equipadas con conexión rápida, la instalación de estas luminarias hace inútil su apertura.
Una solución sencilla e innovadora para disponer de la tecnología más puntera en tema de iluminación de interior.
Cuerpo: de chapa de acero galvanizado, prebarnizado con resina poliéster.
Cubierta: con planchas de acero.
Fuente de luz de nueva tecnología y luz controlada por las ópticas Dark light (radial 65° < 500 cd). Quedan garantizadas la ausencia de deslumbramiento y una percepción de los colores similar a la luz natural. Factor de deslumbramiento UGR: valor contemplado según la norma
(coeficiente de reflexión: techo 0,7 - paredes 0,5)
Equipamiento: incorpora tapa y borne rápido para la conexión.
Con película de protección del plafón y de las láminas. Se suministra sin fijaciones: para la instalación sin apoyo, hay que utilizar las fijaciones
acc. 326.
Bajo pedido: Regulación de 1-10V, regulación de 10 al 100%. Sensor de presencia. Las luminarias se encienden inmediatamente al pasar y se apagan, por el contrario, cuando no hay nadie. Este permite un ahorro más. Pedir con el subcódigo -0092.
Normativa: fabricado conforme a las normativas vigentes EN60598-1 CEI 34-21, grado de protección según la normativa EN 60529.
LED :La tecnología LED de última generación 4900lm - 4000K - CRI>80 , la vida 50.000h L80B20
Clase de seguridad fotobiólogica Grupo exento

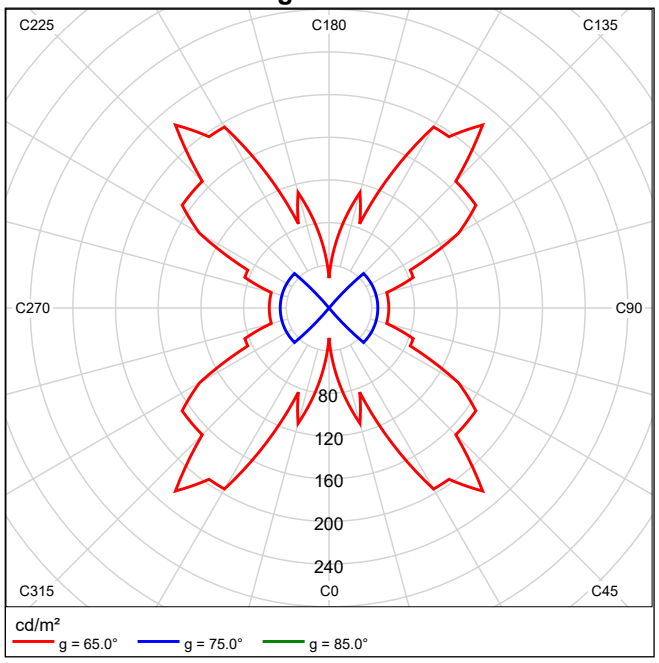
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR

Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	12.8	13.7	13.1	13.9	14.1	15.0	15.9	15.3	16.1	16.4
	3H	12.7	13.4	12.9	13.7	13.9	14.9	15.7	15.2	15.9	16.2
	4H	12.6	13.3	12.9	13.6	13.8	14.8	15.6	15.1	15.8	16.1
	6H	12.5	13.2	12.8	13.5	13.8	14.8	15.4	15.1	15.7	16.0
	8H	12.5	13.1	12.8	13.4	13.7	14.7	15.4	15.1	15.7	16.0
	12H	12.4	13.0	12.8	13.4	13.7	14.7	15.3	15.0	15.6	15.9
4H	2H	12.7	13.4	13.0	13.7	14.0	14.9	15.6	15.2	15.9	16.1
	3H	12.6	13.2	12.9	13.5	13.8	14.7	15.3	15.1	15.6	15.9
	4H	12.5	13.0	12.9	13.4	13.7	14.6	15.2	15.0	15.5	15.9
	6H	12.4	12.9	12.8	13.2	13.6	14.6	15.0	15.0	15.4	15.8
	8H	12.4	12.8	12.8	13.2	13.6	14.5	14.9	14.9	15.3	15.7
	12H	12.3	12.7	12.8	13.1	13.5	14.5	14.8	14.9	15.3	15.7
8H	4H	12.4	12.8	12.8	13.2	13.6	14.5	14.9	14.9	15.3	15.7
	6H	12.3	12.6	12.7	13.0	13.5	14.4	14.8	14.9	15.2	15.6
	8H	12.2	12.5	12.7	13.0	13.4	14.4	14.7	14.9	15.1	15.6
	12H	12.2	12.4	12.7	12.9	13.4	14.3	14.6	14.8	15.0	15.5
12H	4H	12.3	12.7	12.8	13.1	13.5	14.5	14.8	14.9	15.3	15.7
	6H	12.2	12.5	12.7	13.0	13.4	14.4	14.7	14.9	15.1	15.6
	8H	12.2	12.4	12.7	12.9	13.4	14.3	14.6	14.8	15.0	15.5

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

S = 1.0H	+3.3 / -12.1	+2.0 / -2.9
S = 1.5H	+4.9 / -19.0	+3.4 / -16.4
S = 2.0H	+6.8 / -24.9	+5.4 / -23.1
Tabla estándar	BK00	BK00
ando de corrección	-5.8	-3.6

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3857lm Flujo luminoso total

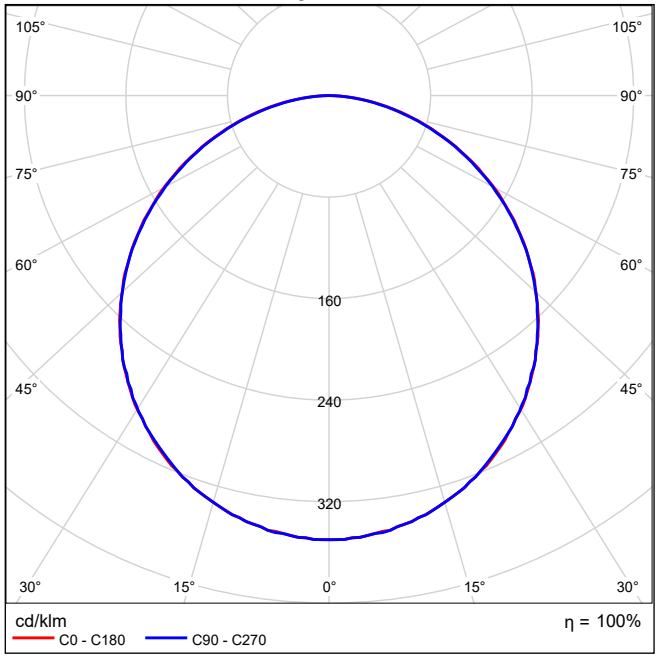
Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco 1xled_fmlk6030/3000



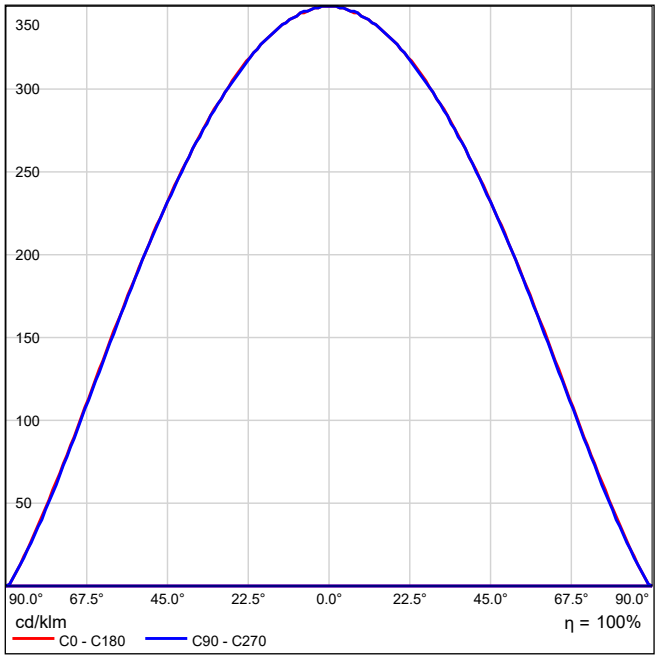
Grado de eficacia de funcionamiento: 100%
Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm
Potencia: 36.0 W
Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

Emisión de luz 1 / CDL polar

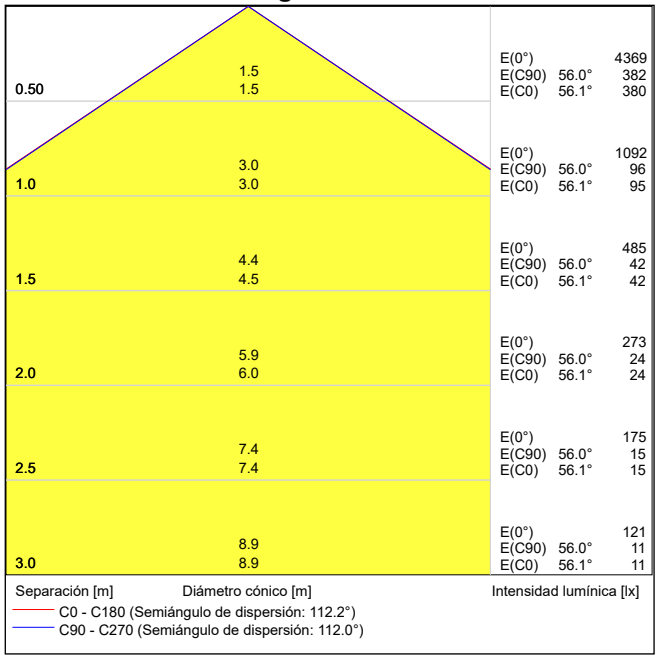


La calidad superior de la iluminación de LED está hoy más cercana y es más accesible gracias a un producto revolucionario que ofrece la luz
ideal para oficinas, centros comerciales, hoteles, hospitales y todos los locales que necesitan de un alumbrado constante a costes reducidos.
LED Panel es un panel cuadrado y rectangular que se insiere fácilmente en el techo. Incorpora una conexión rápida sin necesidad de abrir la
luminaria. La forma garantiza una distribución uniforme de la luz, los LEDs blancos (3000 y 4000 K) generan una iluminación de alta calidad y
aseguran el máximo confort visual y una reproducción del color perfecta (CRI 93).
Todo esto con un ahorro energético importante. El flujo luminoso de 3500/3700/4900lm se obtiene con un consumo total de solo 36/36/44W. Si
se compara LED Panel con las luminarias más difundidas, el ahorro energético es evidente: por ejemplo, se obtiene un ahorro de más de un
50% respecto a las luminarias de techo 4x18 W con óptica laminar y se llega incluso al 68,7% del ahorro respecto a luminarias de techo con
placa ópalo. El ahorro es aún más significativo si se consideran la larga duración de los LEDs (50.000 horas) y la ausencia de mantenimiento
tras la instalación
Además de las ventajas prácticas, ha de considerarse también el buen resultado estético que se obtiene instalando estas luminarias de
diseño muy fino, gracias al perfil delgado y al cuerpo de policarbonato. Una solución sencilla, para disponer de la tecnología más al día en
iluminación de interior.
La calidad de los materiales y la alta fiabilidad de la luminaria garantizan su inversión, con la garantía de Disano. Ha llegado el momento de
pasar al LED.
Cuerpo y marco: moldeado a inyección de policarbonato blanco, irrompible y autoextinguible.
Difusor: extrudido de tecnopolímero opalescente con un coeficiente de transmisión alto.
Cableado: rápido, no es necesario abrir la luminaria. Previsto como estándar con conexión de base y clavija tanto para la alimentación como
para la regulación 1-10V.
Instalación: encajado sólo descansa en la cruz
Bajo pedido sub código: versiones con soporte a la estructura de techo o contador para paneles de yeso.
Normativa: fabricado conforme a las normas EN60598-1 CEI 34-21, IP20/IP43IK06 grado de protección según la norma EN 60529. Instalable en
superficies normalmente inflamables
LED:
3500lm - 3000K - CRI 93 - 31W
3700lm - 4000K - CRI 93 - 31W
4900lm - 4000K - CRI 93 - 38W
la vida 50.000h L80B20
No requiere mantenimiento
Clasificación riesgo fotobiológico: Grupo exento
Factor de deslumbramiento UGR: valor contemplado según la norma (coeficiente de reflexión: techo 0,7 - paredes 0,5)
Regulación de serie 1-10V, regulación de 10 al 100%
Conexión rápida con base-clavija, no es necesario abrir la luminaria
Instalación apoyada sobre perfiles del techo registrable

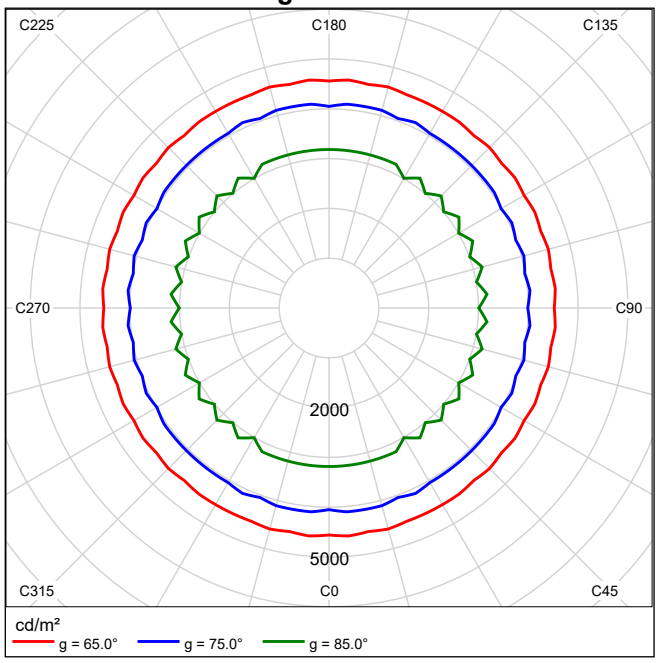
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.1	19.5	18.4	19.7	20.0	18.1	19.5	18.4	19.7	19.9
	3H	19.7	20.9	20.1	21.2	21.5	19.7	20.9	20.0	21.2	21.4
	4H	20.4	21.5	20.7	21.8	22.1	20.3	21.5	20.7	21.7	22.0
	6H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.6	20.8	21.8	21.1	22.2	22.5
	8H	21.0	22.1	21.4	22.4	22.7	20.9	22.0	21.3	22.3	22.6
	12H	21.2	22.1	21.5	22.5	22.8	21.0	22.0	21.4	22.3	22.7
4H	2H	18.8	20.0	19.2	20.3	20.5	18.8	20.0	19.2	20.2	20.5
	3H	20.6	21.6	21.0	21.9	22.3	20.6	21.5	20.9	21.9	22.2
	4H	21.4	22.3	21.8	22.6	23.0	21.3	22.2	21.7	22.6	22.9
	6H	22.0	22.8	22.4	23.2	23.6	21.9	22.7	22.4	23.1	23.5
	8H	22.2	22.9	22.7	23.3	23.7	22.1	22.8	22.6	23.2	23.6
	12H	22.4	23.0	22.8	23.4	23.9	22.3	22.9	22.7	23.3	23.8
8H	4H	21.7	22.4	22.1	22.8	23.2	21.7	22.4	22.1	22.7	23.2
	6H	22.5	23.0	22.9	23.5	23.9	22.4	23.0	22.9	23.4	23.8
	8H	22.8	23.3	23.3	23.7	24.2	22.7	23.2	23.2	23.6	24.1
	12H	23.0	23.4	23.5	23.9	24.4	22.9	23.3	23.4	23.8	24.3
12H	4H	21.7	22.4	22.2	22.8	23.2	21.7	22.3	22.1	22.7	23.2
	6H	22.6	23.0	23.0	23.5	24.0	22.5	23.0	22.9	23.4	23.9
	8H	22.9	23.3	23.4	23.8	24.3	22.8	23.2	23.3	23.7	24.2
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		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.6				
Tabla estándar		BK06					BK06				
ando de corrección		5.6					5.5				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3121lm Flujo luminoso total											

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

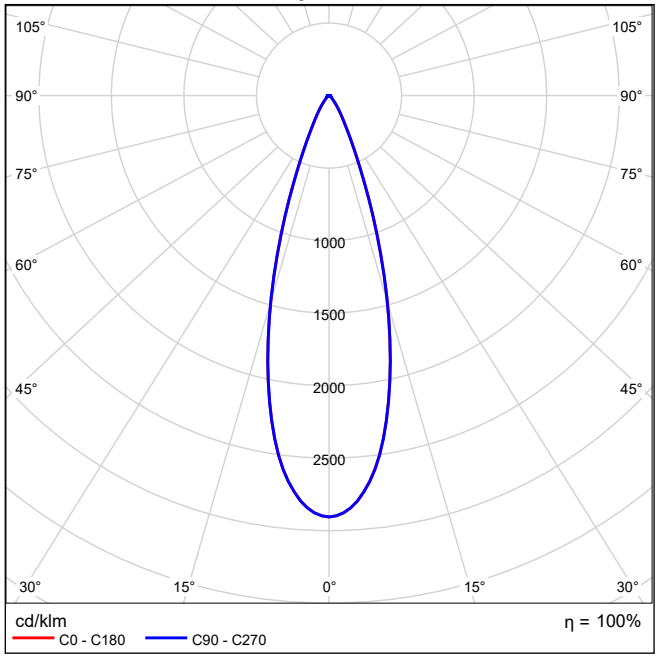
Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco 1xLed sharp 7W_38_230



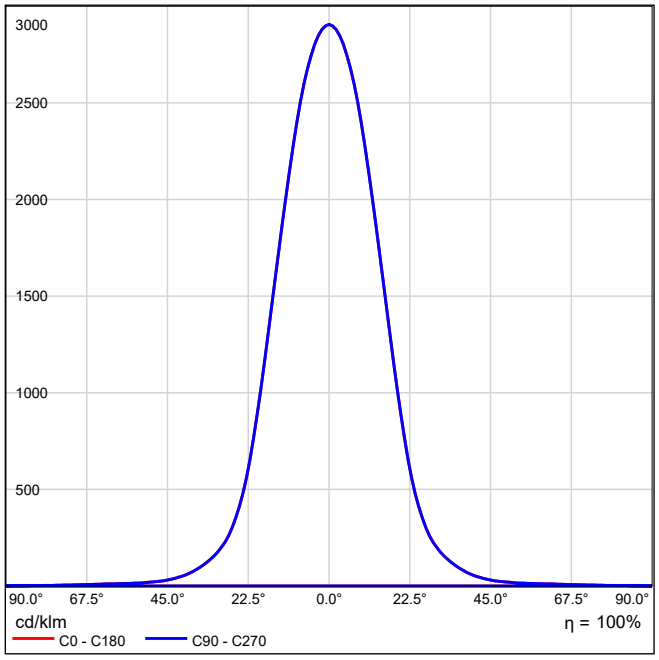
Focos para empotrar, de acero, orientables, de dimensiones reducidas.
Posibilidad de montaje incluso sobre tijas de paso 100.
Cuerpo: De acero con soporte de acero, sobre el cual está emplazada la bornera. Incluye resortes para el empotrado.
Barnizado: Mediante Salpicadura con barniz acrílico al agua, resistente a los ambientes húmedos y estabilizada a los rayos UV. Las
versiones cromadas y latón bruñido sufren un tratamiento de acabado galvánico diferente.
Normativa: Fabricados en conformidad a las normas EN 60598-1-CEI 34.21, tienen el grado de protección según las normas EN 60529.
LED 7W - 230V - 450lm - 2750k - CRI 80 - 40000h

Grado de eficacia de funcionamiento: 100%
Flujo luminoso de lámparas: 450 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm
Potencia: 11.0 W
Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

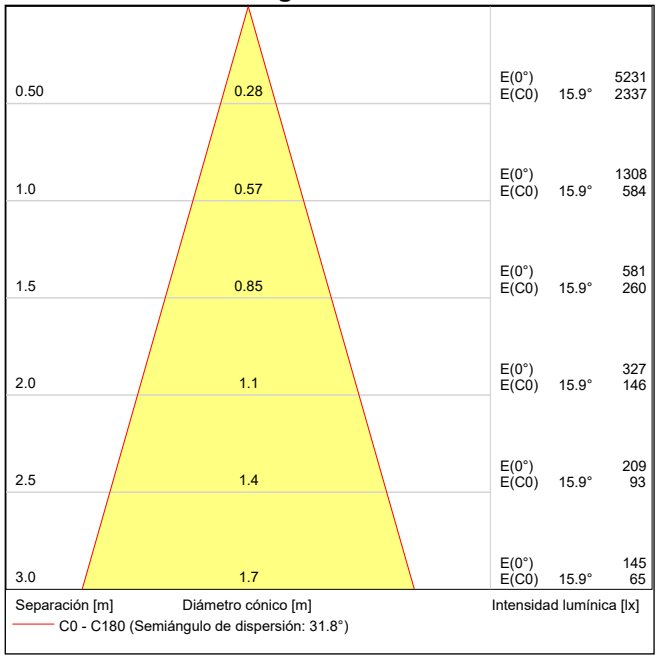
Emisión de luz 1 / CDL polar



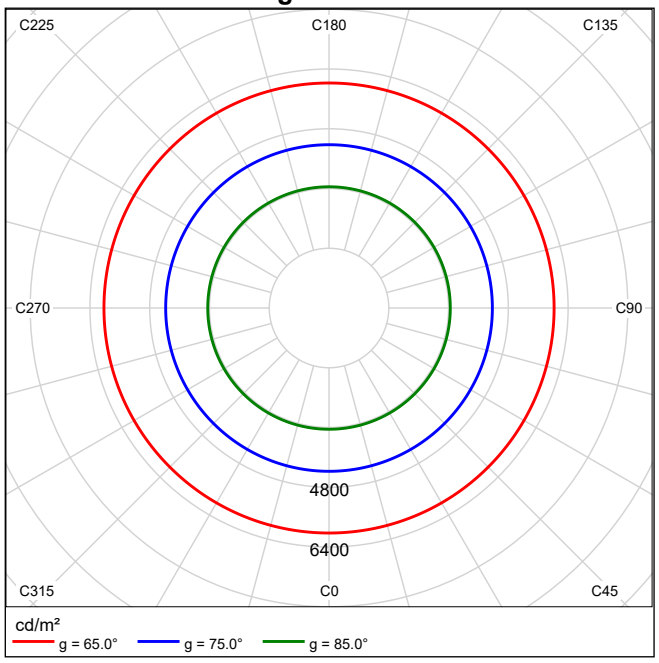
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR

Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	14.0	14.7	14.3	14.9	15.1	14.0	14.7	14.3	14.9	15.1
	3H	14.5	15.1	14.8	15.3	15.6	14.5	15.1	14.8	15.3	15.6
	4H	14.7	15.3	15.0	15.5	15.8	14.7	15.3	15.0	15.5	15.8
	6H	14.8	15.3	15.1	15.6	15.9	14.8	15.3	15.1	15.6	15.9
	8H	14.8	15.4	15.2	15.7	16.0	14.8	15.4	15.2	15.7	16.0
	12H	14.9	15.4	15.2	15.7	16.0	14.9	15.4	15.2	15.7	16.0
4H	2H	14.1	14.7	14.4	15.0	15.2	14.1	14.7	14.4	15.0	15.2
	3H	14.8	15.3	15.1	15.6	15.9	14.8	15.3	15.1	15.6	15.9
	4H	15.1	15.5	15.4	15.8	16.2	15.1	15.5	15.4	15.8	16.2
	6H	15.3	15.6	15.7	16.0	16.4	15.3	15.6	15.7	16.0	16.4
	8H	15.4	15.7	15.8	16.1	16.5	15.4	15.7	15.8	16.1	16.5
	12H	15.4	15.7	15.8	16.1	16.5	15.4	15.7	15.8	16.1	16.5
8H	4H	15.2	15.5	15.6	15.8	16.2	15.2	15.5	15.6	15.8	16.2
	6H	15.4	15.7	15.9	16.1	16.5	15.4	15.7	15.9	16.1	16.5
	8H	15.6	15.8	16.0	16.2	16.7	15.6	15.8	16.0	16.2	16.7
	12H	15.7	15.8	16.1	16.3	16.8	15.7	15.8	16.1	16.3	16.8
12H	4H	15.1	15.4	15.6	15.8	16.2	15.1	15.4	15.6	15.8	16.2
	6H	15.4	15.6	15.9	16.1	16.5	15.4	15.6	15.9	16.1	16.5
	8H	15.6	15.8	16.1	16.2	16.7	15.6	15.8	16.1	16.2	16.7

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

S = 1.0H	+2.3 / -1.4	+2.3 / -1.4
S = 1.5H	+4.3 / -1.6	+4.3 / -1.6
S = 2.0H	+6.0 / -2.3	+6.0 / -2.3
Tabla estándar	BK02	BK02
ando de corrección	-2.7	-2.7

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 450lm Flujo luminoso total

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

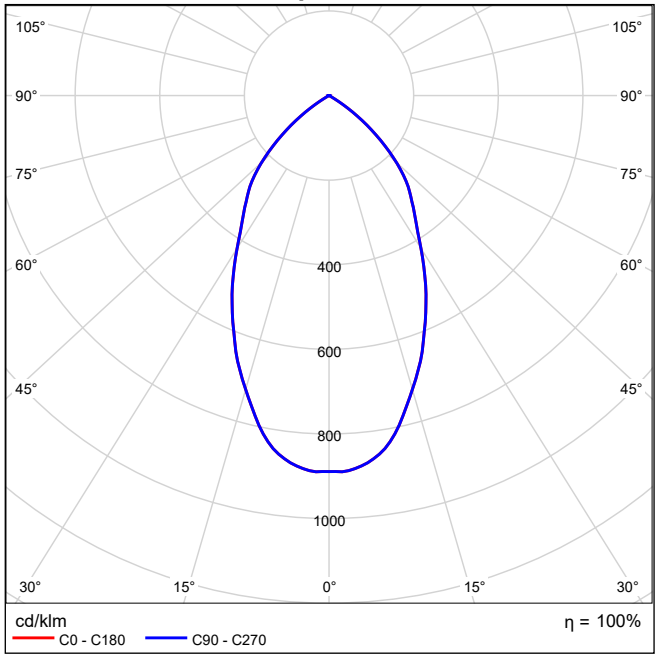
Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco 1xdlmflex 2000-r4_3000



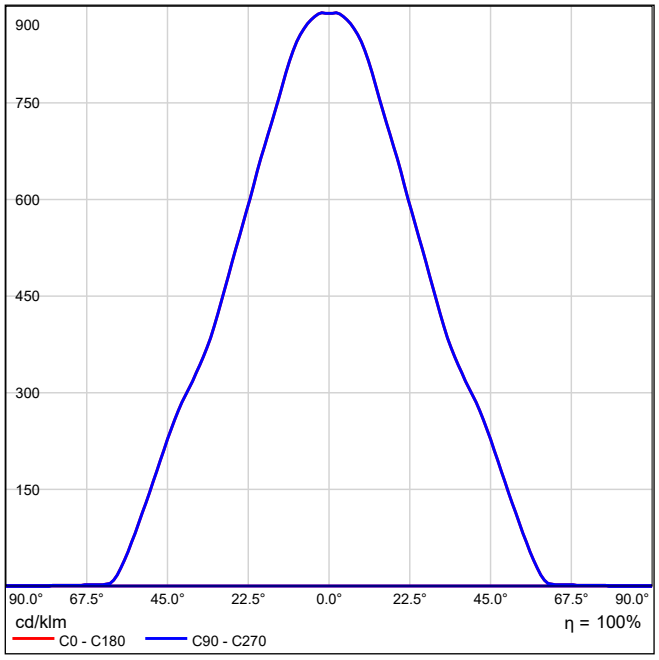
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95%
Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm
Potencia: 21.9 W
Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

Una buena iluminación brinda una correcta apreciación del ambiente y permite vivir de manera adecuada. Con estas premisas tiene origen el
proyector para empotrar Roma, ideal para ser instalado rápidamente y con costos reducidos en cualquier ambiente de exhibición para satisfacer toda exigencia de luz artificial en el proyecto de interiores.
Cuerpo: De chapa y acero.
Reflector: de aluminio especular.
Barnizado: Con polvo epoxídico de poliéster resistente a los rayos UV.
Equipamiento: Incluye soporte ajustable de acero. Apertura del anillo con vidrio tipo bisagra para un fácil mantenimiento.
Normativa: Fabricados en conformidad a las normas EN 60598-1-CEI 34.21, tienen el grado de protección según las normas EN 60529.
LED: fuentes de luz de alta eficiencia 3000/4000K - 2000lm - CRI80. Disponible en versión regulable con dimmer con dimmer al corte de fase
IGBT. Bajo pedido: version 1-10V.
Factor de potencia: >0,95
Mantenimiento del flujo luminoso al 70% 60000h L70B50
Clase de seguridad fotobiólogica Grupo exento EN62471
Artículo regulable con dimmer DALI profesional, apropiado para los lugares donde la iluminación es permanente, consintiendo un ahorro energético elevado.

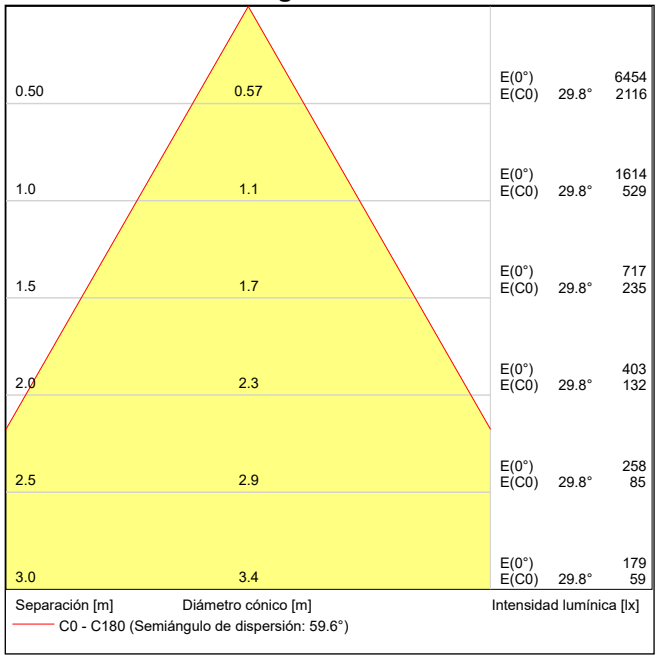
Emisión de luz 1 / CDL polar



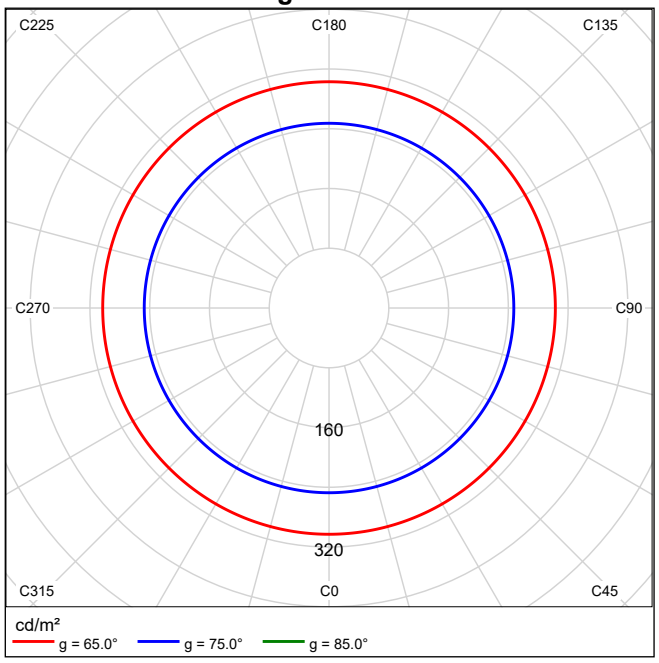
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR

Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.1	20.0	19.4	20.2	20.4	19.1	20.0	19.4	20.2	20.4
	3H	19.0	19.8	19.3	20.0	20.3	19.0	19.8	19.3	20.0	20.3
	4H	18.9	19.7	19.2	19.9	20.2	18.9	19.7	19.2	19.9	20.2
	6H	18.9	19.5	19.2	19.8	20.1	18.9	19.5	19.2	19.8	20.1
	8H	18.8	19.5	19.2	19.8	20.1	18.8	19.5	19.2	19.8	20.1
	12H	18.8	19.4	19.1	19.7	20.0	18.8	19.4	19.1	19.7	20.0
4H	2H	19.0	19.7	19.3	20.0	20.2	19.0	19.7	19.3	20.0	20.2
	3H	18.8	19.4	19.2	19.8	20.1	18.8	19.4	19.2	19.8	20.1
	4H	18.8	19.3	19.2	19.6	20.0	18.8	19.3	19.2	19.6	20.0
	6H	18.7	19.1	19.1	19.5	19.9	18.7	19.1	19.1	19.5	19.9
	8H	18.7	19.1	19.1	19.4	19.8	18.7	19.1	19.1	19.4	19.8
	12H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.8	18.6	19.0	19.1	19.4	19.8
8H	4H	18.7	19.1	19.1	19.4	19.8	18.7	19.1	19.1	19.4	19.8
	6H	18.6	18.9	19.0	19.3	19.8	18.6	18.9	19.0	19.3	19.8
	8H	18.5	18.8	19.0	19.2	19.7	18.5	18.8	19.0	19.2	19.7
	12H	18.5	18.7	19.0	19.2	19.7	18.5	18.7	19.0	19.2	19.7
12H	4H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.8	18.6	19.0	19.1	19.4	19.8
	6H	18.5	18.8	19.0	19.2	19.7	18.5	18.8	19.0	19.2	19.7
	8H	18.5	18.7	19.0	19.2	19.7	18.5	18.7	19.0	19.2	19.7

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

S = 1.0H	+1.6 / -4.2	+1.6 / -4.2
S = 1.5H	+3.3 / -21.4	+3.3 / -21.4
S = 2.0H	+5.3 / -22.4	+5.3 / -22.4
Tabla estándar	BK00	BK00
ando de corrección	0.5	0.5

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1815lm Flujo luminoso total

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

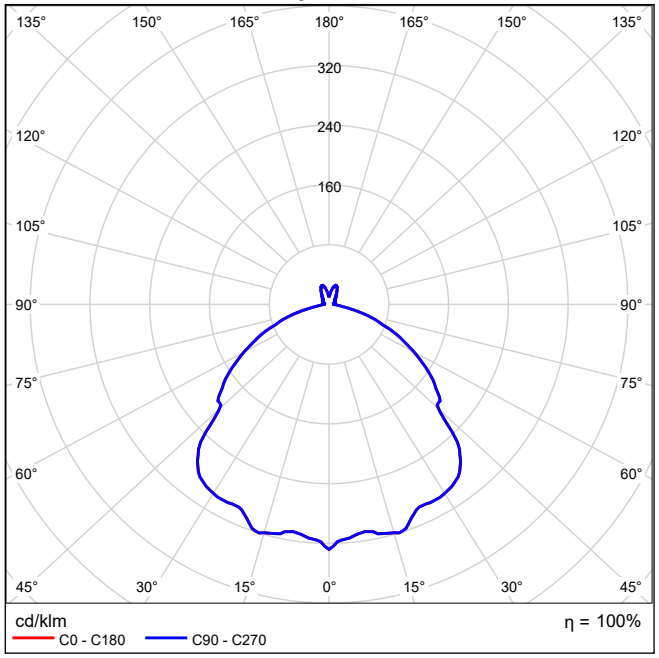
Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. 1xSLE G2_40_3116



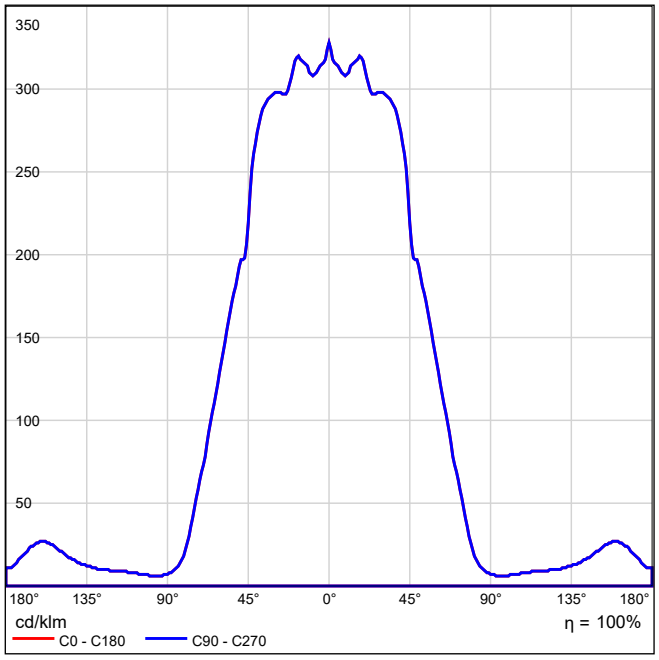
Grado de eficacia de funcionamiento: 100%
Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm
Potencia: 42.9 W
Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

Cuerpo: de aluminio fundido a presión, con amplias aletas de enfriamiento.
Difusor: de policarbonato transparente, prismatizado en su interior para un mayor control luminoso. Externamente liso, contra el polvo y antichoque, irrompible y autoextinguible V2, estabilizado a los rayos U.V.
Barnizado: En distintas etapas. La primera, inmersión por cataforesis epoxídica, gris, tratamiento previo de cromatización, resistente a la corrosión y a las neblinas salinas. La segunda con fondo para estabilización a los rayos ultravioletas, por último acabado con barniz acrílico
plata metalizada.
Dotación: placa portacableado extraible.
Equipamiento: gancho para la suspensión. Pasador de cable de goma de Ø 1/2 pulgadas de gas (cable mín Ø 9, máx Ø12).
Normativa: fabricado en conformidad a las normas vigentes EN60598-1 CEI 34 - 21, están protegidos con el grado IP43IK08 según las EN
60529. Se pueden instalar sobre superficies normalmente inflamables.
LED: Ta-30+40 ° C la vida 50.000h al 70% L70B20 . Clase de seguridad fotobiólogica Grupo exento EN62471
LED 4000K - 3000/5000lm - 25/40W - CRI 90

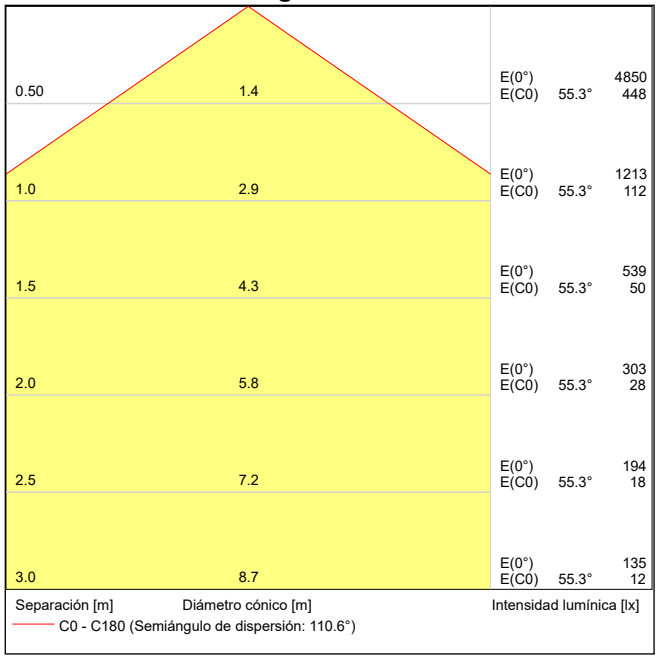
Emisión de luz 1 / CDL polar



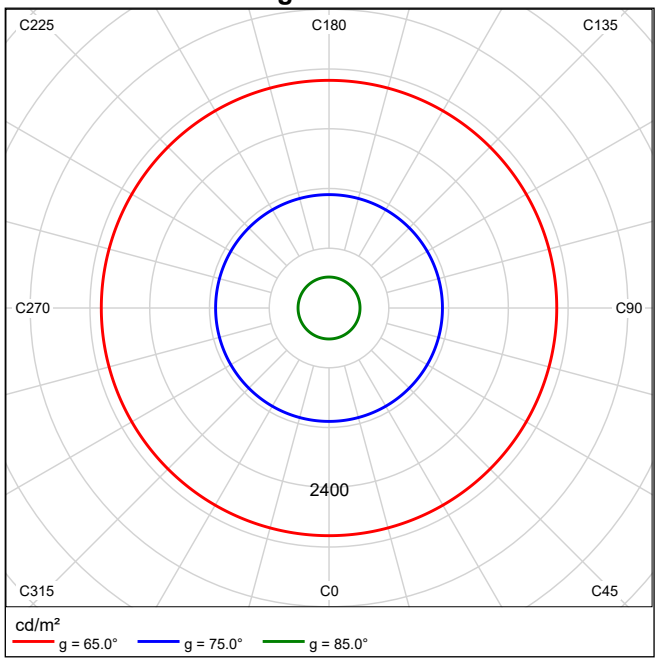
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR

Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	17.4	18.6	17.8	19.0	19.3	17.4	18.6	17.8	19.0	19.3
	3H	18.3	19.4	18.7	19.7	20.2	18.3	19.4	18.7	19.7	20.2
	4H	18.5	19.5	19.0	19.9	20.4	18.5	19.5	19.0	19.9	20.4
	6H	18.6	19.5	19.0	19.9	20.4	18.6	19.5	19.0	19.9	20.4
	8H	18.6	19.5	19.0	19.9	20.4	18.6	19.5	19.0	19.9	20.4
	12H	18.5	19.4	19.0	19.8	20.3	18.5	19.4	19.0	19.8	20.3
4H	2H	17.9	18.9	18.3	19.3	19.7	17.9	18.9	18.3	19.3	19.7
	3H	18.9	19.7	19.3	20.1	20.6	18.9	19.7	19.3	20.1	20.6
	4H	19.2	19.9	19.7	20.4	20.9	19.2	19.9	19.7	20.4	20.9
	6H	19.3	19.9	19.8	20.4	21.0	19.3	19.9	19.8	20.4	21.0
	8H	19.3	19.9	19.8	20.4	20.9	19.3	19.9	19.8	20.4	20.9
	12H	19.3	19.8	19.8	20.3	20.9	19.3	19.8	19.8	20.3	20.9
8H	4H	19.2	19.8	19.8	20.3	20.9	19.2	19.8	19.8	20.3	20.9
	6H	19.4	19.9	19.9	20.4	21.0	19.4	19.9	19.9	20.4	21.0
	8H	19.4	19.8	20.0	20.4	21.0	19.4	19.8	20.0	20.4	21.0
	12H	19.4	19.8	20.0	20.3	21.0	19.4	19.8	20.0	20.3	21.0
12H	4H	19.2	19.7	19.8	20.3	20.8	19.2	19.7	19.8	20.3	20.8
	6H	19.4	19.8	19.9	20.3	21.0	19.4	19.8	19.9	20.3	21.0
	8H	19.4	19.7	20.0	20.3	21.0	19.4	19.7	20.0	20.3	21.0

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

S = 1.0H	+0.2 / -0.3	+0.2 / -0.3
S = 1.5H	+0.4 / -0.9	+0.4 / -0.9
S = 2.0H	+1.0 / -1.6	+1.0 / -1.6
Tabla estándar	BK03	BK03
ando de corrección	2.1	2.1

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3697lm Flujo luminoso total

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

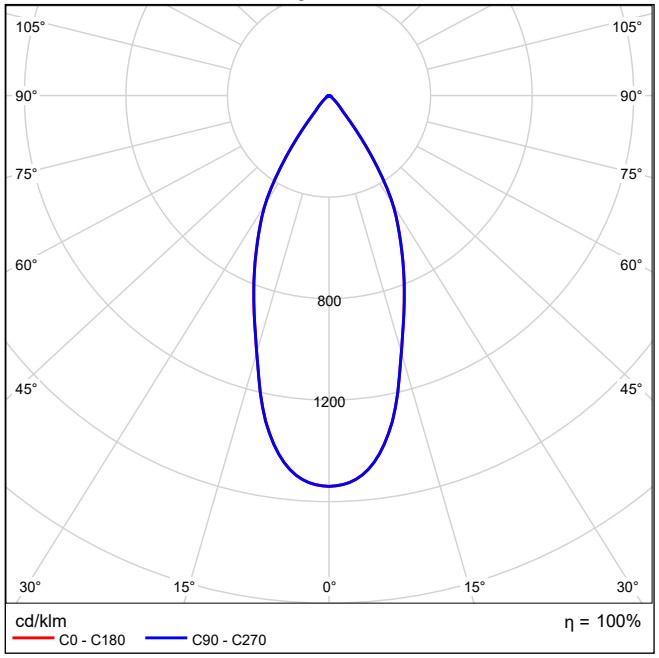
Disano Illuminazione Rio - Adaptador Universal Fosnova Rio LED 52W 3000k CLD CELL plata m. 1xcob_rio6000_3000



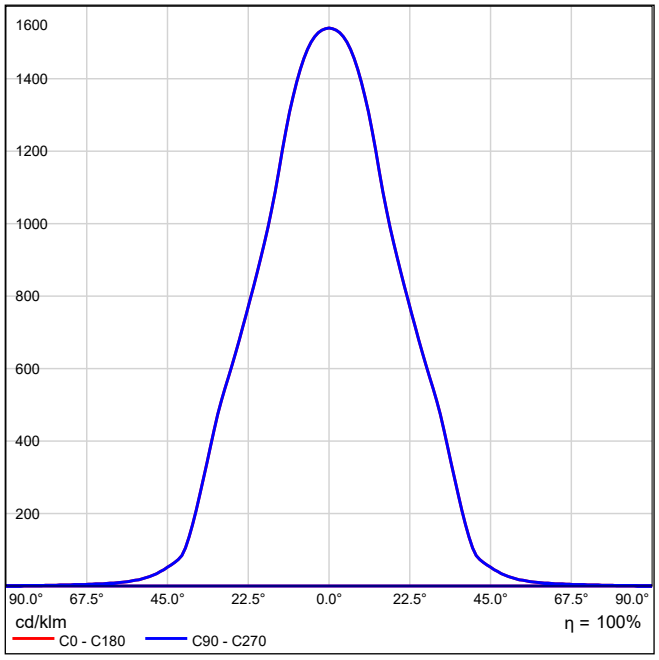
Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99%
Flujo luminoso de lámparas: 4752 lm
Flujo luminoso de las luminarias: 4751 lm
Potencia: 57.0 W
Rendimiento lumínico: 83.4 lm/W
Temperatura de color: 3000 K
Índice de reproducción de color: 100

El diseño especial de este proyector permite una eficaz integración de éste con la decoración del ambiente donde se instala.
Ideales para ser utilizadas en ambientes comerciales, donde la iluminación se usa durante muchas horas del día, o bien en zonas donde haya
una iluminación funcional y de acentuación, con elevada calidad y estabilidad de color.
Cuerpo: de aluminio inyectado fundido a presión.
Reflector: de aluminio pulido fundido a presión, de alta eficiencia y anti-reflejo.
Dotación: En las versiones para carril, adaptador universal.
Barnizado: Con polvo epoxídico de poliéster resistente a los rayos UV.
Normativa: Fabricados en conformidad a las normas EN 60598-1-CEI 34-21. Poseen el grado de protección según las normas EN 60529.
LED: fuentes de luz de alta eficiencia 3000/4000K - 4800/6000lm - 43/57W - CRI 80 - 40°
Mantenimiento del flujo luminoso al 70%: 50.000h (L70B50).
Factor de potencia >0,9
Clase de seguridad fotobiólogica Grupo exento EN62471

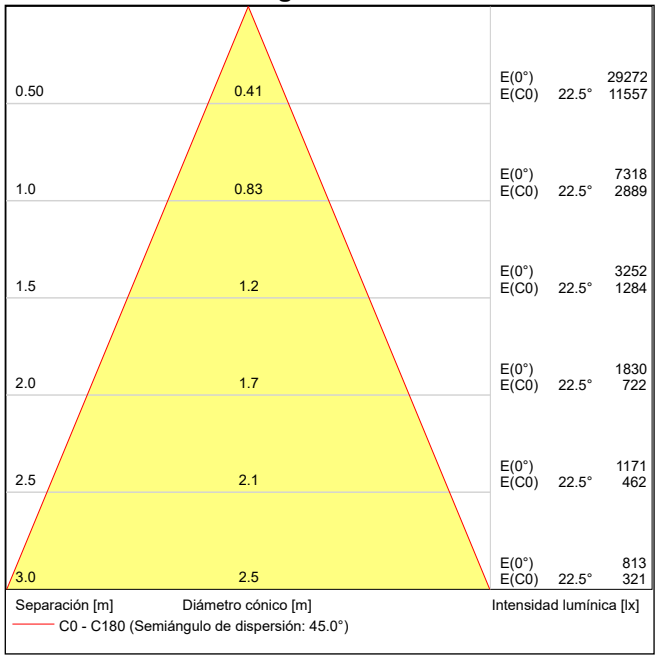
Emisión de luz 1 / CDL polar



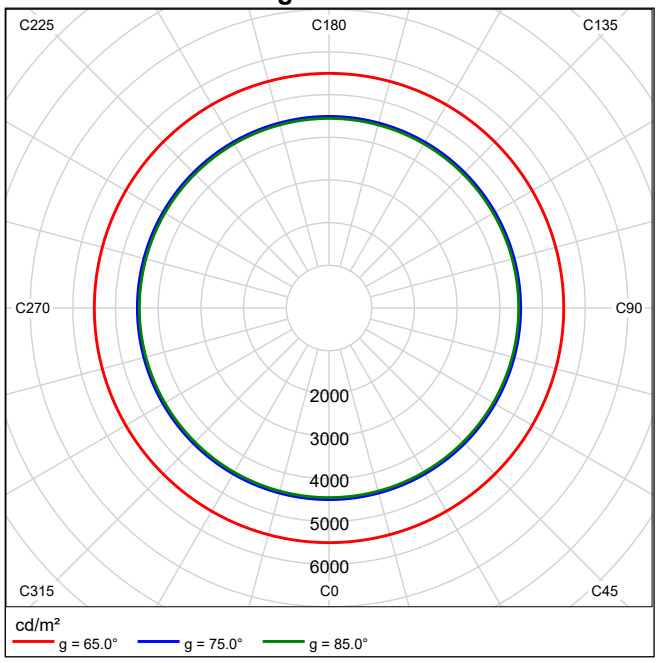
Emisión de luz 1 / CDL lineal



Emisión de luz 1 / Diagrama conico



Emisión de luz 1 / Diagrama de densidad lumínica



Emisión de luz 1 / Diagrama UGR

Valoración de deslumbramiento según UGR

Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
amaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	20.2	20.9	20.4	21.1	21.3	20.2	20.9	20.4	21.1	21.3
	3H	20.1	20.7	20.4	21.0	21.2	20.1	20.7	20.4	21.0	21.2
	4H	20.1	20.6	20.4	20.9	21.2	20.1	20.6	20.4	20.9	21.2
	6H	20.0	20.5	20.3	20.8	21.1	20.0	20.5	20.3	20.8	21.1
	8H	20.0	20.5	20.3	20.8	21.1	20.0	20.5	20.3	20.8	21.1
	12H	19.9	20.4	20.3	20.7	21.0	19.9	20.4	20.3	20.7	21.0
4H	2H	20.0	20.6	20.3	20.8	21.1	20.0	20.6	20.3	20.8	21.1
	3H	19.9	20.4	20.3	20.7	21.0	19.9	20.4	20.3	20.7	21.0
	4H	19.9	20.3	20.3	20.7	21.0	19.9	20.3	20.3	20.7	21.0
	6H	19.9	20.2	20.3	20.6	21.0	19.9	20.2	20.3	20.6	21.0
	8H	19.9	20.2	20.3	20.5	20.9	19.9	20.2	20.3	20.5	20.9
	12H	19.8	20.1	20.3	20.5	20.9	19.8	20.1	20.3	20.5	20.9
8H	4H	19.8	20.1	20.2	20.5	20.9	19.8	20.1	20.2	20.5	20.9
	6H	19.8	20.0	20.2	20.4	20.9	19.8	20.0	20.2	20.4	20.9
	8H	19.8	20.0	20.2	20.4	20.9	19.8	20.0	20.2	20.4	20.9
	12H	19.8	19.9	20.2	20.4	20.9	19.8	19.9	20.2	20.4	20.9
12H	4H	19.8	20.1	20.2	20.5	20.9	19.8	20.1	20.2	20.5	20.9
	6H	19.8	19.9	20.2	20.4	20.9	19.8	19.9	20.2	20.4	20.9
	8H	19.7	19.9	20.2	20.3	20.8	19.7	19.9	20.2	20.3	20.8

Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias

S = 1.0H	+5.1 / -6.7	+5.1 / -6.7
S = 1.5H	+7.8 / -7.8	+7.8 / -7.8
S = 2.0H	+9.8 / -8.7	+9.8 / -8.7
Tabla estándar	BK00	BK00
ando de corrección	1.6	1.6

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4752lm Flujo luminoso total

Los valores UGR se calculan según CIE Publ. 117. Spacing-to-Height-Ratio = 0.25

ANEXO III: INFORME DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA GENERADO MEDIANTE DIALUX EVO

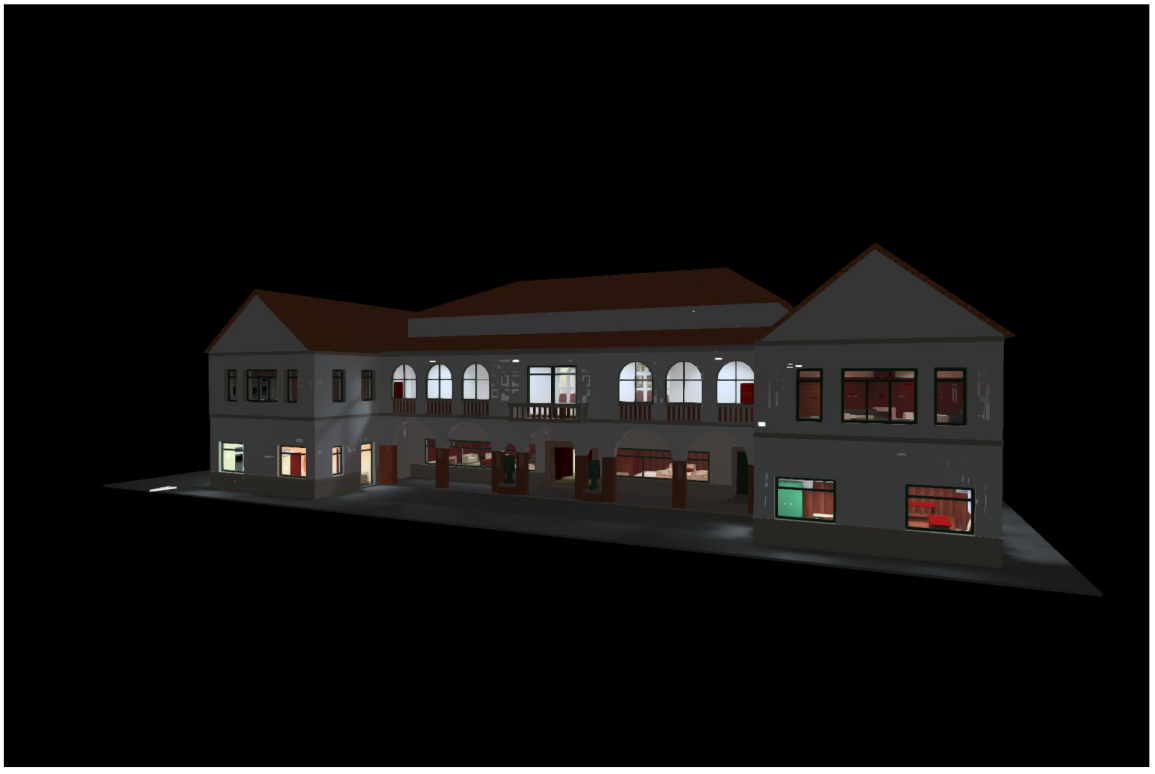
Proyecto elaborado por:
Luis Carlos Figueirido Filgueira

CUD UVIGO
Plaza España S/N
cfigueirido@outlook.com

Dirección de proyecto:
Casino de Alumnos Plaza de España s/n Marín (Pontevedra)
36920

Fecha:
01/01/2016

Instalación de alumbrado interior del Auditorio de la Escuela Naval Militar



Índice

Instalación de alumbrado interior del Auditorio de la Escuela Naval Militar
Lista de luminarias....7
Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco 1xSTW8QQ_841_4x
Hoja de datos de luminarias (1xSTW8QQ_841_4x)....9
Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco 1xled_fmlk6030/3000
Hoja de datos de luminarias (1xled_fmlk6030/3000)....12
Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco 1xLed sharp 7W_38_230
Hoja de datos de luminarias (1xLed sharp 7W_38_230)....15
Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco 1xdlmflex 2000-r4_3000
Hoja de datos de luminarias (1xdlmflex 2000-r4_3000)....18
Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. 1xSLE G2_40_3116
Hoja de datos de luminarias (1xSLE G2_40_3116)....21
Disano Illuminazione Rio - Adaptador Universal Fosnova Rio LED 52W 3000k CLD CELL plata m. 1xcob_rio6000_3000
Hoja de datos de luminarias (1xcob_rio6000_3000)....24
ENM
Edificación 1
Planta (nivel) 1
1-Comte. de la Guardia
Sinopsis de locales....27
Lista de luminarias....28
Vistas....29
1-Comte de la Guardia
Sumario de los resultados....30
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....31
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....32
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....33
2-Suboficial de guardia
Sinopsis de locales....34
Vistas....35
3-[redacted]
Sinopsis de locales....36
4-Sala de visitas
Sinopsis de locales....37
5-Hall Principal-Recibidor
Sinopsis de locales....38
Vistas....39
5-Hall Principal-Recibidor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....40
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....41
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....42
6-Hall
Sinopsis de locales....43
Vistas....44
7-Cámara GM
Sinopsis de locales....45
7-Cámara GM
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....46
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....47
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....48
8-Escaleras Salón Actos
Sinopsis de locales....49
Vistas....50
8-Escaleras Salón Actos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....51
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....52
9-Salón Central

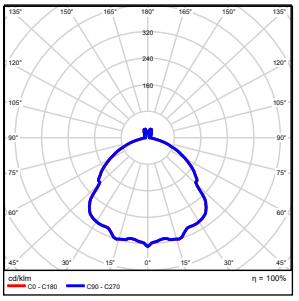
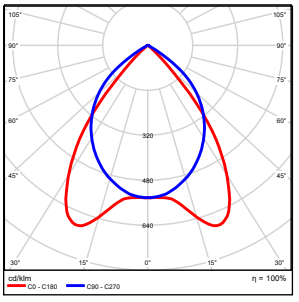
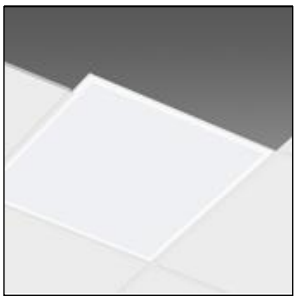
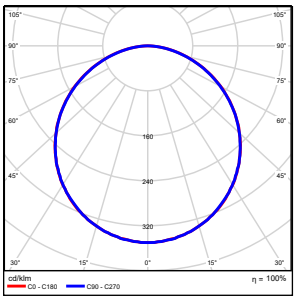
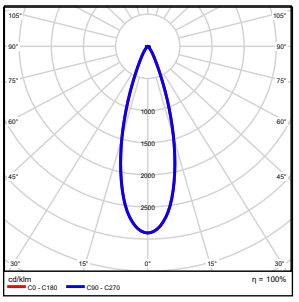
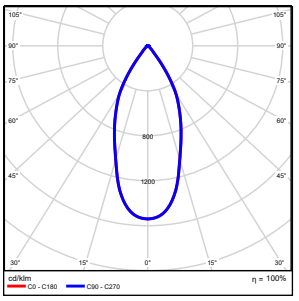
Sinopsis de locales....53
Vistas....54
9-Salón Central
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....56
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....57
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....58
10-Pasillo Zona Guardia
Sinopsis de locales....59
11-Subalterno Of.Comte.Guardia
Sinopsis de locales....60
12-Almacén 1
Sinopsis de locales....61
13-Cartería
Sinopsis de locales....62
14-Cartería 2
Sinopsis de locales....63
15-Ropero
Sinopsis de locales....64
16-Despacho 1 Aytia. Mayor
Sinopsis de locales....65
16-Despacho 1 Aytia. Mayor
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....66
17-Hall Aytia. Mayor
Sinopsis de locales....67
Vistas....68
17-Hall Aytia. Mayor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....69
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....70
18-Pasillo Aytia. Mayor
Sinopsis de locales....71
Vistas....72
18-Pasillo Aytia. Mayor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....73
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....74
19-Despacho Ayte. Mayor
Sinopsis de locales....75
Vistas....76
19-Despacho Ayte. Mayor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....77
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....78
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....79
20-Despacho2 Aytia. Mayor
Sinopsis de locales....80
Plano útil 25
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....81
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....82
21- Aseos Aytia. Mayor
Sinopsis de locales....83
21- Aseos Aytia. Mayor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....84
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....85
22-Oficina Aytía Mayor
Sinopsis de locales....86
22-Oficina Aytía Mayor
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....87
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....88
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....89
23-Sala Descanso Of. Comte. Guardia
Sinopsis de locales....90

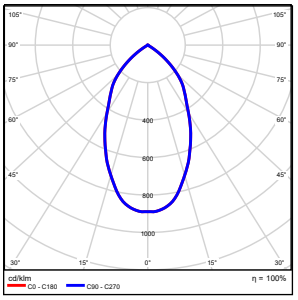
Lista de luminarias....91
24-Aseo Masculino Guardia
Sinopsis de locales....92
24-Aseo Masculino Guardia
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....93
24-Aseo Masculino Guardia
Sinopsis de locales....94
25-Aseo Femenino Guardia
Sinopsis de locales....95
25-Aseo Femenino Guardia
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....96
25-Aseo Femenino Guardia
Sinopsis de locales....97
26-Escribiente de guardia
Sinopsis de locales....98
26-Escribiente de guardia
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....99
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....100
27-SACOMAR
Sinopsis de locales....101
29-Aseos Femeninos
Sinopsis de locales....102
Vistas....104
29-Aseos Femeninos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....105
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....106
29-Aseo Femenino 1
Sinopsis de locales....107
30-Barra-Comedor Casino
Sinopsis de locales....108
Vistas....109
30-Barra-Comedor Casino
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....111
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....112
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....113
31-Aspirantera
Sinopsis de locales....114
Vistas....115
31-Aspirantera
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....116
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....117
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....118
32-Aseos Masculinos
Sinopsis de locales....119
Vistas....120
32-Aseos Masculinos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....121
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....122
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....123
33-Almacén Limpieza Casino
Sinopsis de locales....124
33-Almacén Limpieza Casino
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....125
34-Pasillo Aseos Masculinos
Sinopsis de locales....126
34-Pasillo Aseos Masculinos
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....127
35-Pasillo Peluquería
Sinopsis de locales....128

35-Pasillo Peluquería
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 129
36-Peluquería
Sinopsis de locales ... 130
36-Peluquería
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 131
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 132
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 133
32-Aseo Masculino 1
Sinopsis de locales ... 134
37-Cocina Cantina Casino
Sinopsis de locales ... 135
37-Cocina Cantina Casino
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 136
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 137
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 138
38-Almacen Cocina
Sinopsis de locales ... 139
38-Almacen Cocina
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 140
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 141
39-Aseo Personal Cantina
Sinopsis de locales ... 142
39-Aseo Personal Cantina
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 143
10-Sala Descanso Guardia
Sinopsis de locales ... 144
10-Sala Descanso Guardia
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 145
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 146
10-Pasillo Zona Guardias
Sinopsis de locales ... 147
Vistas ... 148
10-Pasillo Zona Guardias
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 149
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 150
Planta (nivel) 2
42-Cámara Canarias
Sinopsis de locales ... 151
42-Cámara Canarias
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 152
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 153
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 154
43-Repostería Camara Canarias
Sinopsis de locales ... 155
44-Aseo Segunda Planta
Sinopsis de locales ... 156
45-Auxiliar Sala Proyecciones
Sinopsis de locales ... 157
46-Sala de Proyecciones
Sinopsis de locales ... 158
Vistas ... 159
46-Sala de Proyecciones
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 160
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 161
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) ... 162
47-Salón de actos
Sinopsis de locales ... 163
Vistas ... 164

47-Salón de actos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....166
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....167
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....168
48-Escaleras Sala Proyecciones
Sinopsis de locales....169
48-Escaleras Sala Proyecciones
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....170
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....171
49-Pasillo Salón Actos
Sinopsis de locales....172
49-Pasillo Salón Actos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....173
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....174
50-Cámara GM 2ªPlanta
Sinopsis de locales....175
50-Cámara GM 2ªPlanta
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....176
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....177
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....178
51-Fragatera
Sinopsis de locales....179
51-Fragatera
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....180
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....181
8-Escaleras Salón Actos
Sinopsis de locales....182
8-Escaleras Salón Actos
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....184
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....185
Gráfico de valores / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....186
54-Oficina PRL-SEGOP
Sinopsis de locales....187
54-Oficina PRL-SEGOP
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....188
55-Hall PRL-SEGOP
Sinopsis de locales....189
55-Hall PRL-SEGOP
Isolíneas / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....190
56-Despacho OF. PRL-SEGOP
Sinopsis de locales....191
56-Despacho OF. PRL-SEGOP
Colores falsos / Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente)....192

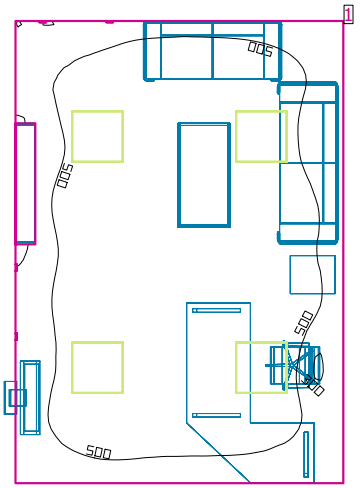
Instalación de alumbrado interior del Auditorio de la Escuela Naval Militar

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
10	Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. Emisión de luz 1 Lámpara: 1xSLE G2_40_3116 Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm Potencia: 42.9 W Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
41	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xSTW8QQ_841_4x Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
72	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xled_fmlk6030/3000 Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
135	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLed sharp 7W_38_230 Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
20	Disano Illuminazione Rio - Adaptador Universal Fosnova Rio LED 52W 3000k CLD CELL plata m. Emisión de luz 1 Lámpara: 1xcob_rio6000_3000 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 4752 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4751 lm Potencia: 57.0 W Rendimiento lumínico: 83.4 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
58	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xdlmflex 2000-r4_3000 Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 680879 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 680719 lm, Potencia total: 8884.2 W, Rendimiento lumínico: 76.6 lm/W

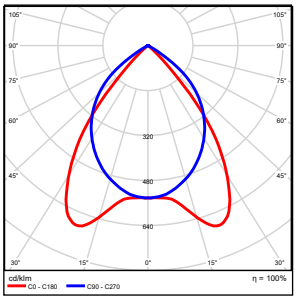
1-Comte. de la Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.1%, Suelo 7.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

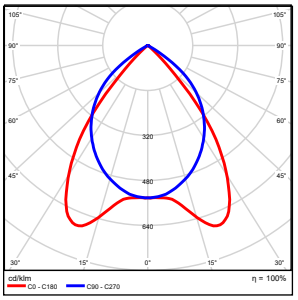
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	1-Comte de la Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	542 (500)	221	668	0.41	0.33

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 15428 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15420 lm, Potencia total: 192.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 9.62 W/m² = 1.78 W/m²/100 lx (Base 19.96 m²)

1-Comte. de la Guardia

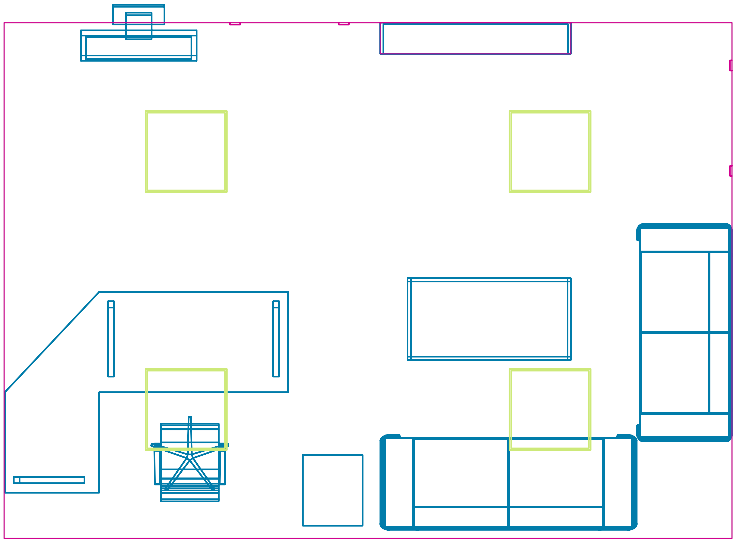
Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
4	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xSTW8QQ_841_4x Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 15428 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15420 lm, Potencia total: 192.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

1-Comte. de la Guardia



1-Comte de la Guardia

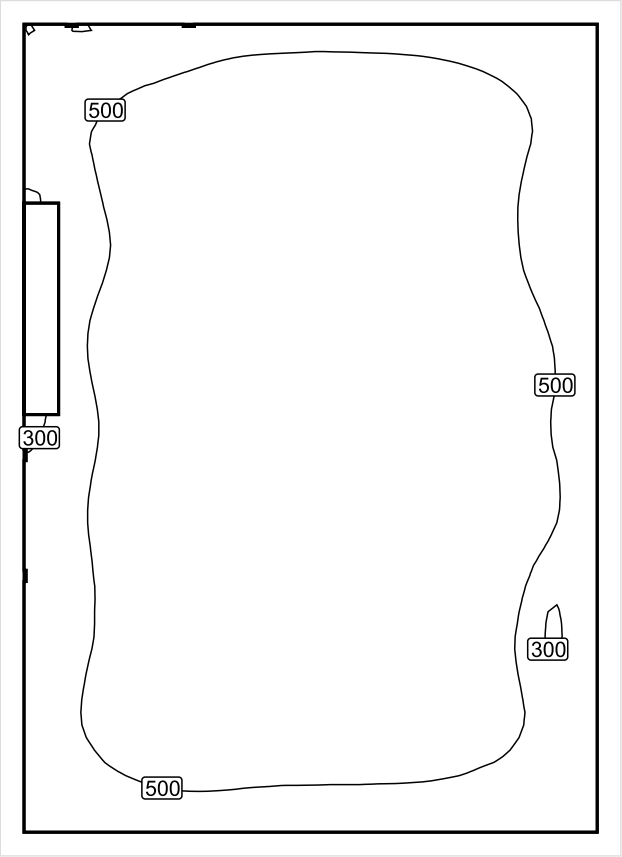


Altura del plano útil: 0.800 m , Zona marginal: 0.000 m

Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	542 (500)	221	668	0.41	0.33

Perfil: Oficinas, Escribir, máquina de escribir, lectura, tratamiento de textos

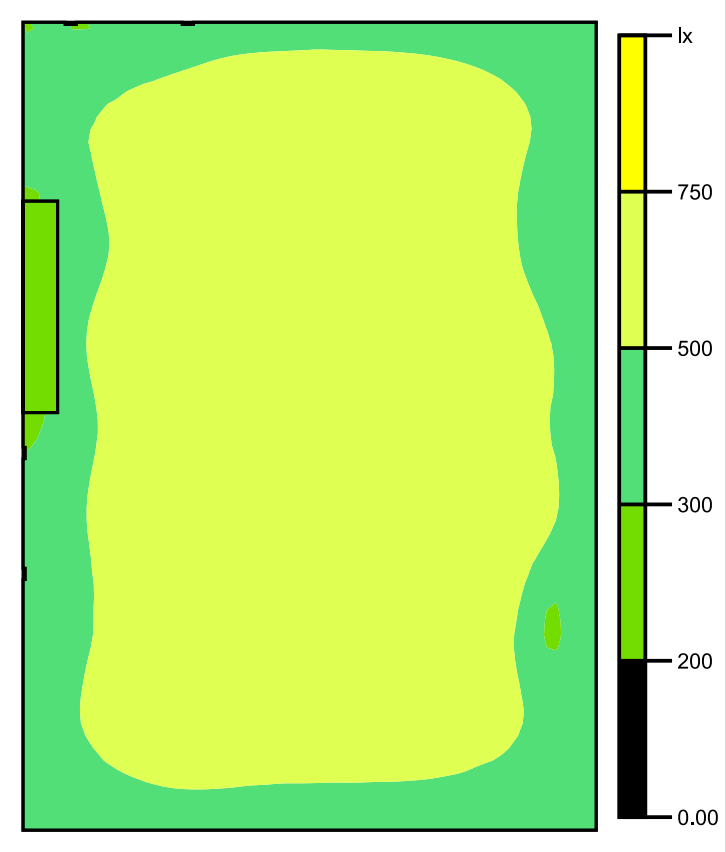
1-Comte de la Guardia



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 542 lx, Min: 221 lx, Max: 668 lx, Mín./medio: 0.41, Mín./máx.: 0.33
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

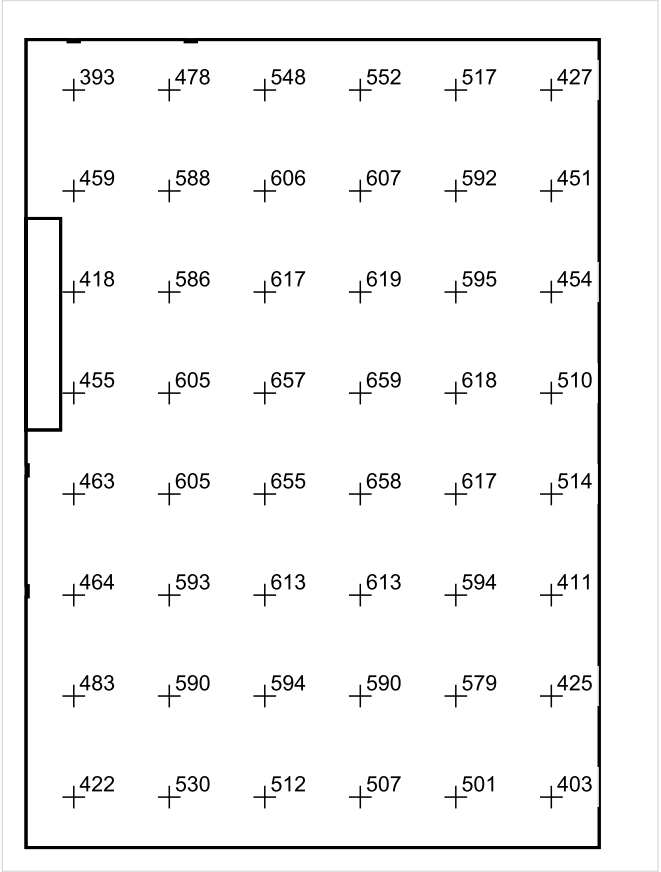
1-Comte de la Guardia



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 542 lx, Min: 221 lx, Max: 668 lx, Mín./medio: 0.41, Mín./máx.: 0.33
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

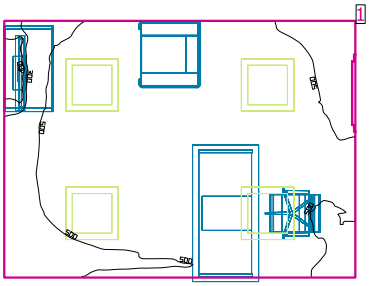
1-Comte de la Guardia



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 542 lx, Min: 221 lx, Max: 668 lx, Mín./medio: 0.41, Mín./máx.: 0.33
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

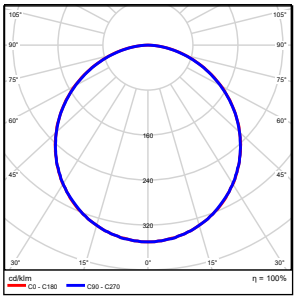
2-Suboficial de guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 79.4%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	Plano útil 5	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	549 (500)	94.3	659	0.17	0.14

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

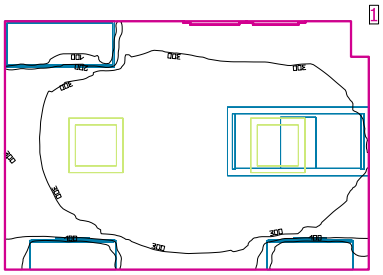
Flujo luminoso total de lámparas: 12484 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 12484 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 12.38 W/m² = 2.25 W/m²/100 lx (Base 11.63 m²)

2-Suboficial de guardia



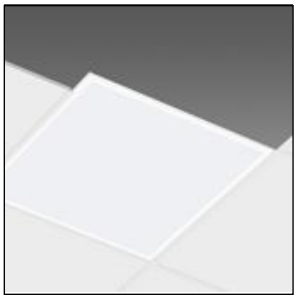
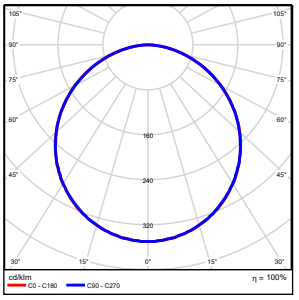
3-[redacted]



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 79.5%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

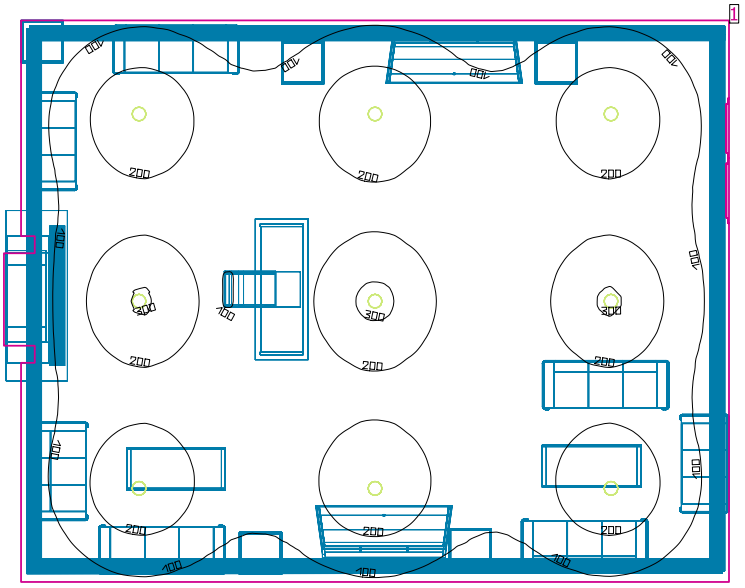
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	3-Armamento Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.810 m, Zona marginal: 0.000 m	291 (100)	2.04	403	0.01	0.01

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 6242 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6242 lm, Potencia total: 72.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.68 W/m² = 2.30 W/m²/100 lx (Base 10.78 m²)

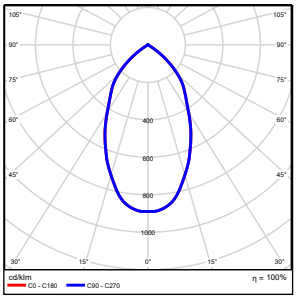
4-Sala de visitas



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.7%, Paredes 2.4%, Suelo 21.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

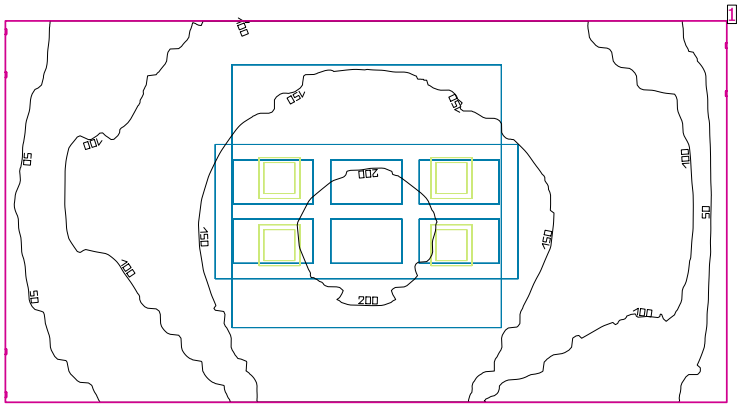
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	4-Sala de visitas	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	157 (100)	0.03	311	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	9	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 16335 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 16326 lm, Potencia total: 197.1 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.45 W/m² = 1.56 W/m²/100 lx (Base 80.37 m²)

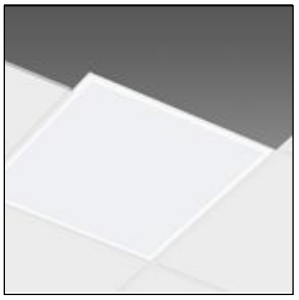
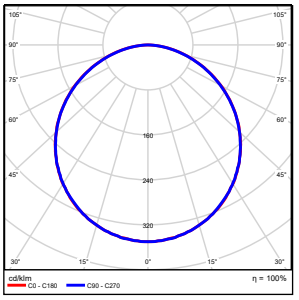
5-Hall Principal-Recibidor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.0%, Paredes 3.0%, Suelo 25.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	5-Hall Principal-Recibidor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.200 m, Zona marginal: 0.000 m	127 (100)	28.1	211	0.22	0.13

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

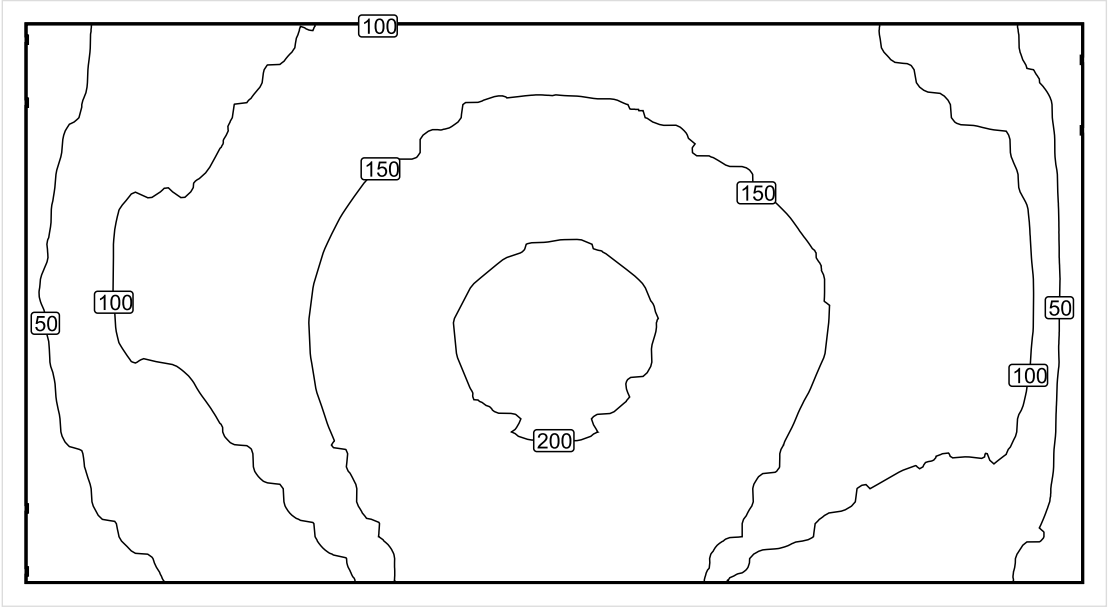
Flujo luminoso total de lámparas: 12484 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 12484 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.48 W/m² = 1.96 W/m²/100 lx (Base 58.09 m²)

5-Hall Principal-Recibidor



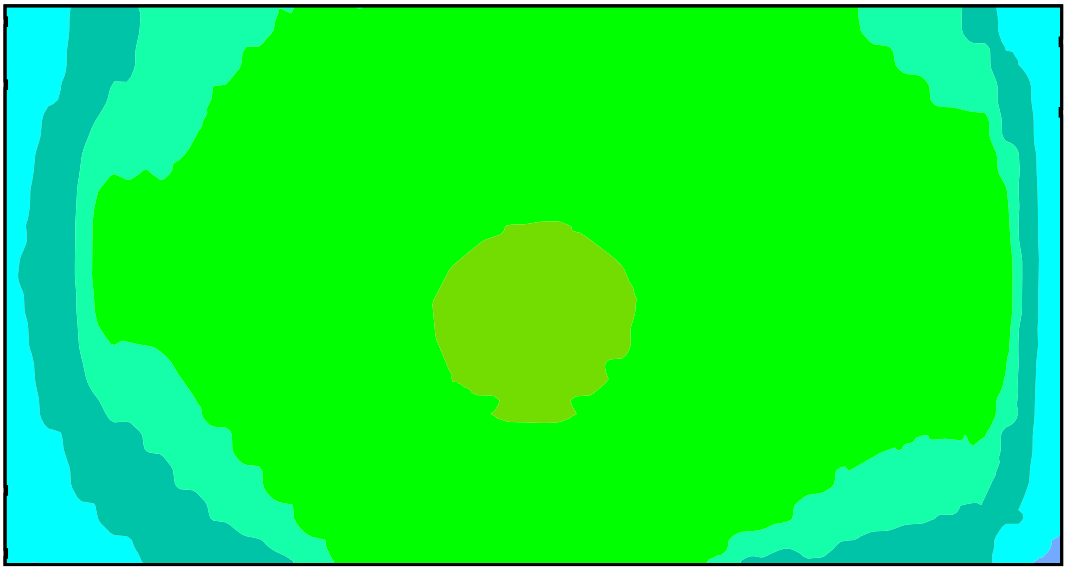
5-Hall Principal-Recibidor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 127 lx, Min: 28.1 lx, Max: 211 lx, Mín./medio: 0.22, Mín./máx.: 0.13
Altura del plano útil: 0.200 m, Zona marginal: 0.000 m

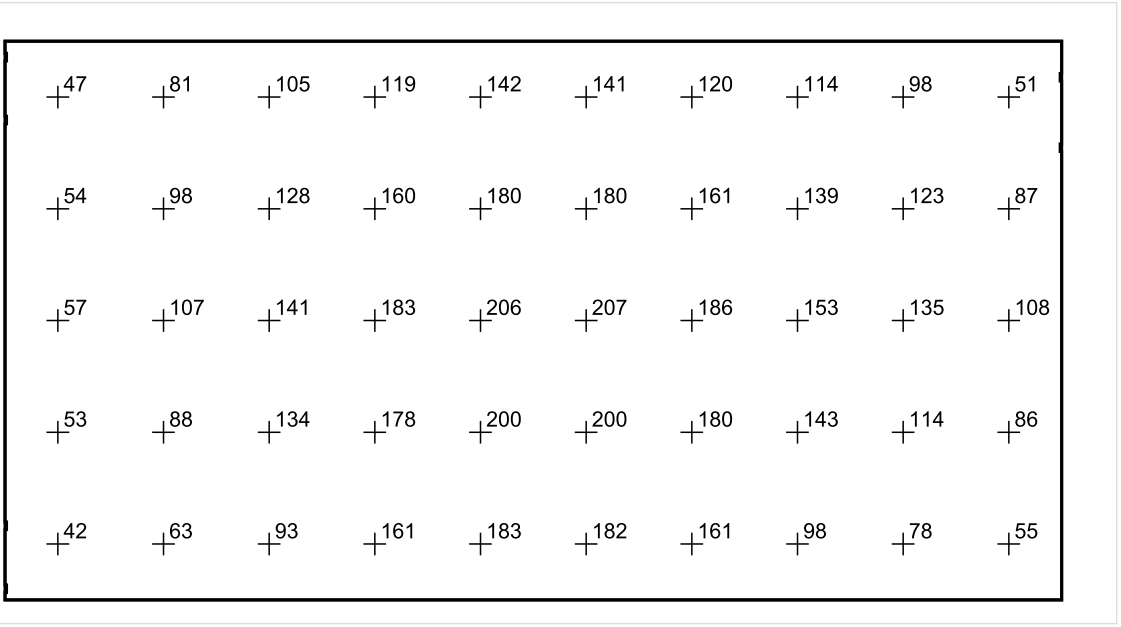
5-Hall Principal-Recibidor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 127 lx, Min: 28.1 lx, Max: 211 lx, Mín./medio: 0.22, Mín./máx.: 0.13
Altura del plano útil: 0.200 m, Zona marginal: 0.000 m

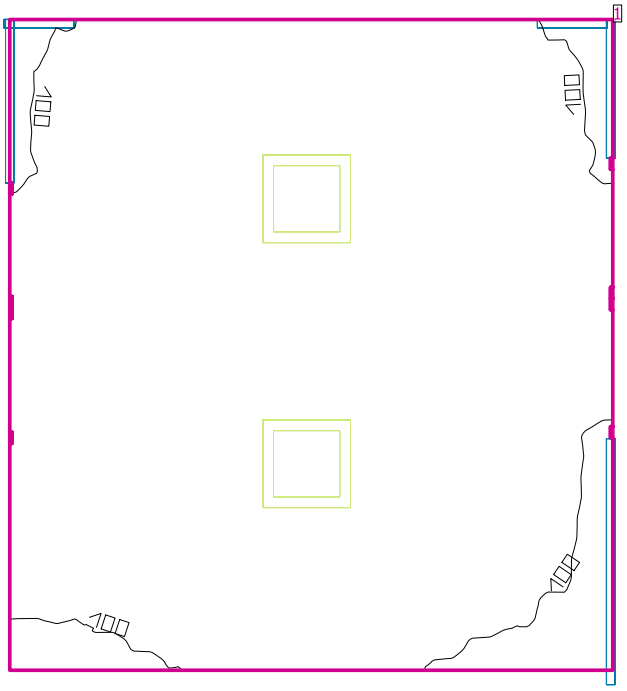
5-Hall Principal-Recibidor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 127 lx, Min: 28.1 lx, Max: 211 lx, Mín./medio: 0.22, Mín./máx.: 0.13
Altura del plano útil: 0.200 m, Zona marginal: 0.000 m

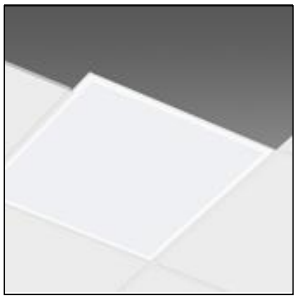
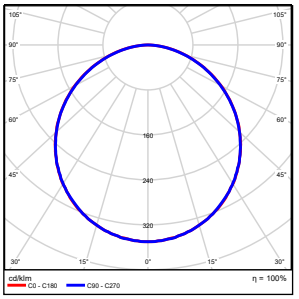
6-Hall



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 65.7%, Suelo 25.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	6-Hall	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.160 m, Zona marginal: 0.000 m	139 (100)	32.5	179	0.23	0.18

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

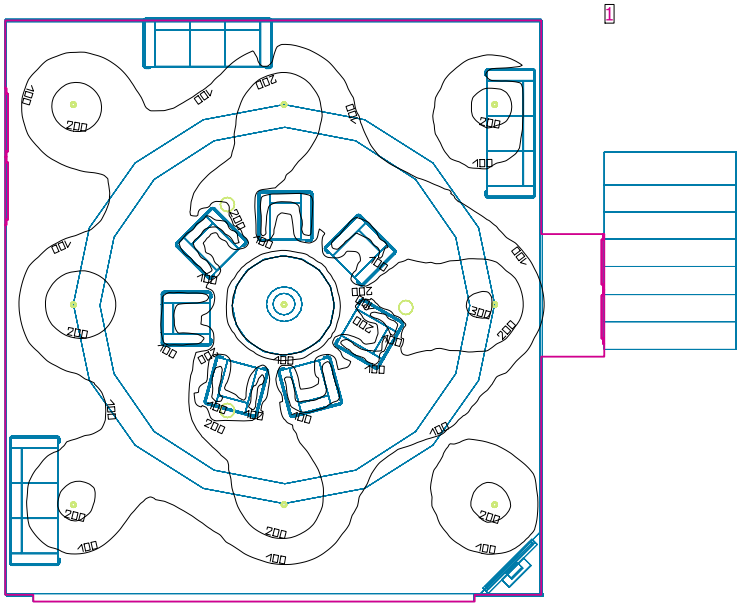
Flujo luminoso total de lámparas: 6242 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6242 lm, Potencia total: 72.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.98 W/m² = 2.86 W/m²/100 lx (Base 18.10 m²)

6-Hall



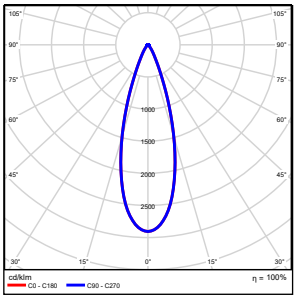
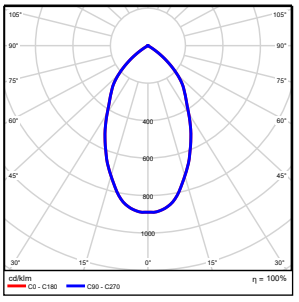
7-Cámara GM



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 87.5%, Paredes 80.3%, Suelo 69.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

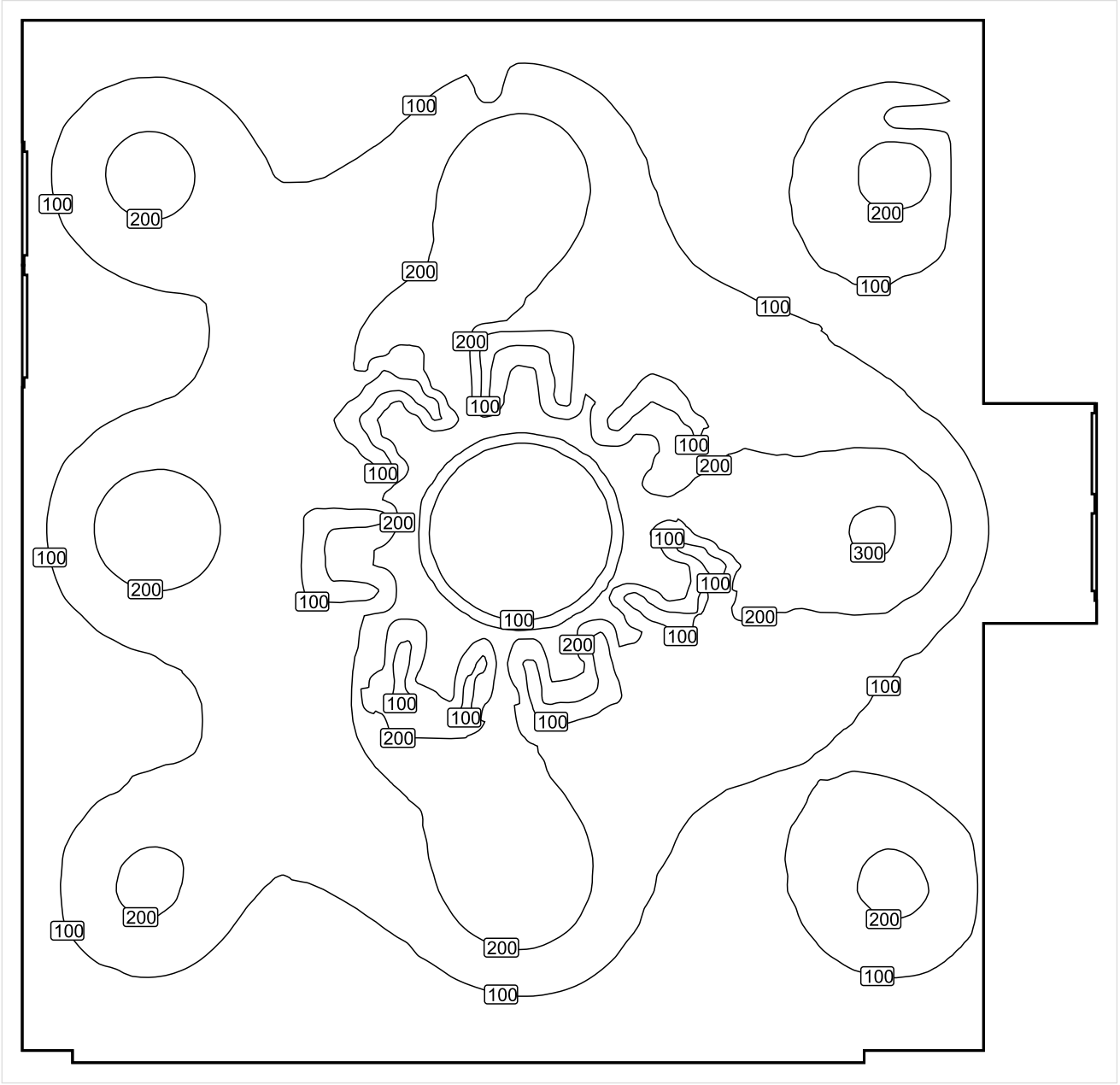
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	7-Cámara GM	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	122 (100)	0.25	312	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	9	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	3	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 9495 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 9492 lm, Potencia total: 164.7 W, Rendimiento lumínico: 57.6 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.68 W/m² = 2.20 W/m²/100 lx (Base 61.38 m²)

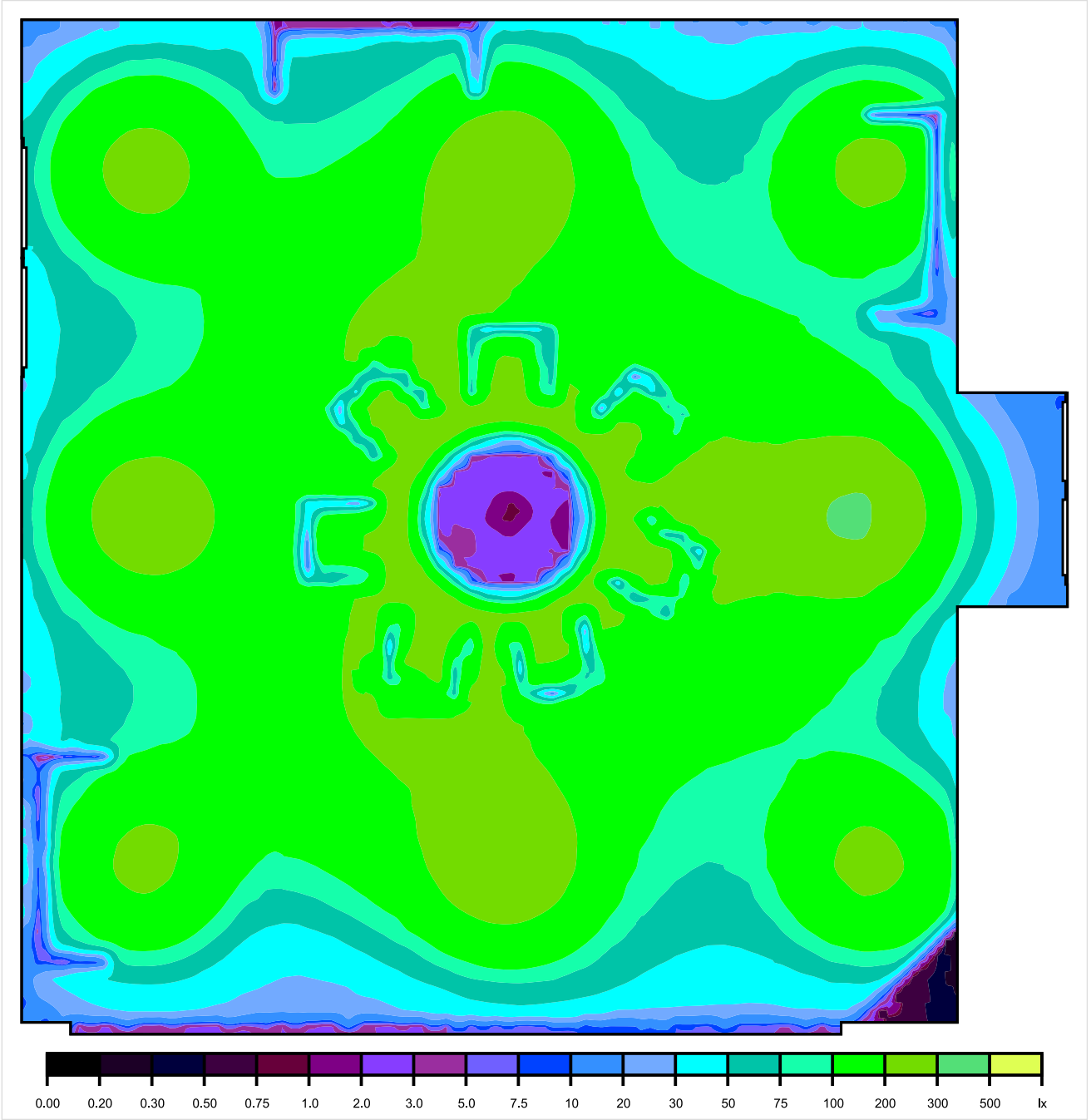
7-Cámara GM



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 122 lx, Min: 0.25 lx, Max: 312 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

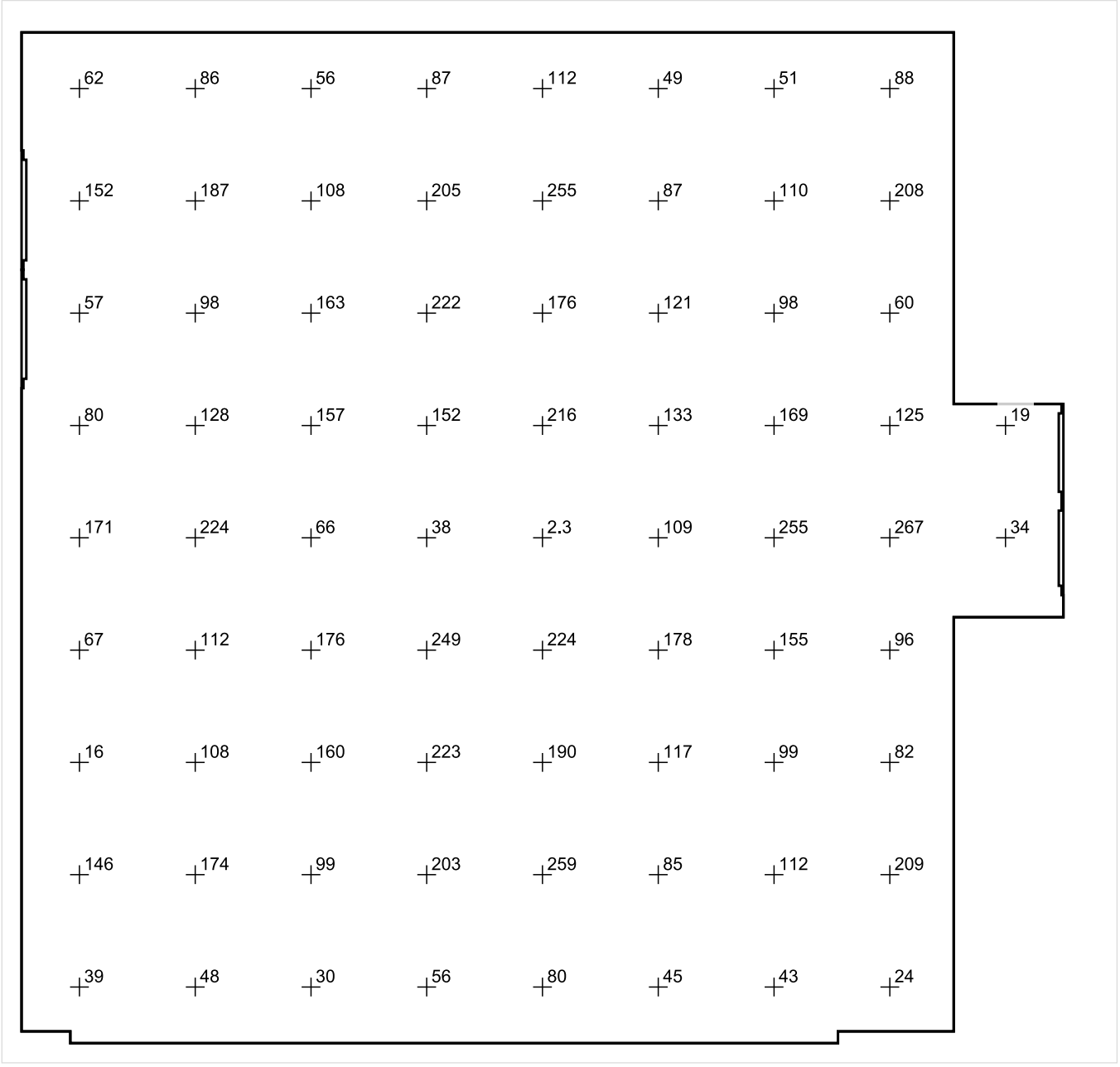
7-Cámara GM



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 122 lx, Min: 0.25 lx, Max: 312 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

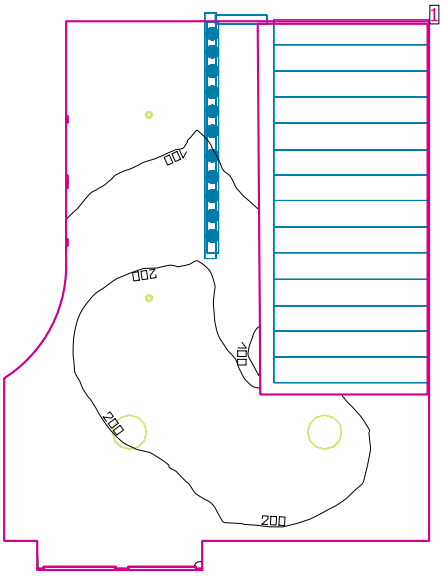
7-Cámara GM



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 122 lx, Min: 0.25 lx, Max: 312 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

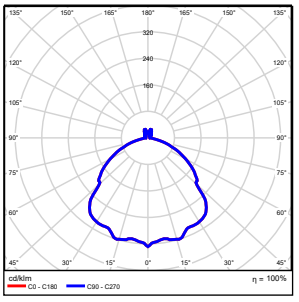
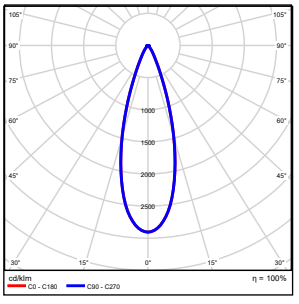
8-Escaleras Salón Actos



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 77.9%, Suelo 19.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	8-Escaleras Salón Actos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.400 m, Zona marginal: 0.000 m	159 (150)	0.29	233	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm Potencia: 42.9 W Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	2	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

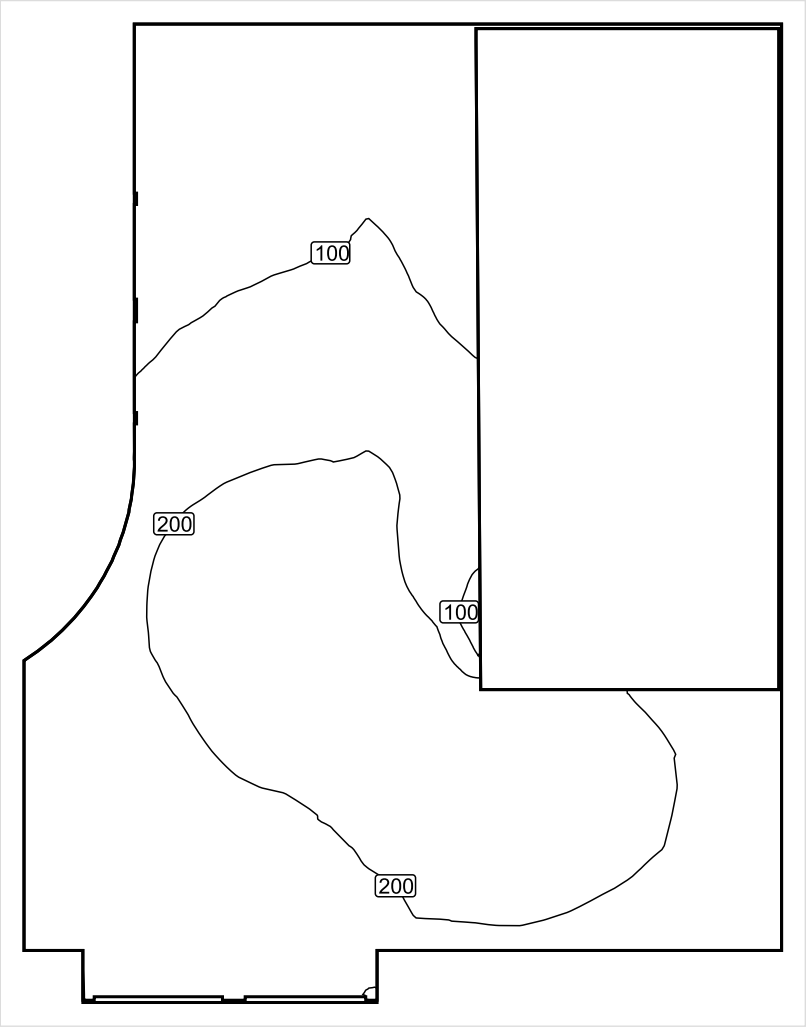
Flujo luminoso total de lámparas: 8294 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 8294 lm, Potencia total: 107.8 W, Rendimiento lumínico: 76.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 5.42 W/m² = 3.41 W/m²/100 lx (Base 19.88 m²)

8-Escaleras Salón Actos



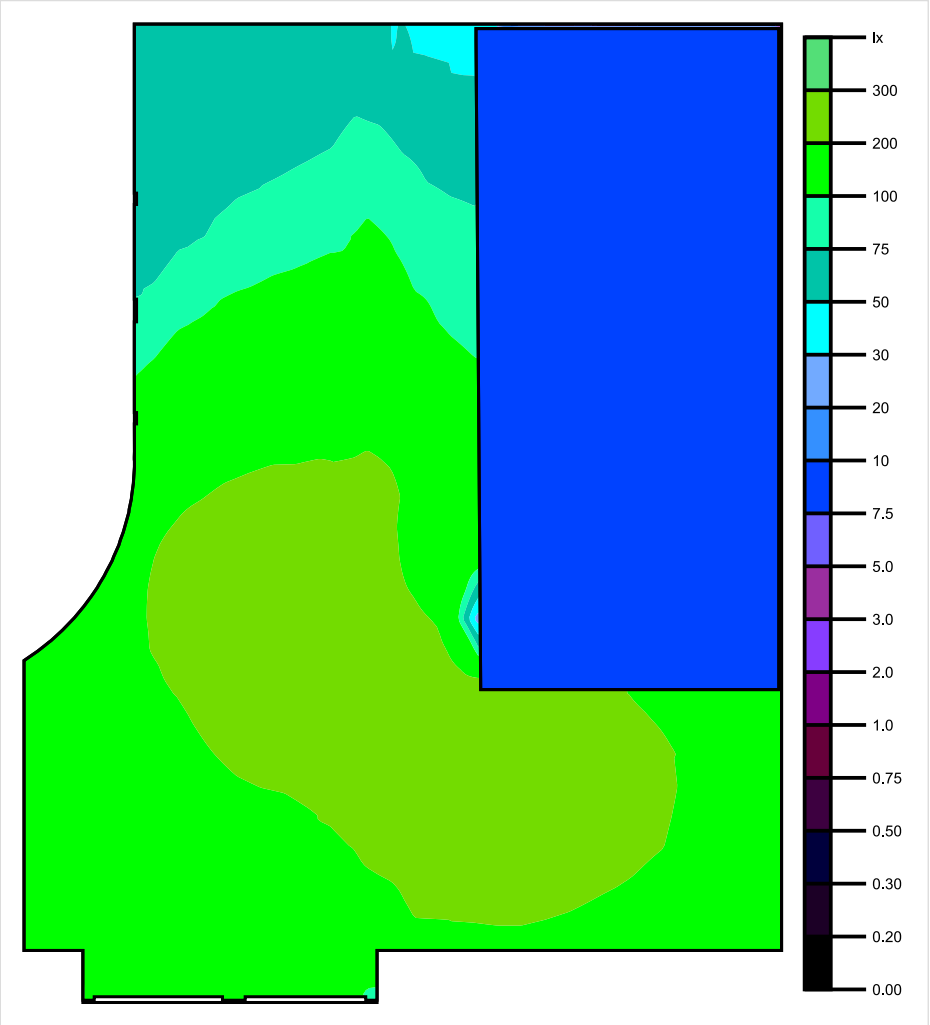
8-Escaleras Salón Actos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 159 lx, Min: 0.29 lx, Max: 233 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.400 m, Zona marginal: 0.000 m

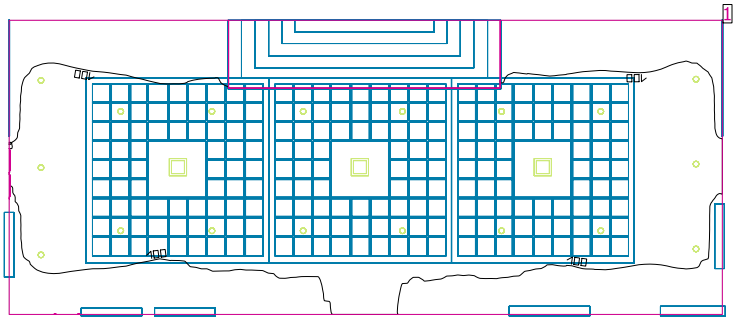
8-Escaleras Salón Actos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 159 lx, Min: 0.29 lx, Max: 233 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.400 m, Zona marginal: 0.000 m

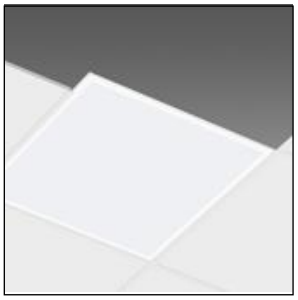
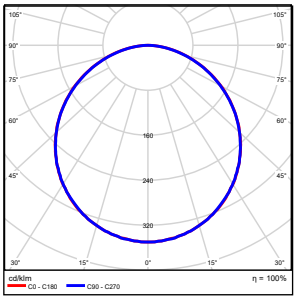
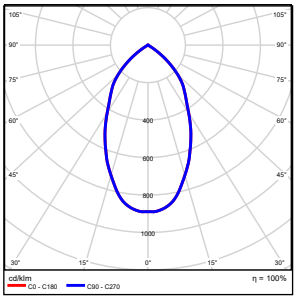
9-Salón Central



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 81.6%, Paredes 17.2%, Suelo 17.1%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	9-Salón Central	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.160 m, Zona marginal: 0.000 m	116 (100)	2.49	178	0.02	0.01

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100 Código CIE Flux: 47 79 95 100 100		
2	18	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100 Código CIE Flux: 79 100 100 100 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 42033 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 42015 lm, Potencia total: 502.2 W, Rendimiento lumínico: 83.7 lm/W

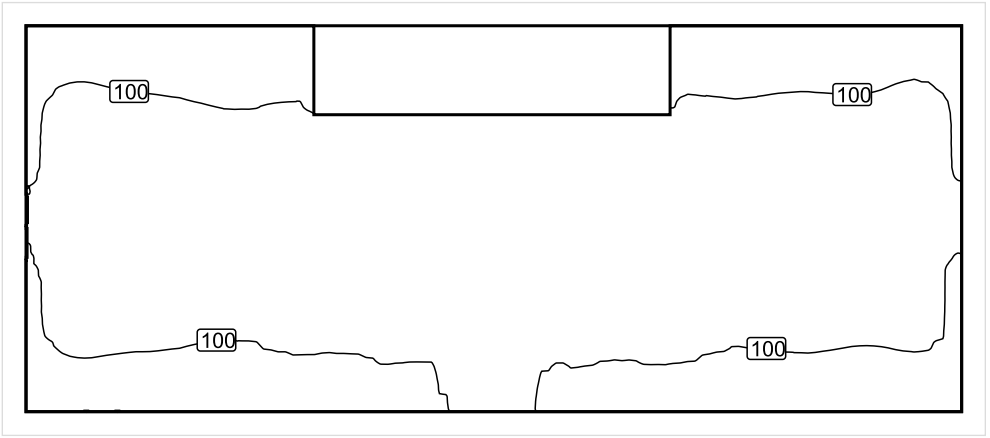
Potencia específica de conexión: 1.99 W/m² = 1.71 W/m²/100 lx (Base 252.70 m²)

9-Salón Central




COLON YAÑEZ PINZON LEGAZPI URDANETA QUIROS

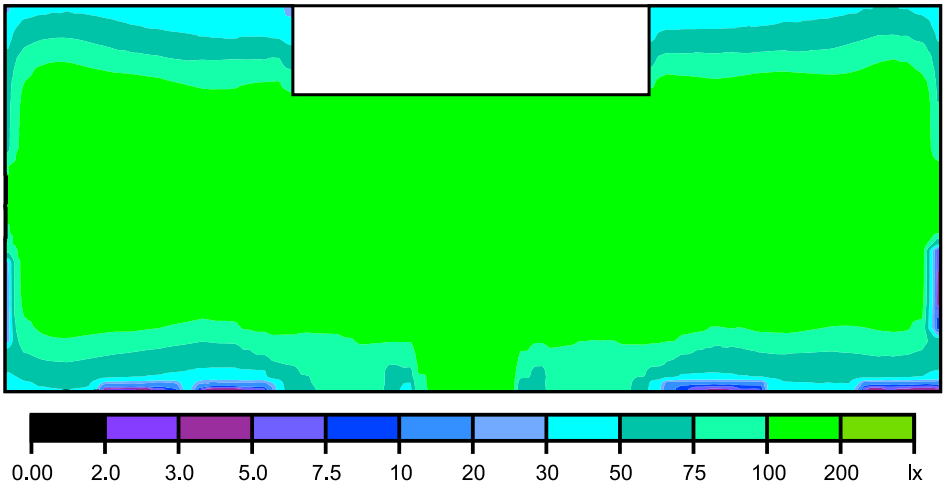
9-Salón Central



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 116 lx, Min: 2.49 lx, Max: 178 lx, Mín./medio: 0.02, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 0.160 m, Zona marginal: 0.000 m

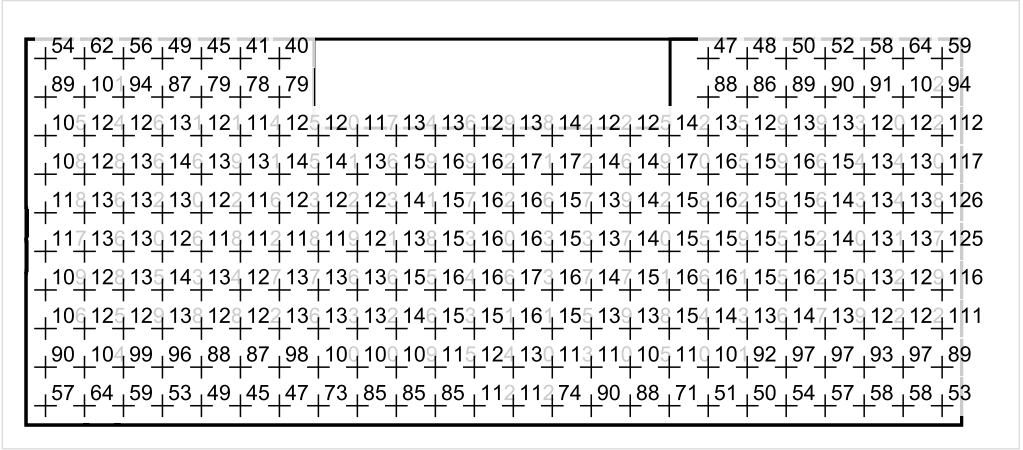
9-Salón Central



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 116 lx, Min: 2.49 lx, Max: 178 lx, Mín./medio: 0.02, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 0.160 m, Zona marginal: 0.000 m

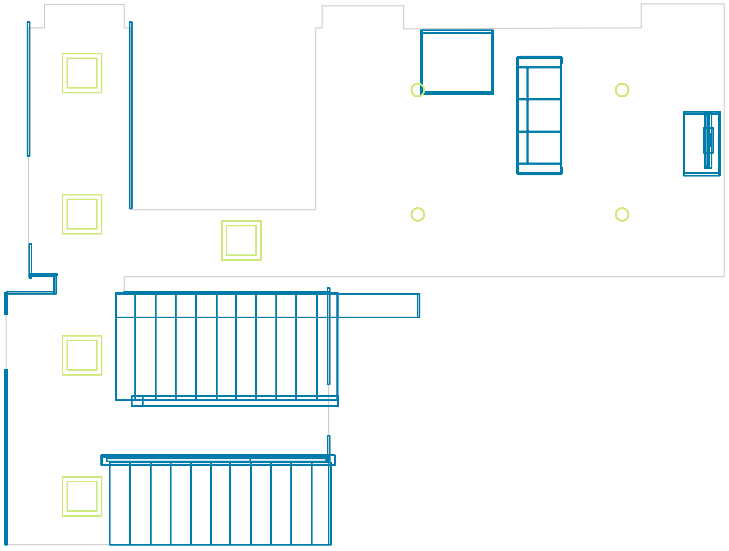
9-Salón Central



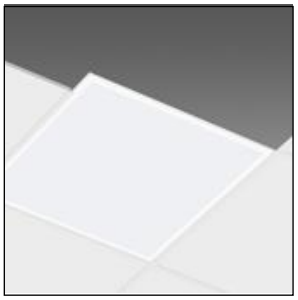
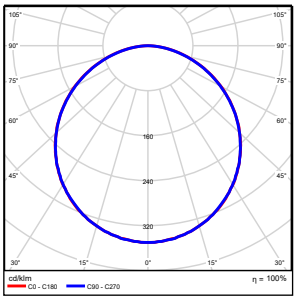
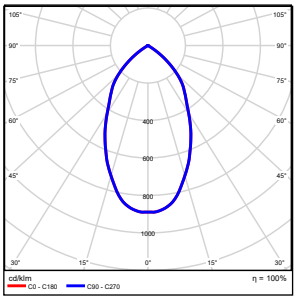
Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 116 lx, Min: 2.49 lx, Max: 178 lx, Mín./medio: 0.02, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 0.160 m, Zona marginal: 0.000 m

10-Pasillo Zona Guardia



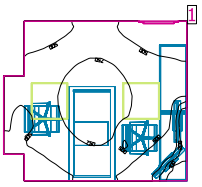
Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 84.0%, Paredes 79.8%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

N°	Número de unidades			
1	5	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	4	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 22865 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 22861 lm, Potencia total: 267.6 W, Rendimiento lumínico: 85.4 lm/W

Potencia específica de conexión: No result due to missing working plane

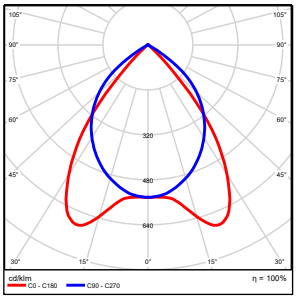
11-Subalterno Of.Comte.Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 79.5%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

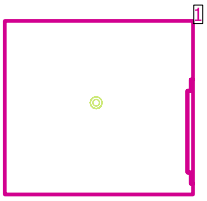
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	11-Subalterno Of.Comte.Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	585 (500)	62.8	948	0.11	0.07

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 7714 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 7710 lm, Potencia total: 96.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 12.88 W/m² = 2.20 W/m²/100 lx (Base 7.45 m²)

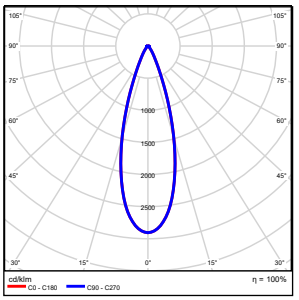
12-Almacén 1



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 77.9%, Suelo 77.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

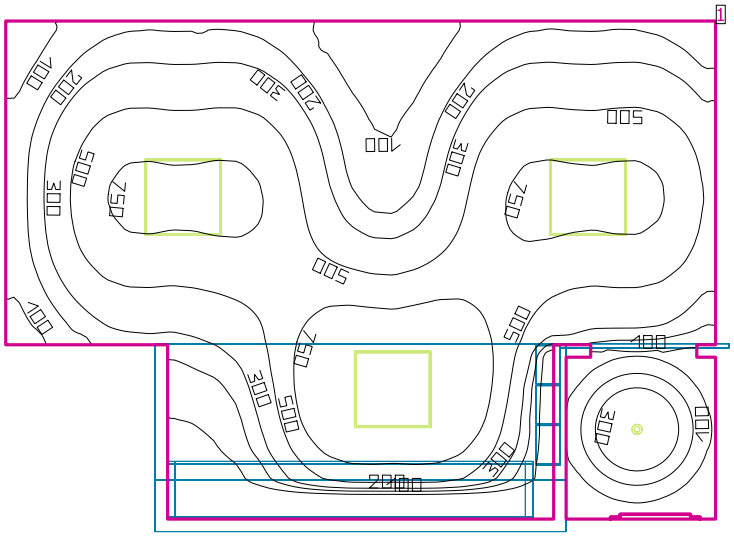
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	12-Almacén 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	286 (100)	57.8	999	0.20	0.06

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 450 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 450 lm, Potencia total: 11.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.46 W/m² = 2.60 W/m²/100 lx (Base 1.48 m²)

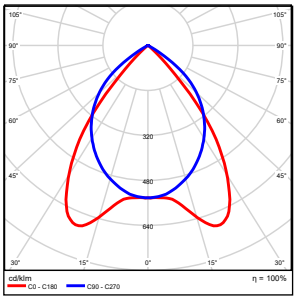
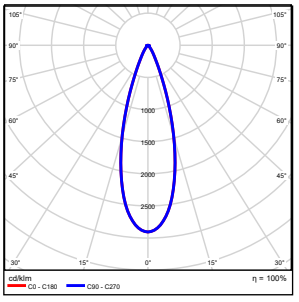
13-Cartería



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 40.6%, Paredes 8.0%, Suelo 17.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	13-Cartería	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	436 (300)	0.23	1301	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 12021 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 12015 lm, Potencia total: 155.0 W, Rendimiento lumínico: 77.5 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.88 W/m² = 1.81 W/m²/100 lx (Base 19.67 m²)

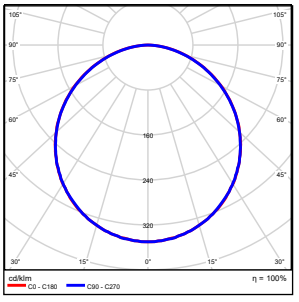
14-Cartería 2



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 64.3%, Paredes 11.2%, Suelo 17.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

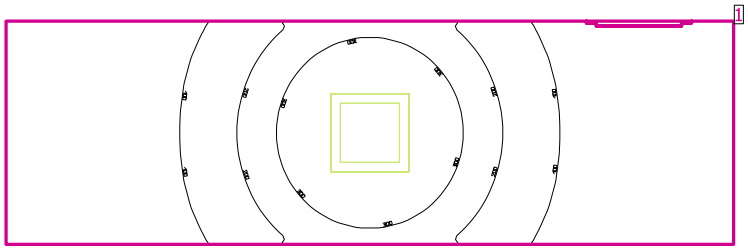
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	14-Cartería 2	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	155 (100)	22.3	419	0.14	0.05

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3121 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3121 lm, Potencia total: 36.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.87 W/m² = 3.15 W/m²/100 lx (Base 7.39 m²)

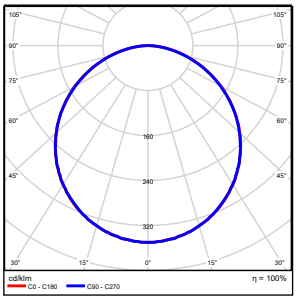
15-Ropero



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 64.3%, Paredes 31.2%, Suelo 17.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

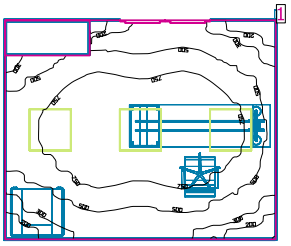
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	15-Ropero	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	153 (100)	19.3	487	0.13	0.04

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3121 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3121 lm, Potencia total: 36.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.82 W/m² = 2.50 W/m²/100 lx (Base 9.43 m²)

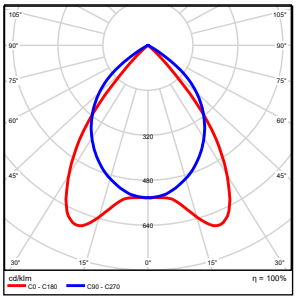
16-Despacho 1 Aytia. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 88.1%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

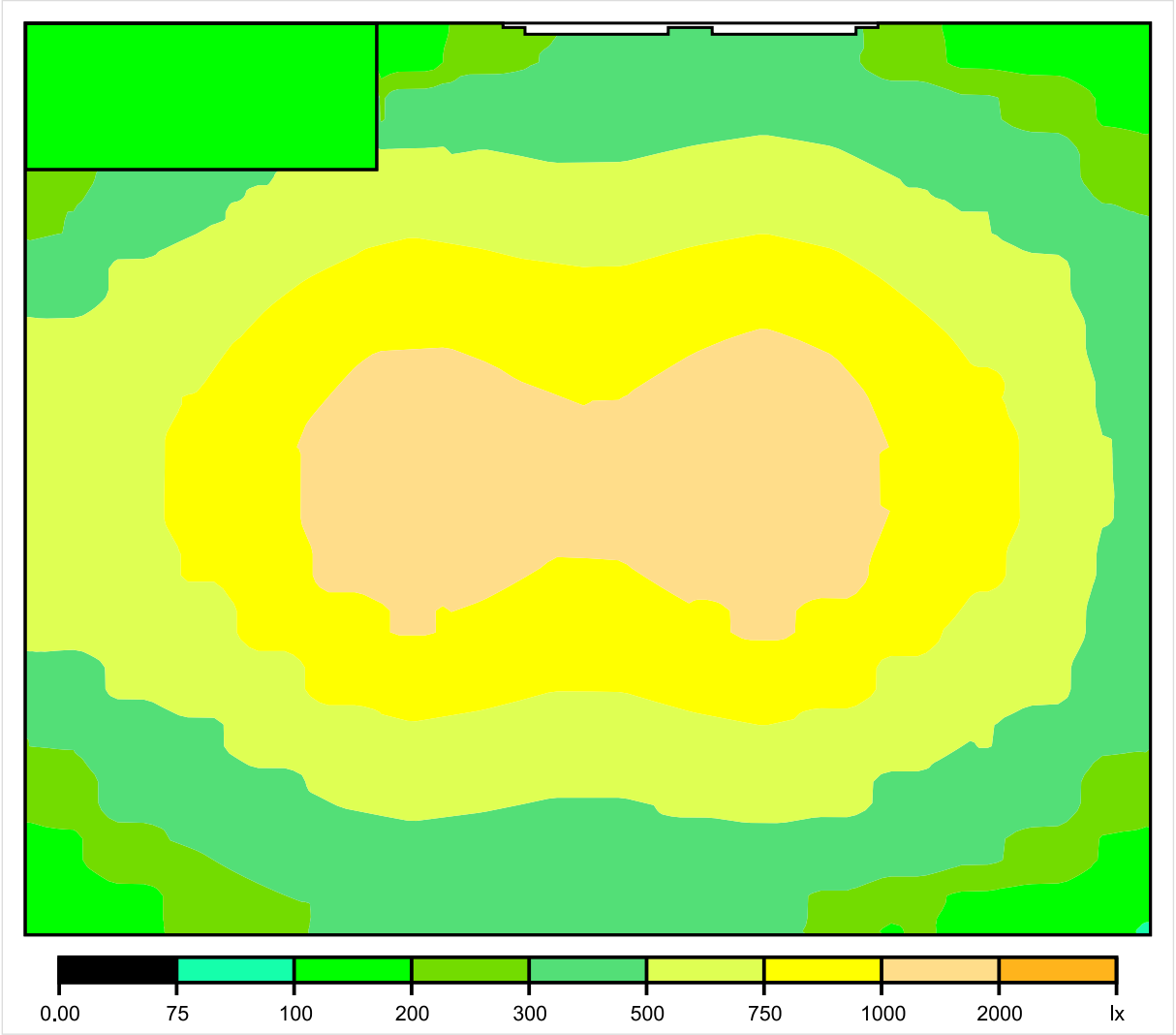
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	16-Despacho 1 Aytia. Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m	636 (300)	95.2	1189	0.15	0.08

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 11571 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 11565 lm, Potencia total: 144.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 12.68 W/m² = 1.99 W/m²/100 lx (Base 11.36 m²)

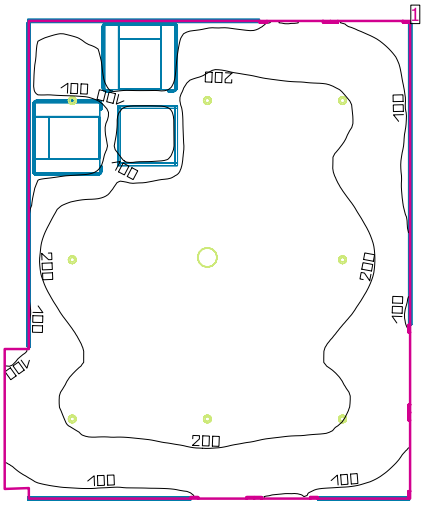
16-Despacho 1 Aytia. Mayor



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 636 lx, Min: 95.2 lx, Max: 1189 lx, Mín./medio: 0.15, Mín./máx.: 0.08
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

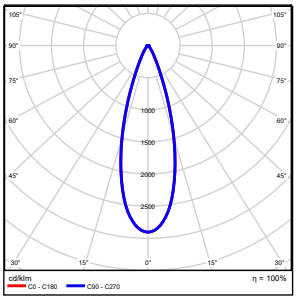
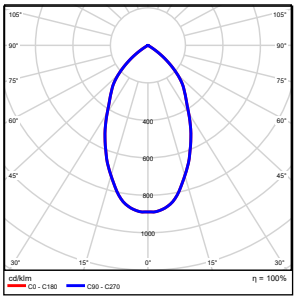
17-Hall Aytia. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 87.6%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	17-Hall Aytia. Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.170 m, Zona marginal: 0.000 m	175 (100)	0.56	261	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	8	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	1	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

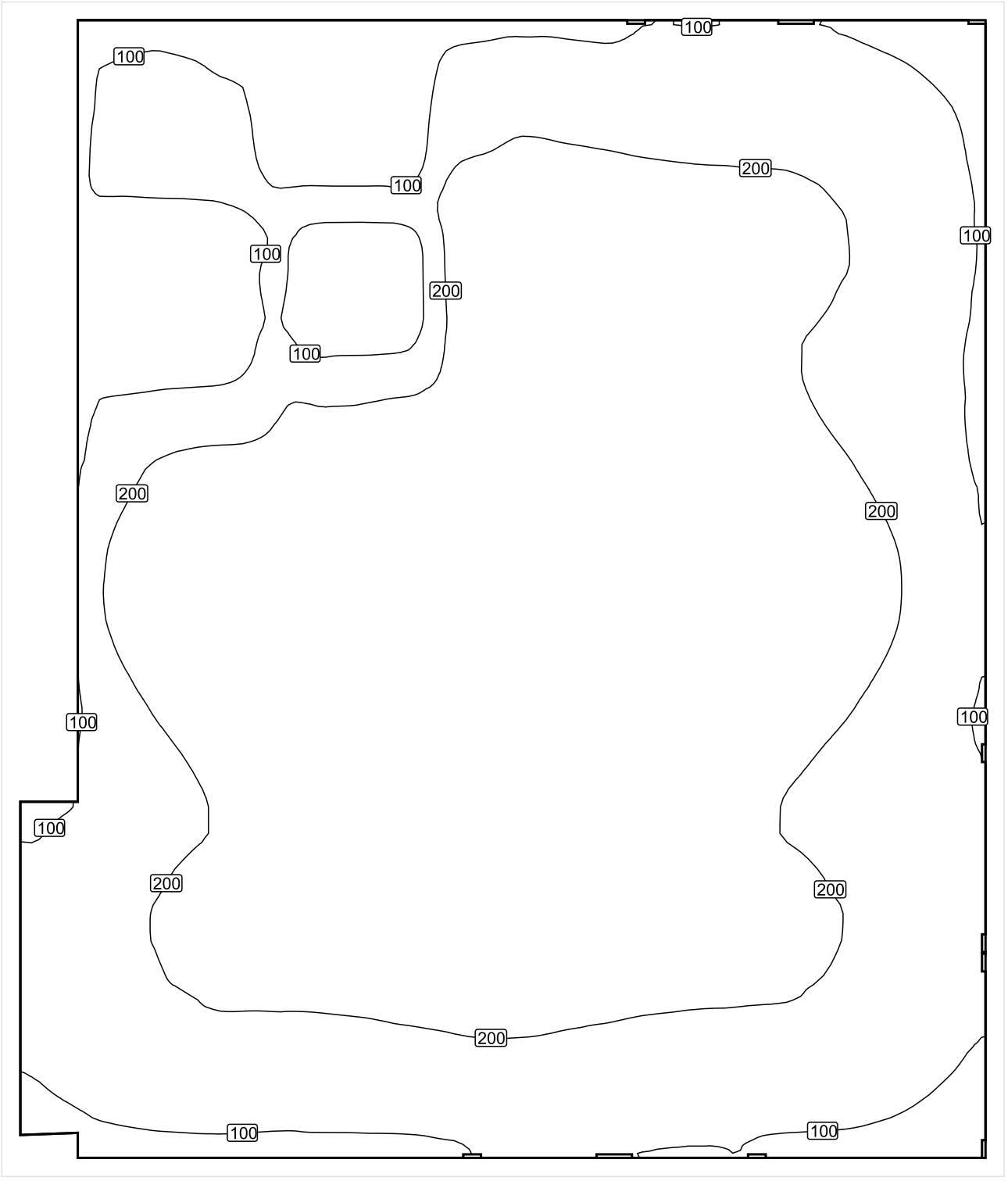
Flujo luminoso total de lámparas: 5415 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 5414 lm, Potencia total: 109.9 W, Rendimiento lumínico: 49.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 5.84 W/m² = 3.34 W/m²/100 lx (Base 18.83 m²)

17-Hall Aytia. Mayor



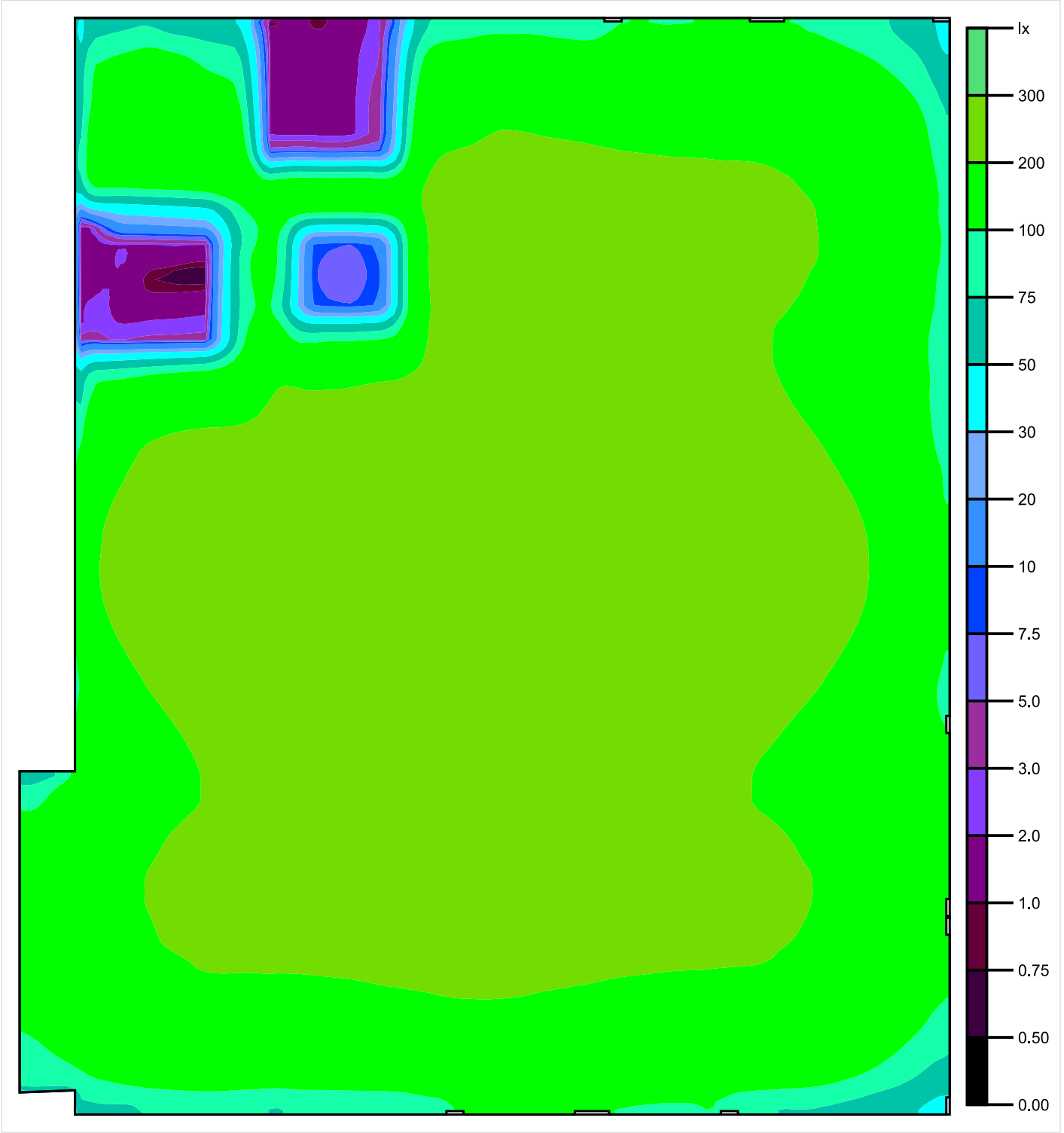
17-Hall Aytia. Mayor



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 175 lx, Min: 0.56 lx, Max: 261 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.170 m, Zona marginal: 0.000 m

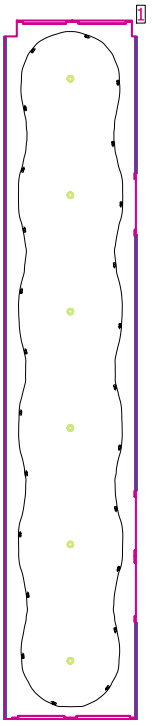
17-Hall Aytia. Mayor



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 175 lx, Min: 0.56 lx, Max: 261 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.170 m, Zona marginal: 0.000 m

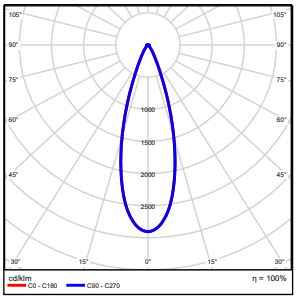
18-Pasillo Aytia. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 88.0%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	18-Pasillo Aytia. Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.180 m, Zona marginal: 0.000 m	119 (100)	23.9	169	0.20	0.14

N°	Número de unidades			
1	6	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

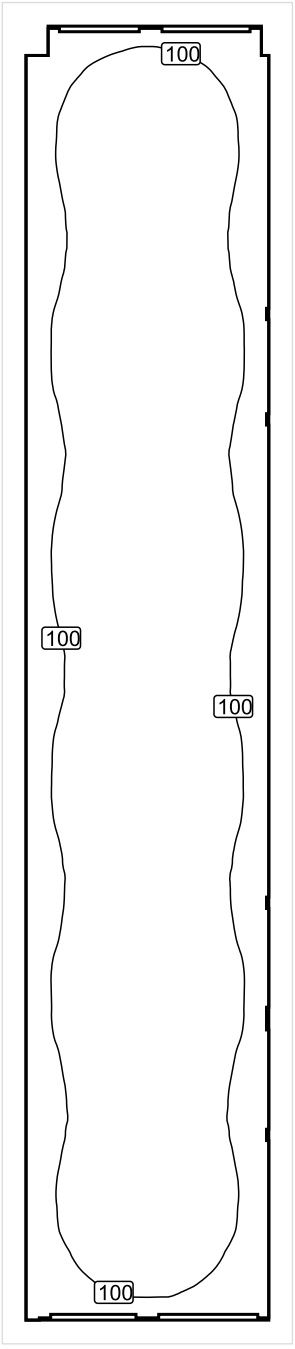
Flujo luminoso total de lámparas: 2700 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2700 lm, Potencia total: 66.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.82 W/m² = 4.05 W/m²/100 lx (Base 13.69 m²)

18-Pasillo Aytia. Mayor



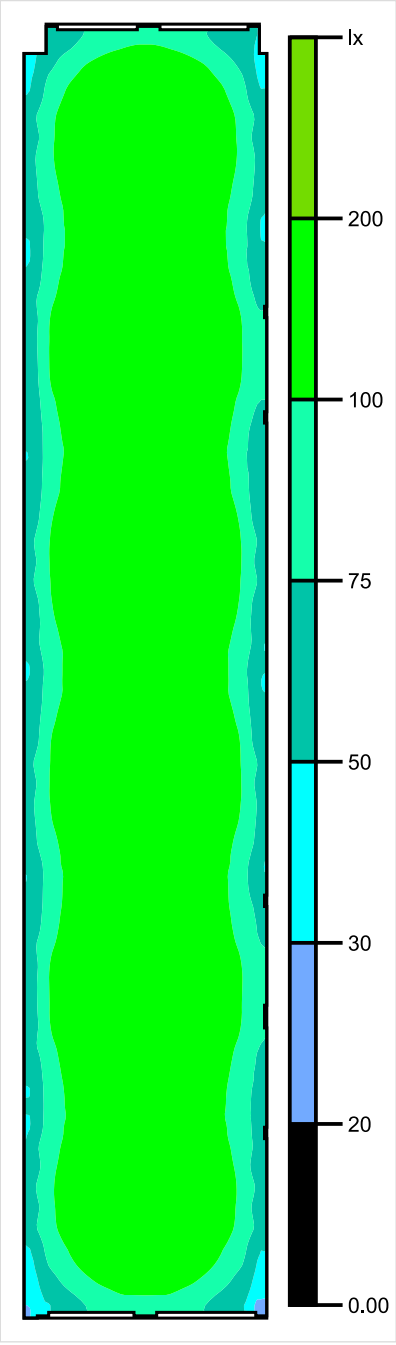
18-Pasillo Aytia. Mayor



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 119 lx, Min: 23.9 lx, Max: 169 lx, Mín./medio: 0.20, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 0.180 m, Zona marginal: 0.000 m

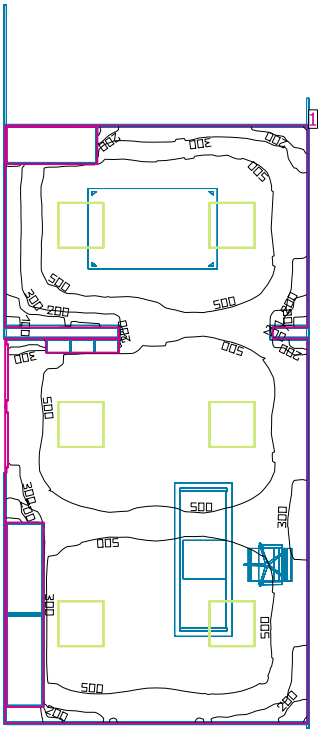
18-Pasillo Aytia. Mayor



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 119 lx, Min: 23.9 lx, Max: 169 lx, Mín./medio: 0.20, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 0.180 m, Zona marginal: 0.000 m

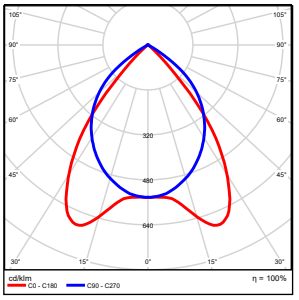
19-Despacho Ayte. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 87.4%, Suelo 3.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	19-Despacho Ayte. Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m	509 (500)	0.03	676	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	6	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

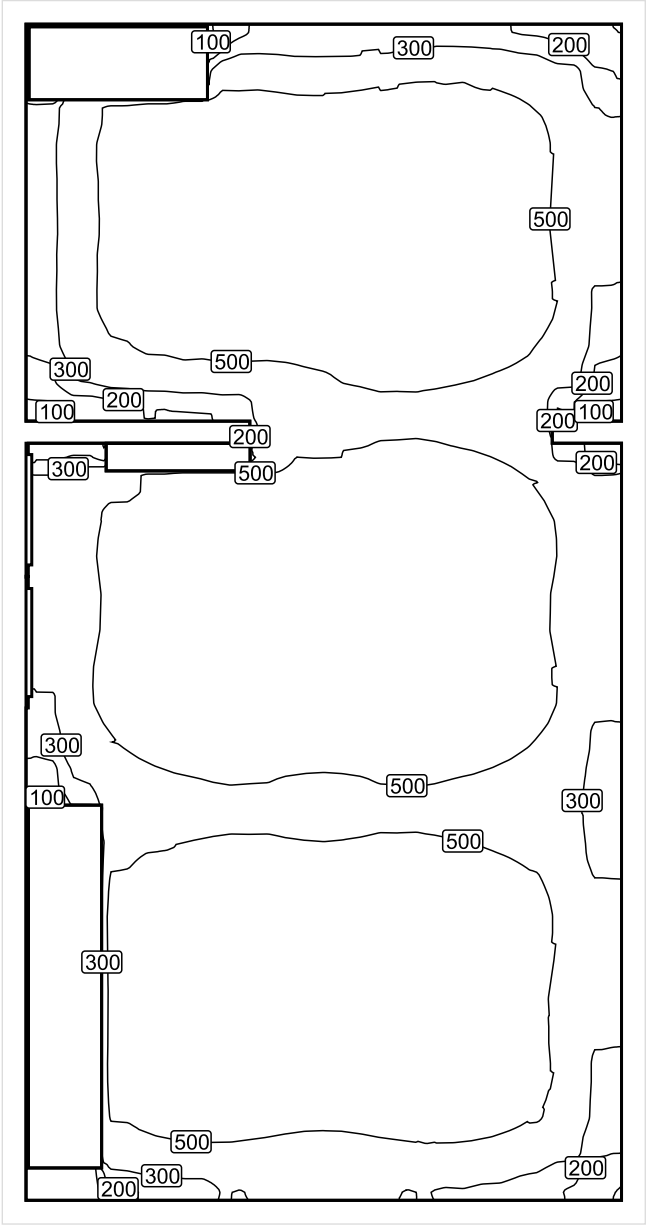
Flujo luminoso total de lámparas: 23142 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 23130 lm, Potencia total: 288.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 10.12 W/m² = 1.99 W/m²/100 lx (Base 28.45 m²)

19-Despacho Ayte. Mayor



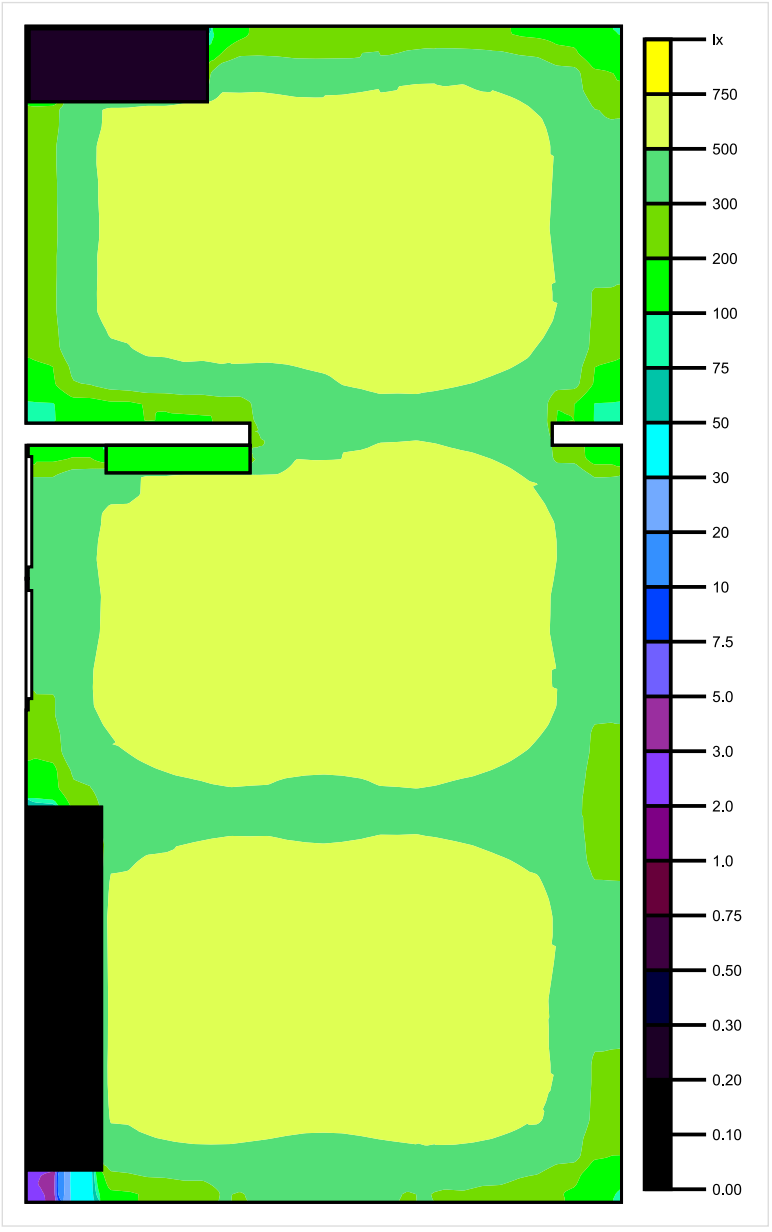
19-Despacho Ayte. Mayor



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 509 lx, Min: 0.03 lx, Max: 676 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

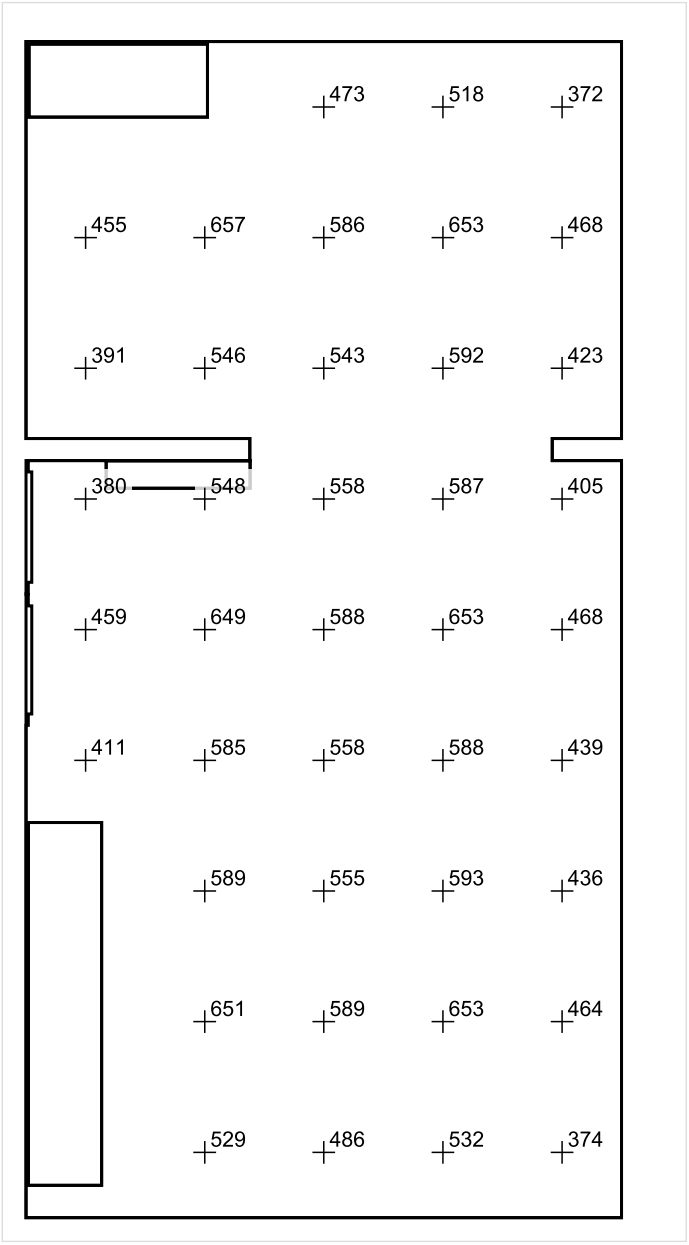
19-Despacho Ayte. Mayor



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 509 lx, Min: 0.03 lx, Max: 676 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

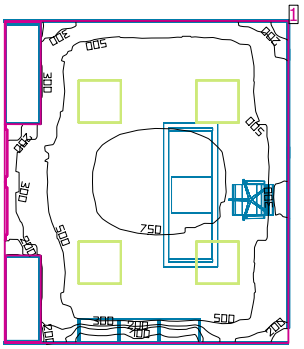
19-Despacho Ayte. Mayor



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 509 lx, Min: 0.03 lx, Max: 676 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

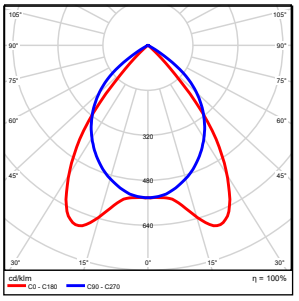
20-Despacho2 Aytia. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 85.1%, Suelo 3.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

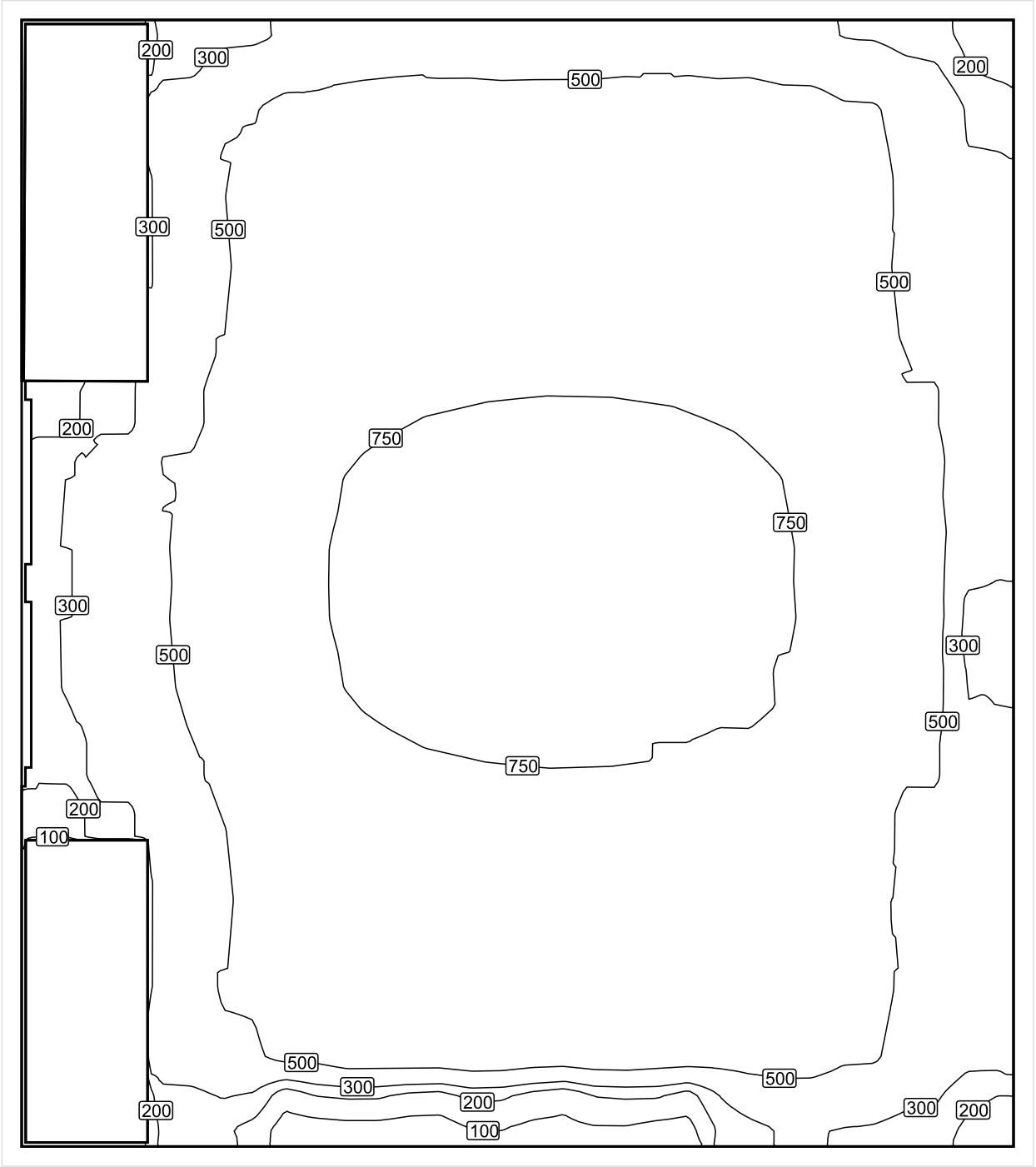
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	Plano útil 25	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	568 (500)	0.01	859	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 15428 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15420 lm, Potencia total: 192.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 11.75 W/m² = 2.07 W/m²/100 lx (Base 16.34 m²)

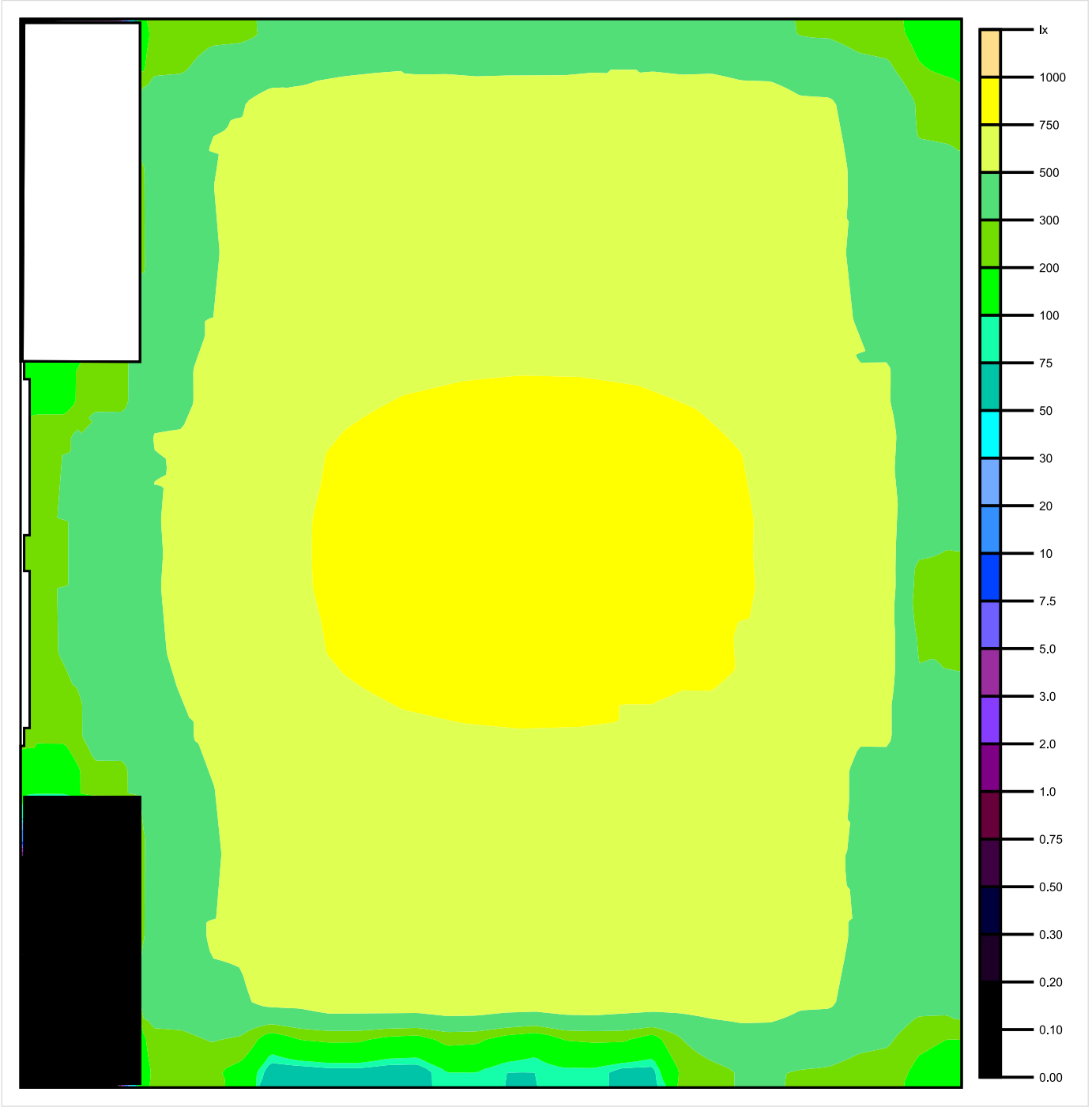
Plano útil 25



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 568 lx, Min: 0.01 lx, Max: 859 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

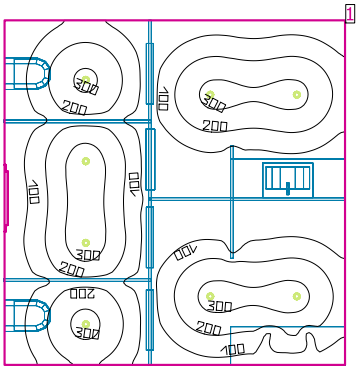
Plano útil 25



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 568 lx, Min: 0.01 lx, Max: 859 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

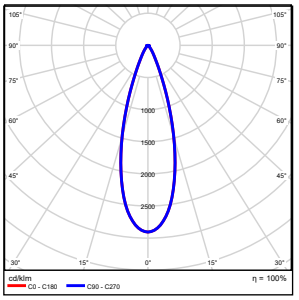
21- Aseos Aytia. Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 77.7%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

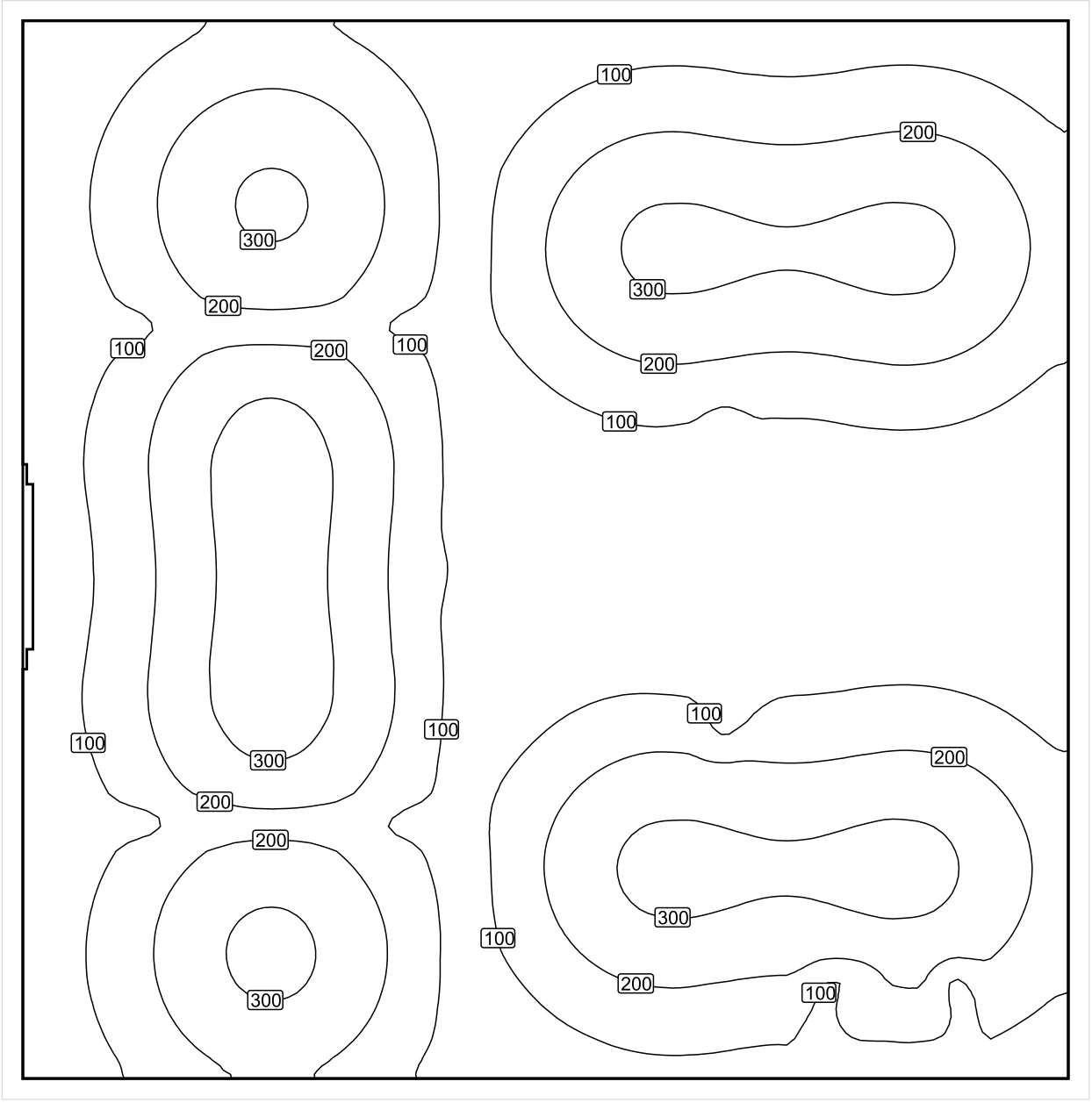
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	21- Aseos Aytia. Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.950 m, Zona marginal: 0.000 m	157 (150)	6.63	343	0.04	0.02

N°	Número de unidades			
1	8	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3600 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3600 lm, Potencia total: 88.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 5.60 W/m² = 3.57 W/m²/100 lx (Base 15.70 m²)

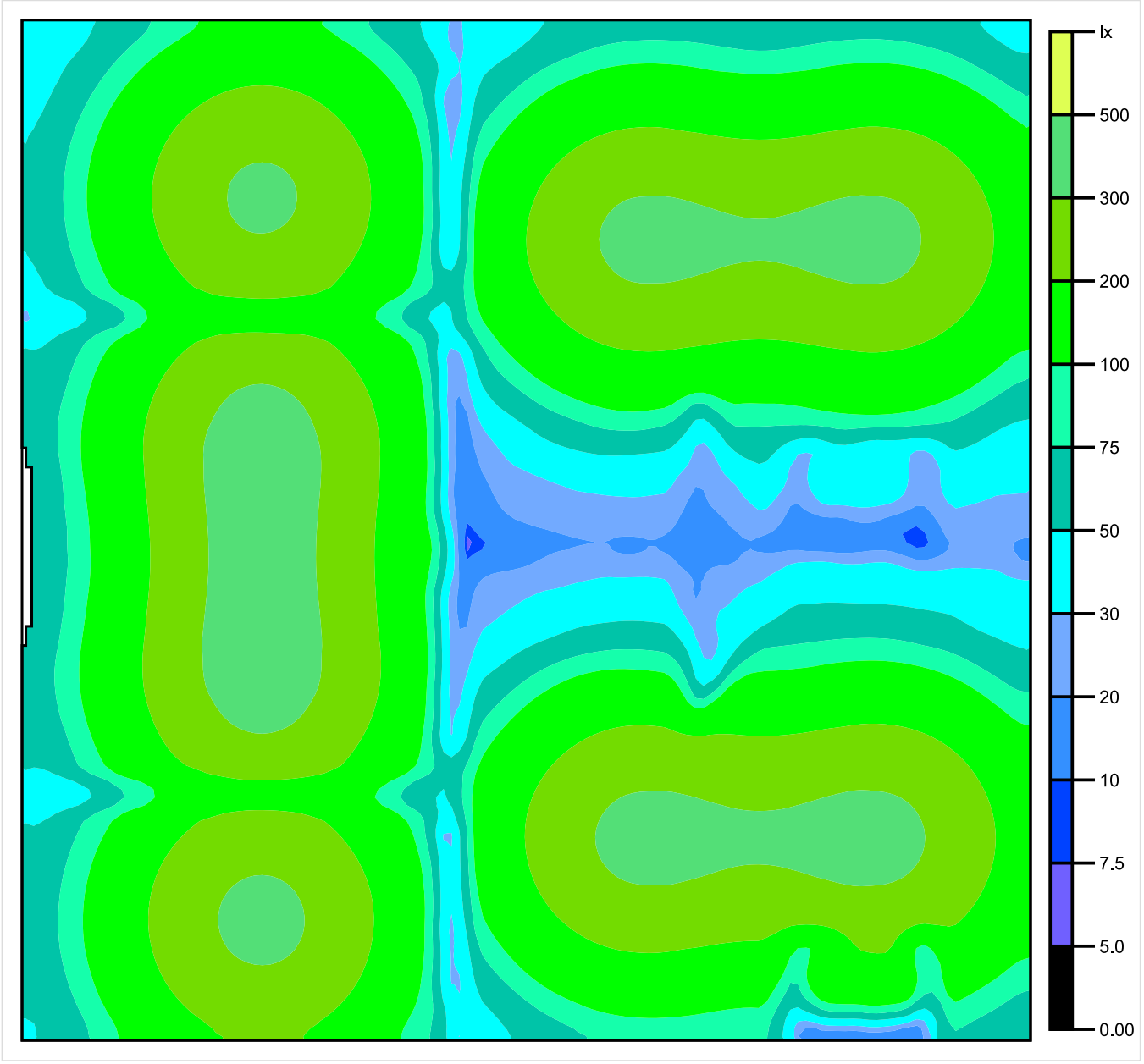
21- Aseos Aytia. Mayor



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 157 lx, Min: 6.63 lx, Max: 343 lx, Mín./medio: 0.04, Mín./máx.: 0.02
Altura del plano útil: 0.950 m, Zona marginal: 0.000 m

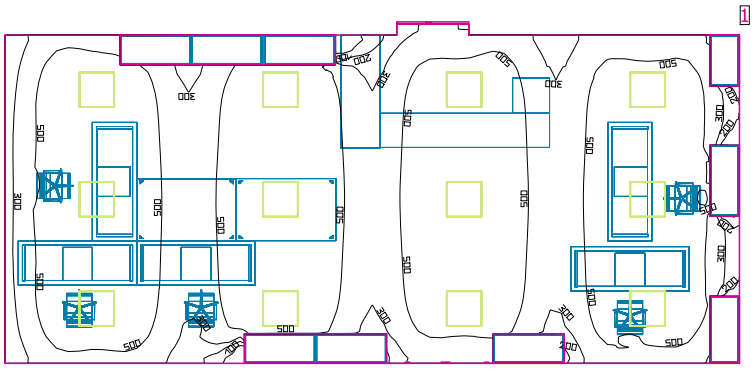
21- Aseos Aytia. Mayor



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 157 lx, Min: 6.63 lx, Max: 343 lx, Mín./medio: 0.04, Mín./máx.: 0.02
Altura del plano útil: 0.950 m, Zona marginal: 0.000 m

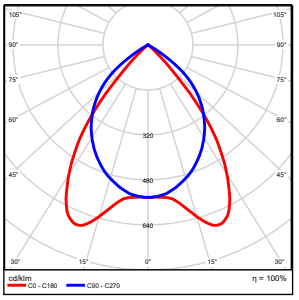
22-Oficina Aytía Mayor



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 77.8%, Paredes 80.4%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

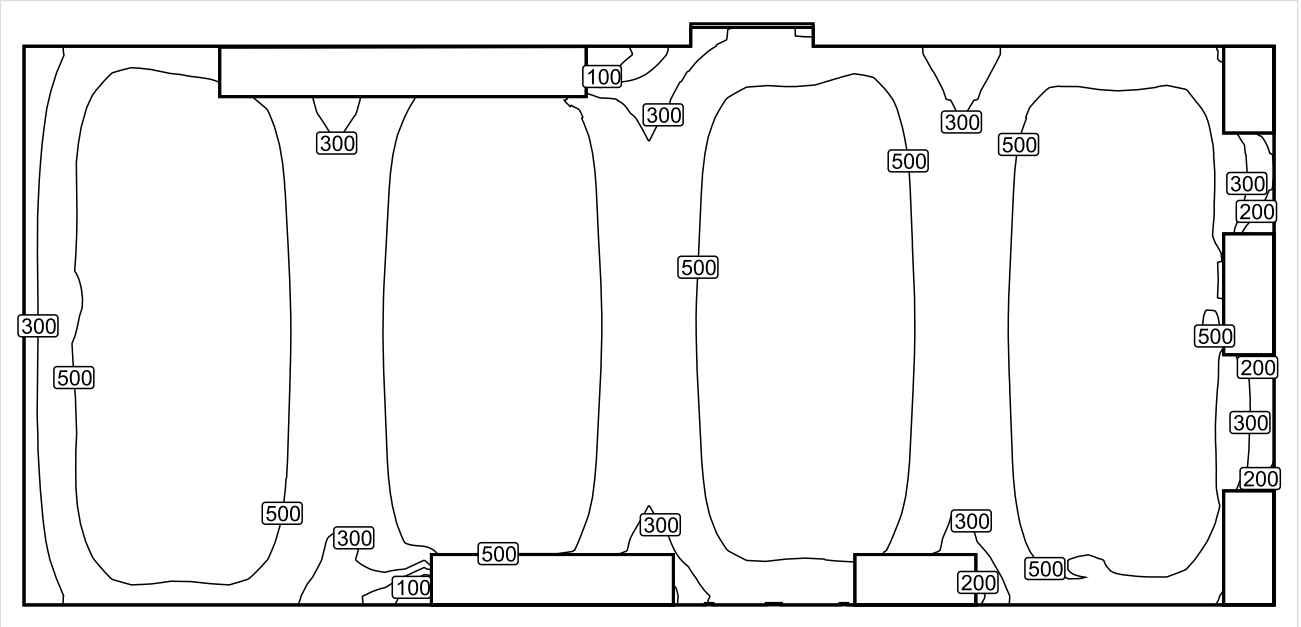
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	22-Oficina Aytía Mayor	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	528 (500)	33.9	741	0.06	0.05

N°	Número de unidades			
1	12	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 46284 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 46260 lm, Potencia total: 576.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 9.03 W/m² = 1.71 W/m²/100 lx (Base 63.81 m²)

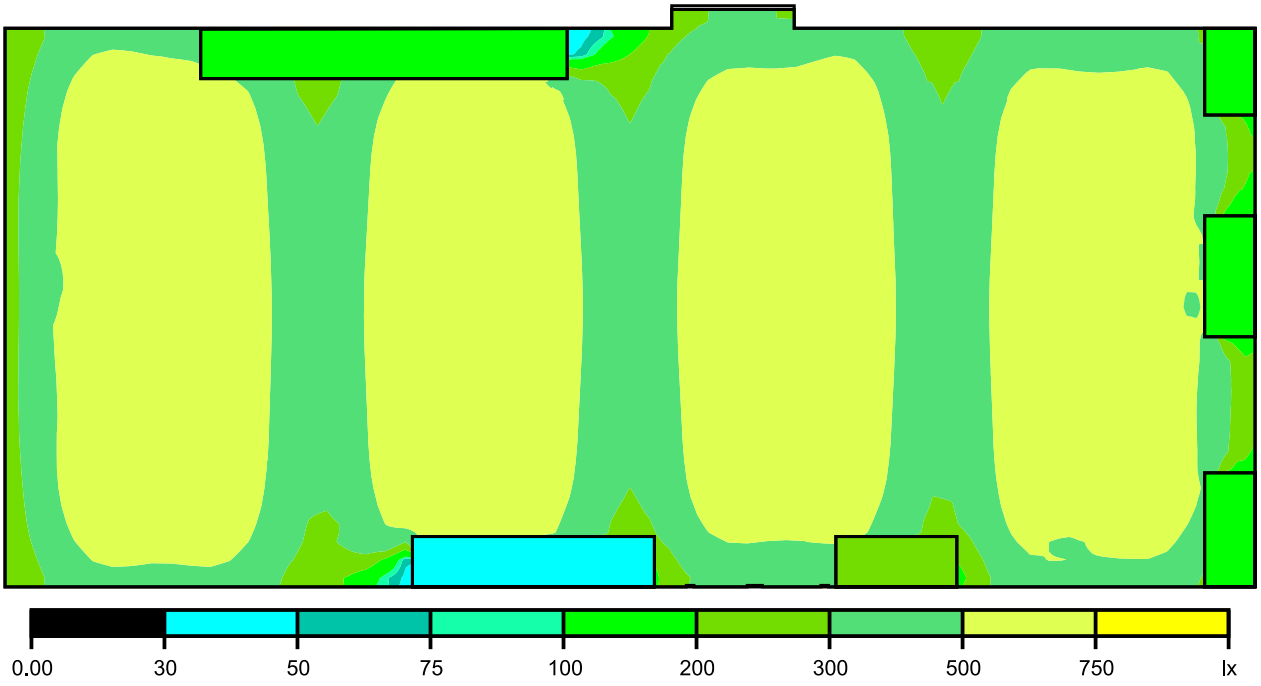
22-Oficina Aytía Mayor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 528 lx, Min: 33.9 lx, Max: 741 lx, Mín./medio: 0.06, Mín./máx.: 0.05
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

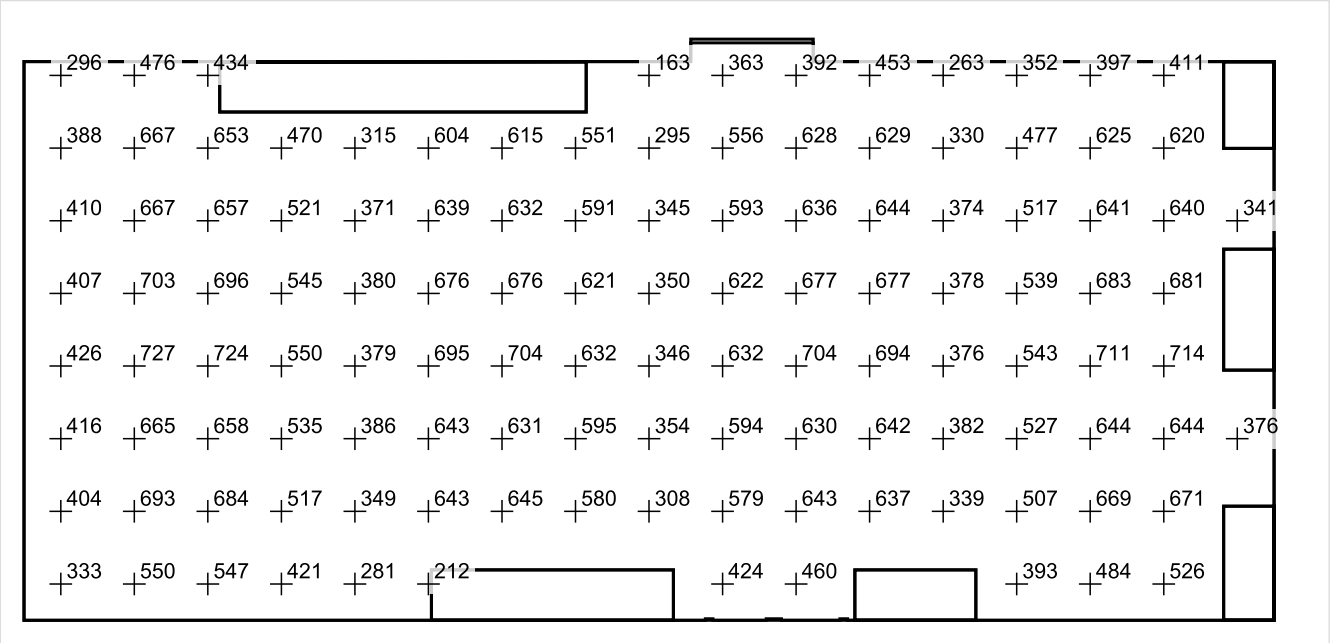
22-Oficina Aytía Mayor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 528 lx, Min: 33.9 lx, Max: 741 lx, Mín./medio: 0.06, Mín./máx.: 0.05
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

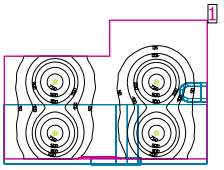
22-Oficina Aytía Mayor



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 528 lx, Min: 33.9 lx, Max: 741 lx, Mín./medio: 0.06, Mín./máx.: 0.05
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

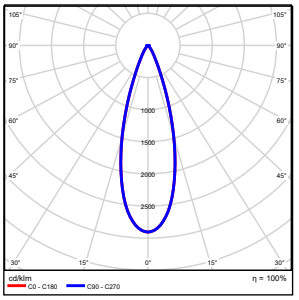
23-Sala Descanso Of. Comte. Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 86.9%, Paredes 81.8%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

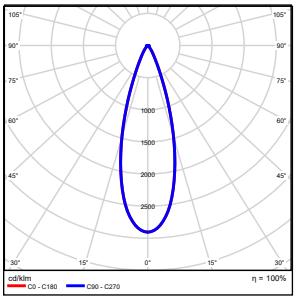
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	23-Sala Descanso Of. Comte. Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	179 (100)	22.0	864	0.12	0.03

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 1800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1800 lm, Potencia total: 44.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

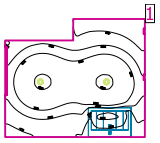
Potencia específica de conexión: 5.04 W/m² = 2.81 W/m²/100 lx (Base 8.73 m²)

23-Sala Descanso Of. Comte. Guardia

Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
4	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLed sharp 7W_38_230 Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 1800 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1800 lm, Potencia total: 44.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

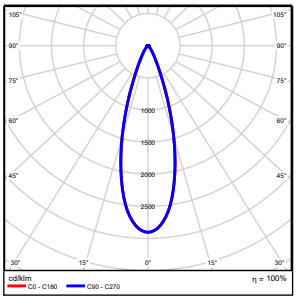
24-Aseo Masculino Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 76.0%, Paredes 70.3%, Suelo 70.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

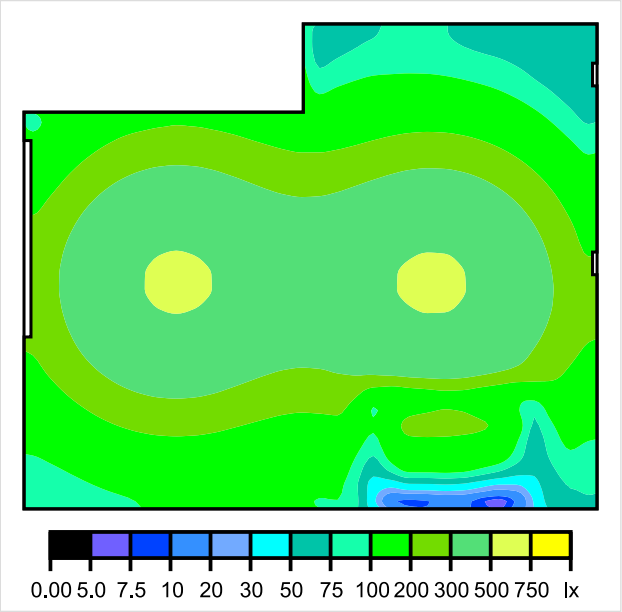
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	24-Aseo Masculino Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	252 (200)	6.42	519	0.03	0.01

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 900 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 900 lm, Potencia total: 22.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.93 W/m² = 3.15 W/m²/100 lx (Base 2.77 m²)

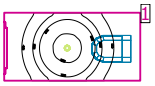
24-Aseo Masculino Guardia



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 252 lx, Min: 6.42 lx, Max: 519 lx, Mín./medio: 0.03, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

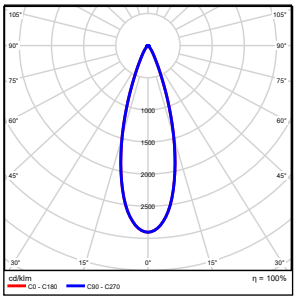
24-Aseo Masculino Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 76.0%, Paredes 70.3%, Suelo 70.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

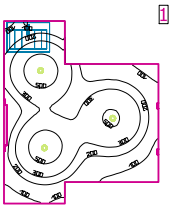
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	24-Aseo Masculino Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	208 (150)	45.0	586	0.22	0.08

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 450 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 450 lm, Potencia total: 11.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.44 W/m² = 3.09 W/m²/100 lx (Base 1.71 m²)

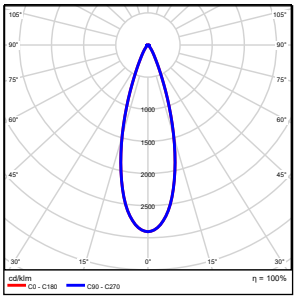
25-Aseo Femenino Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 76.0%, Paredes 70.3%, Suelo 70.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

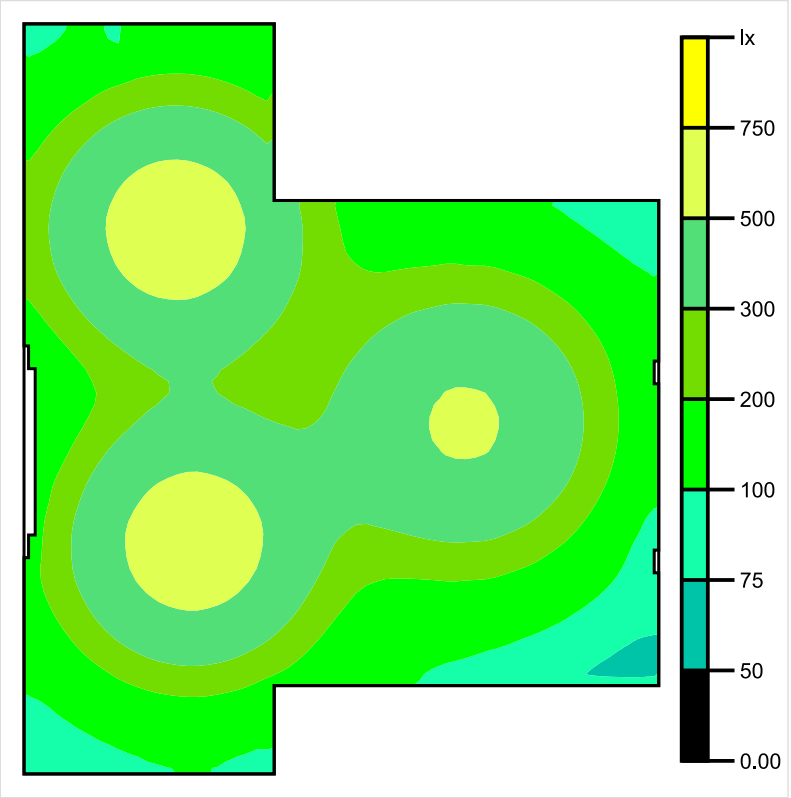
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	25-Aseo Femenino Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	283 (200)	72.1	619	0.25	0.12

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 1350 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1350 lm, Potencia total: 33.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 8.07 W/m² = 2.85 W/m²/100 lx (Base 4.09 m²)

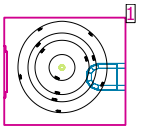
25-Aseo Femenino Guardia



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 283 lx, Min: 72.1 lx, Max: 619 lx, Mín./medio: 0.25, Mín./máx.: 0.12
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

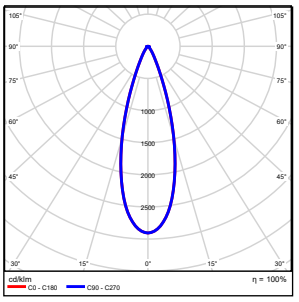
25-Aseo Femenino Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 76.0%, Paredes 70.3%, Suelo 70.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

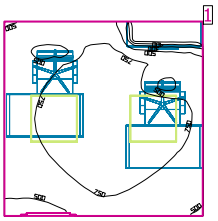
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	25-Aseo Femenino Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	164 (150)	36.6	577	0.22	0.06

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 450 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 450 lm, Potencia total: 11.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.58 W/m² = 2.80 W/m²/100 lx (Base 2.40 m²)

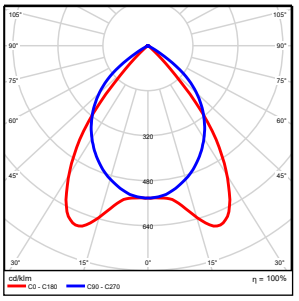
26-Escribiente de guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 79.0%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

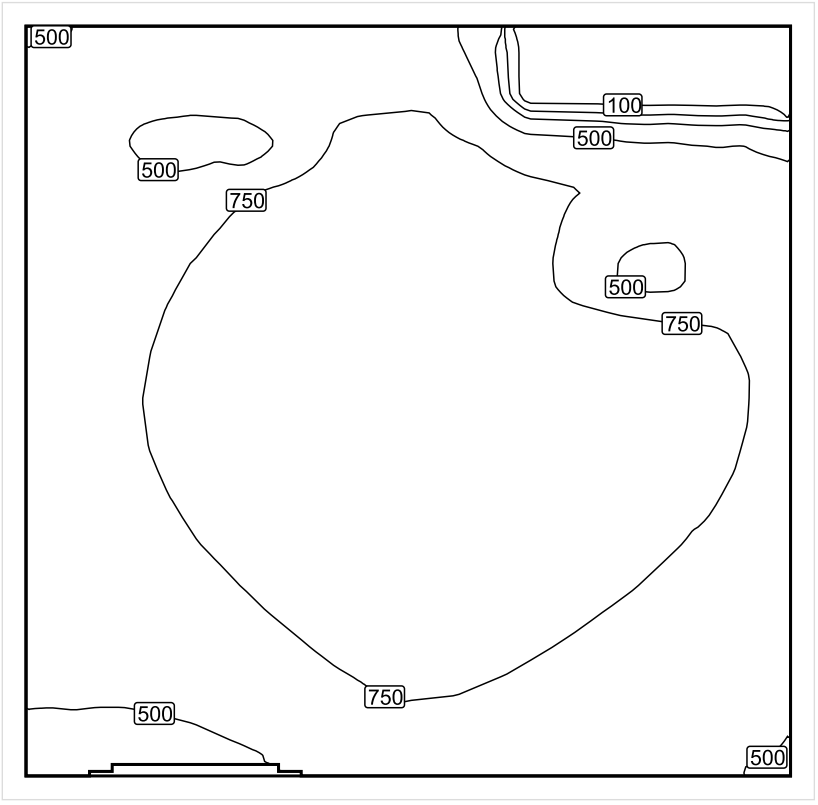
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	26-Escribiente de guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	702 (500)	2.39	1059	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 7714 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 7710 lm, Potencia total: 96.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 15.31 W/m² = 2.18 W/m²/100 lx (Base 6.27 m²)

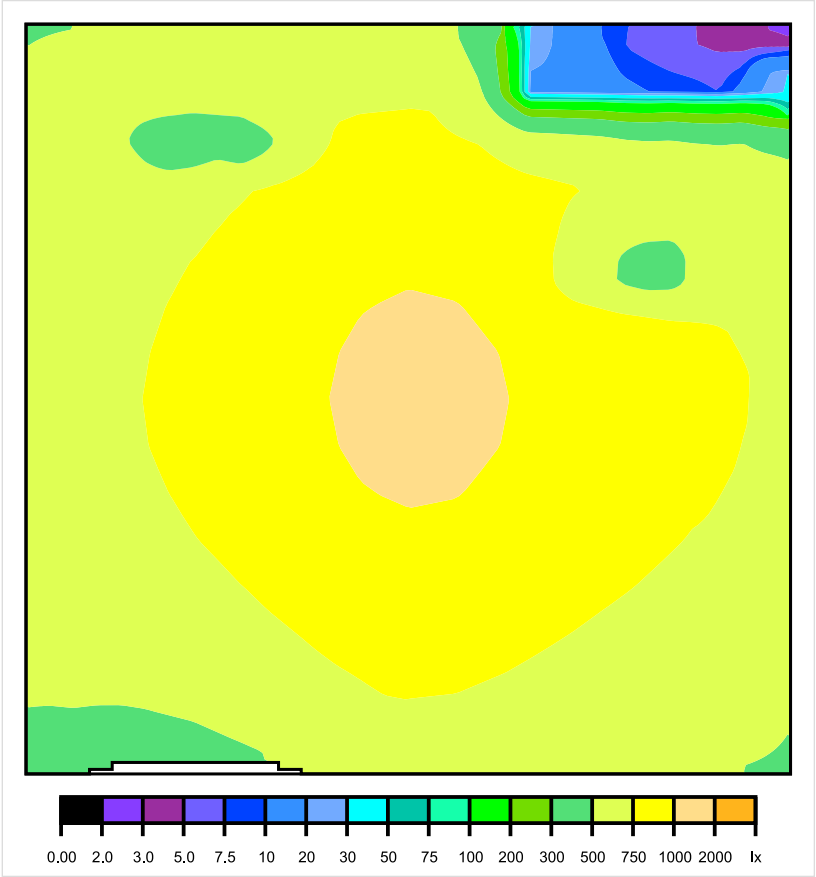
26-Escribiente de guardia



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 702 lx, Min: 2.39 lx, Max: 1059 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

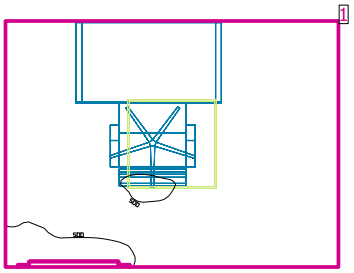
26-Escribiente de guardia



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 702 lx, Min: 2.39 lx, Max: 1059 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

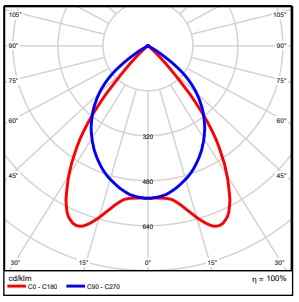
27-SACOMAR



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.3%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

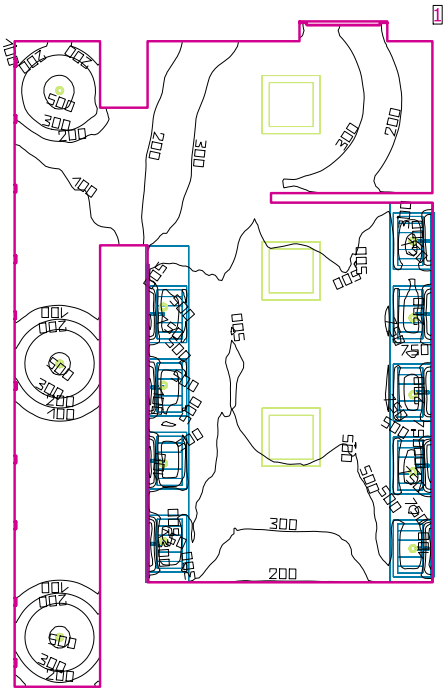
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	27-SACOMAR	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	588 (500)	403	677	0.69	0.60

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3857 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3855 lm, Potencia total: 48.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 12.98 W/m² = 2.21 W/m²/100 lx (Base 3.70 m²)

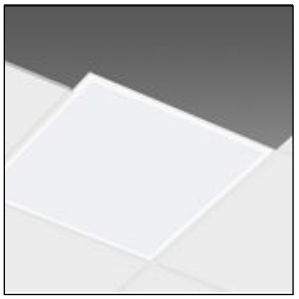
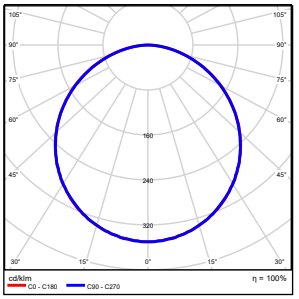
29-Aseos Femeninos

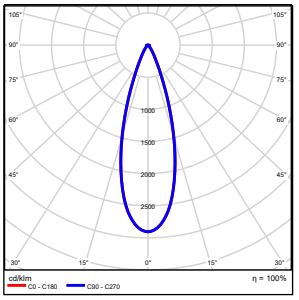


Altura del local: 2.500 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 42.6%, Suelo 16.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	29-Aseos Femeninos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	359 (200)	10.4	886	0.03	0.01

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

N°	Número de unidades			
2	12	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

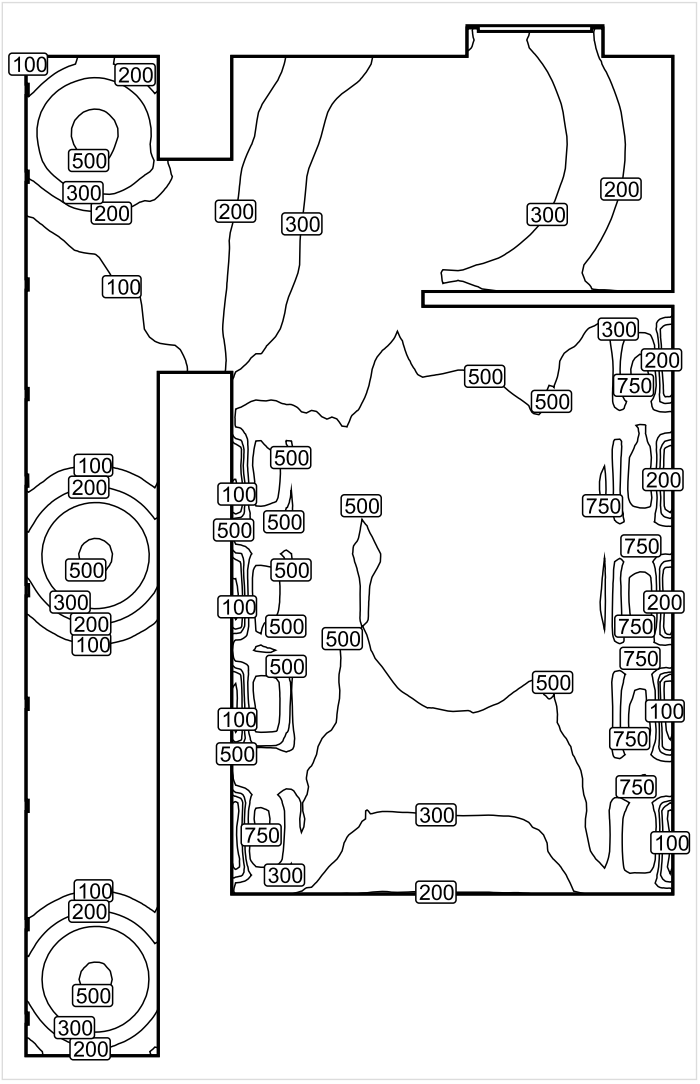
Flujo luminoso total de lámparas: 14763 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 14763 lm, Potencia total: 240.0 W, Rendimiento lumínico: 61.5 lm/W

Potencia específica de conexión: 10.59 W/m² = 2.95 W/m²/100 lx (Base 22.67 m²)

29-Aseos Femeninos



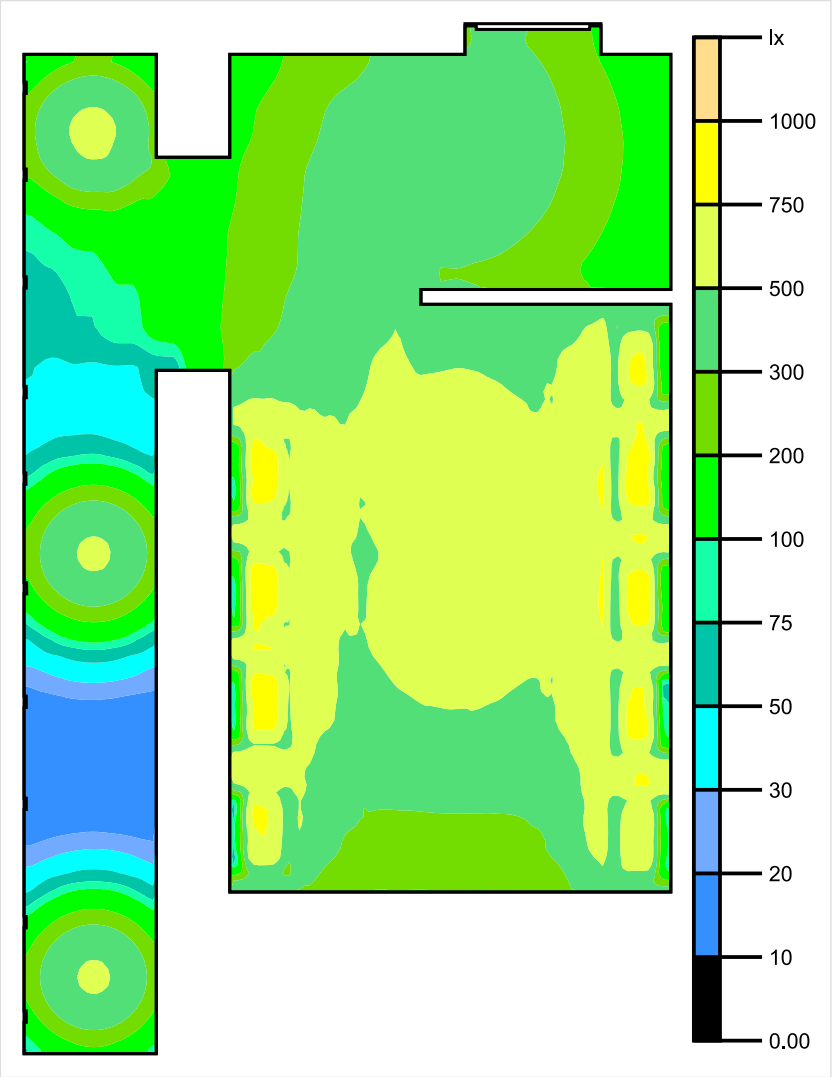
29-Aseos Femeninos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 359 lx, Min: 10.4 lx, Max: 886 lx, Mín./medio: 0.03, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

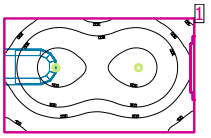
29-Aseos Femeninos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 359 lx, Min: 10.4 lx, Max: 886 lx, Mín./medio: 0.03, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

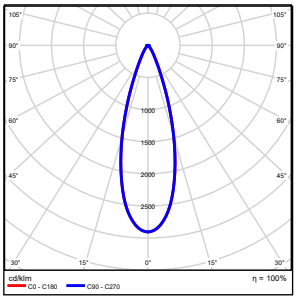
29-Aseo Femenino 1



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 76.2%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

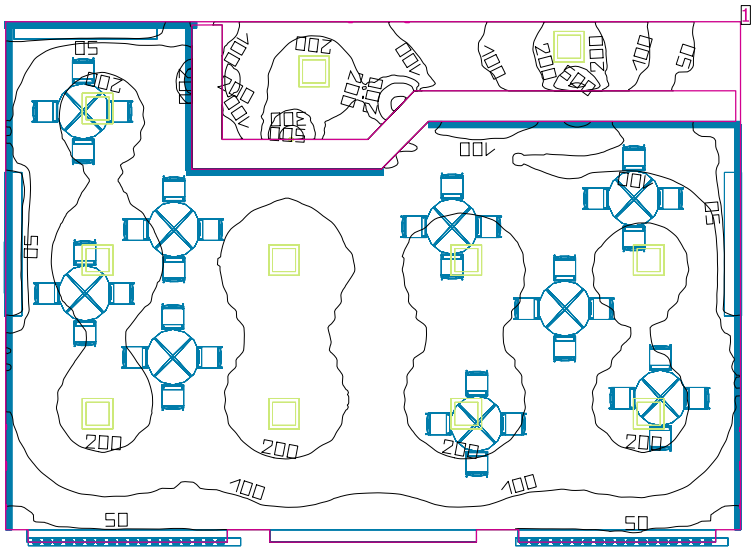
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	29-Aseo Femenino 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	316 (200)	78.1	588	0.25	0.13

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 900 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 900 lm, Potencia total: 22.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 9.69 W/m² = 3.07 W/m²/100 lx (Base 2.27 m²)

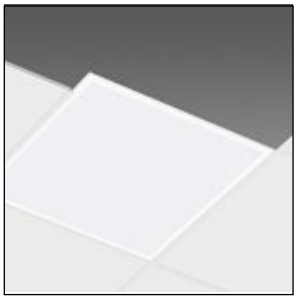
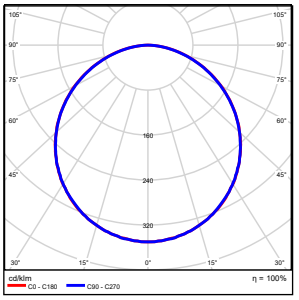
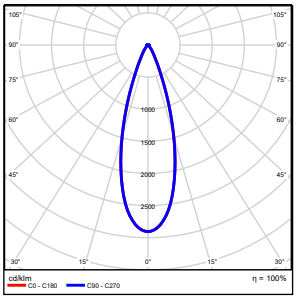
30-Barra-Comedor Casino



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 63.9%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	30-Barra-Comedor Casino	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.950 m, Zona marginal: 0.000 m	162 (100)	1.39	600	0.01	0.00

N°	Número de unidades			
1	11	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 34781 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 34781 lm, Potencia total: 407.0 W, Rendimiento lumínico: 85.5 lm/W

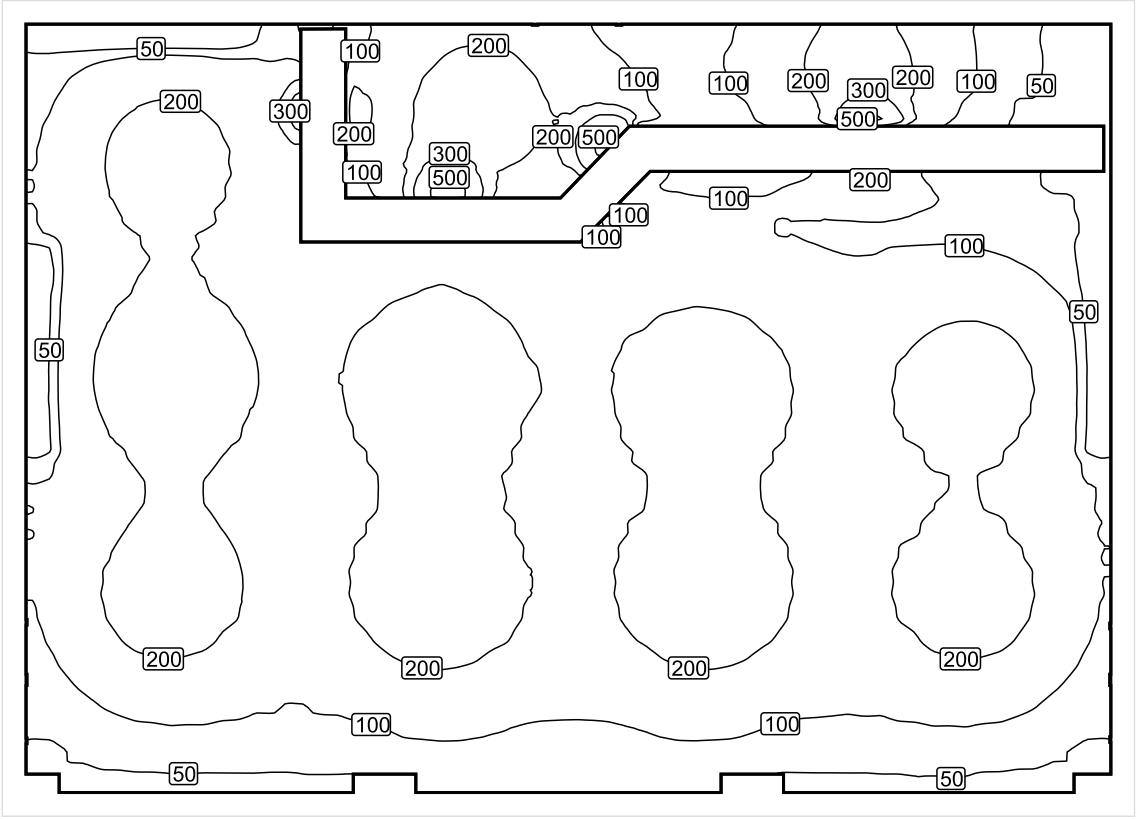
Potencia específica de conexión: 2.97 W/m² = 1.83 W/m²/100 lx (Base 137.27 m²)

30-Barra-Comedor Casino





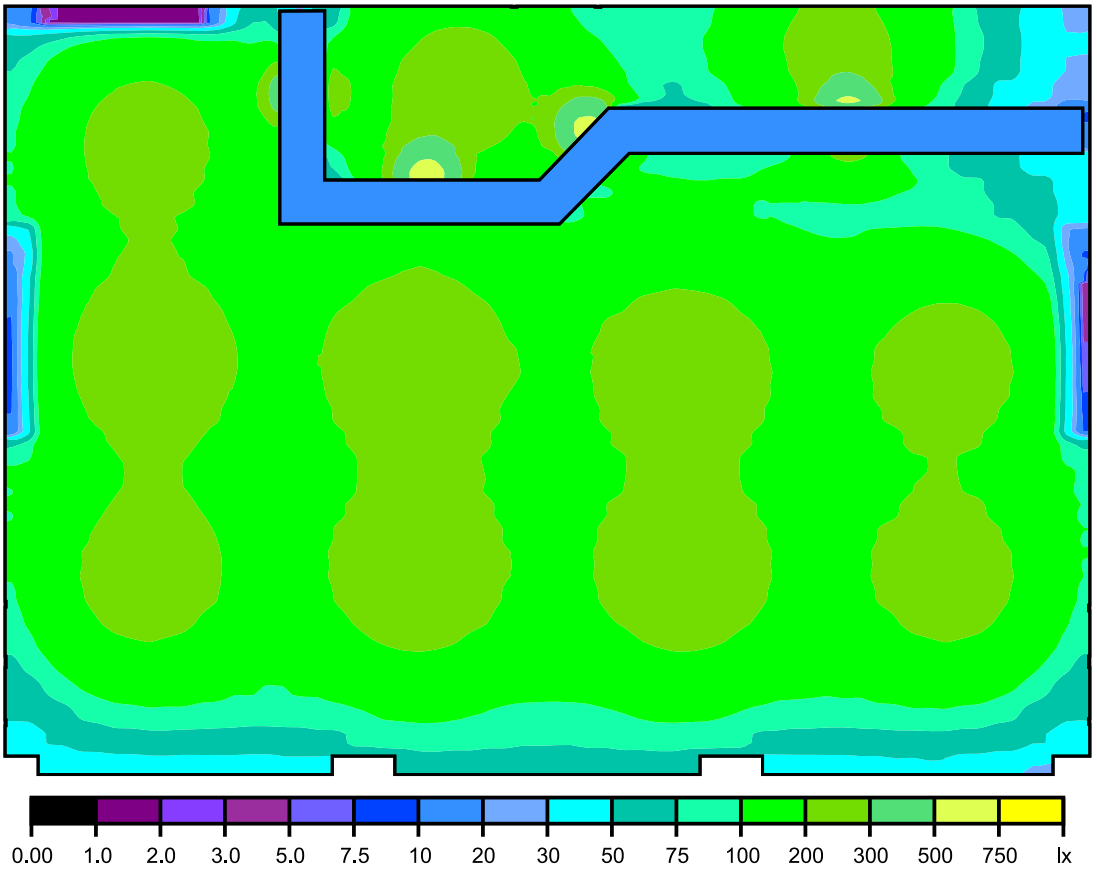
30-Barra-Comedor Casino



Escala: 1 : 100

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 162 lx, Min: 1.39 lx, Max: 600 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.950 m, Zona marginal: 0.000 m

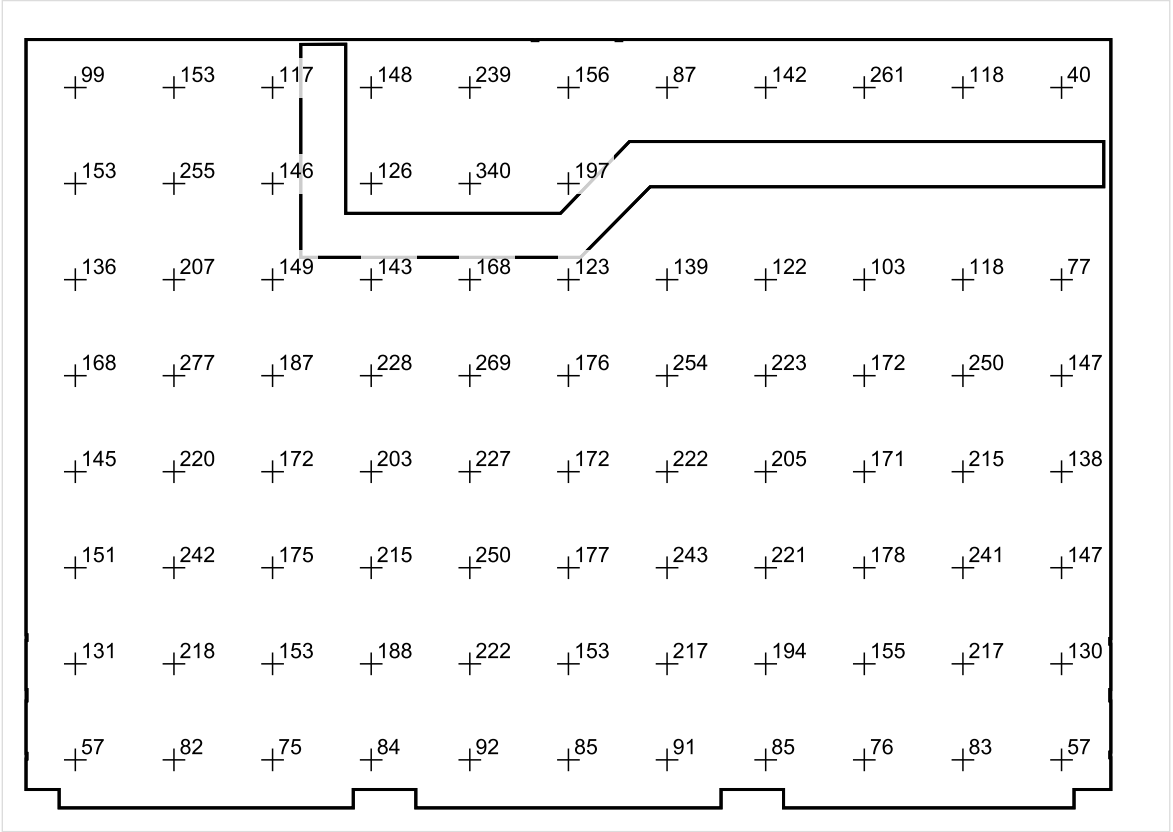
30-Barra-Comedor Casino



Escala: 1 : 100

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 162 lx, Min: 1.39 lx, Max: 600 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.950 m, Zona marginal: 0.000 m

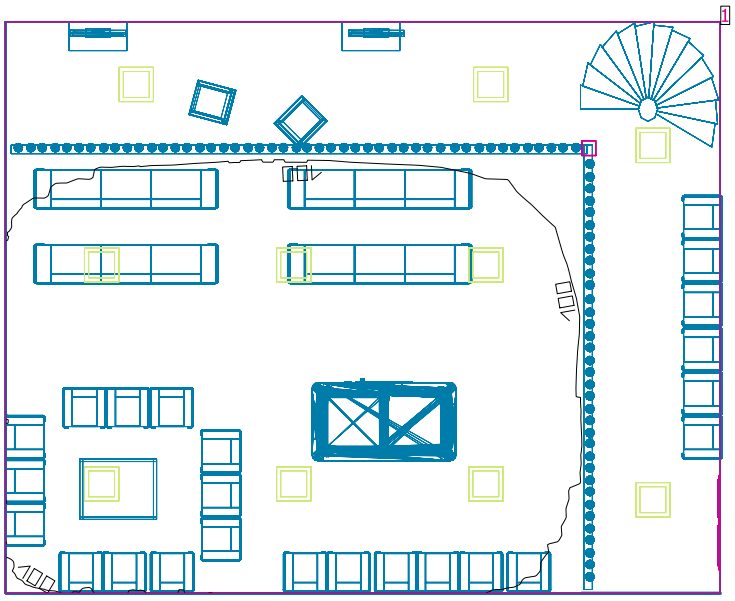
30-Barra-Comedor Casino



Escala: 1 : 100

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 162 lx, Min: 1.39 lx, Max: 600 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.950 m, Zona marginal: 0.000 m

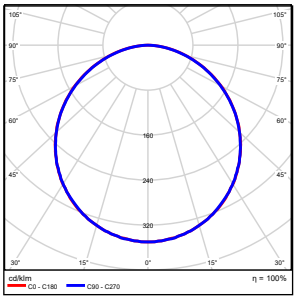
31-Aspirantera



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 43.4%, Paredes 45.3%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	31-Aspirantera	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.850 m, Zona marginal: 0.000 m	105 (100)	1.37	190	0.01	0.01

N°	Número de unidades			
1	10	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

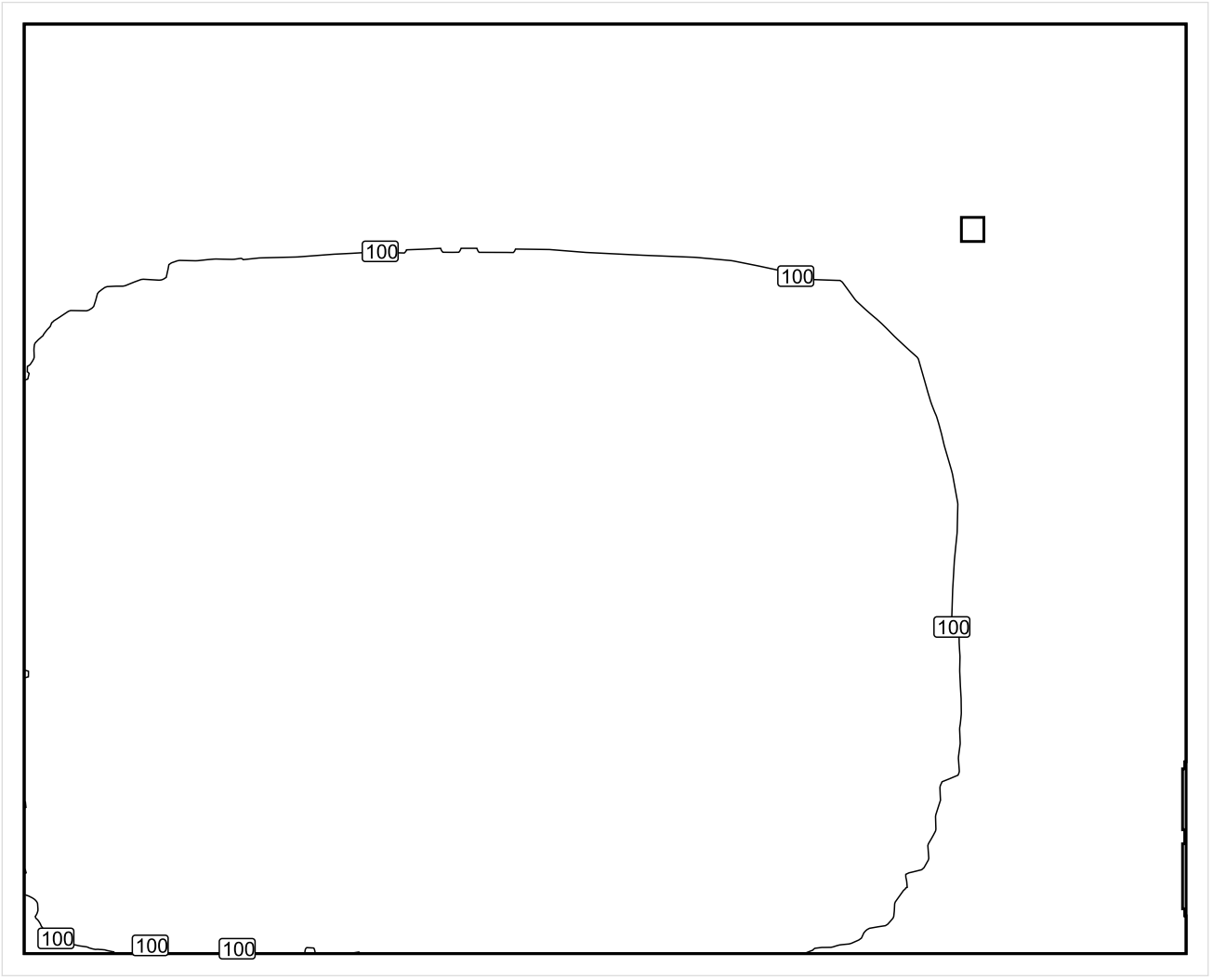
Flujo luminoso total de lámparas: 31210 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 31210 lm, Potencia total: 360.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.93 W/m² = 2.78 W/m²/100 lx (Base 122.98 m²)

31-Aspirantera



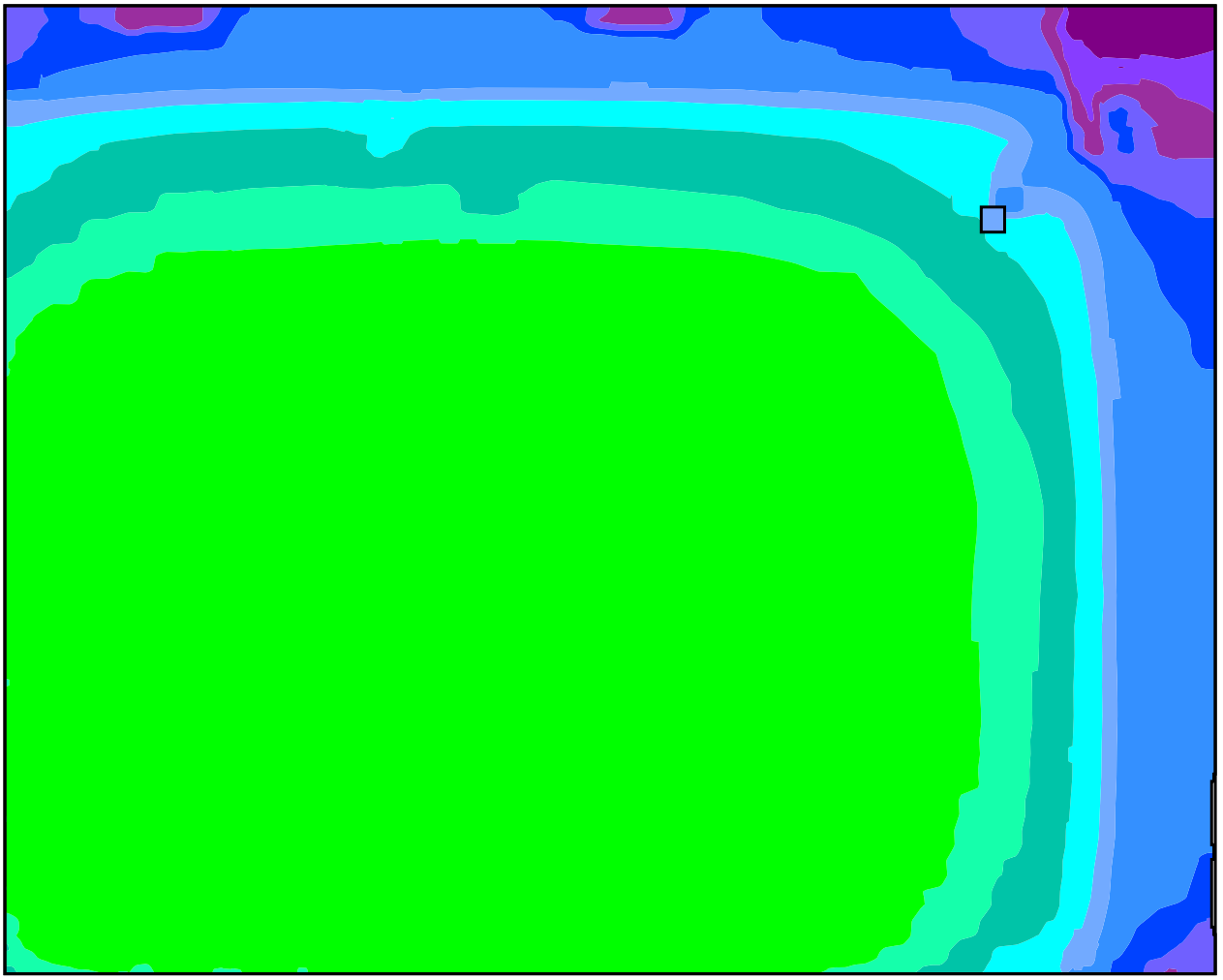
31-Aspirantera



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 105 lx, Min: 1.37 lx, Max: 190 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.850 m, Zona marginal: 0.000 m

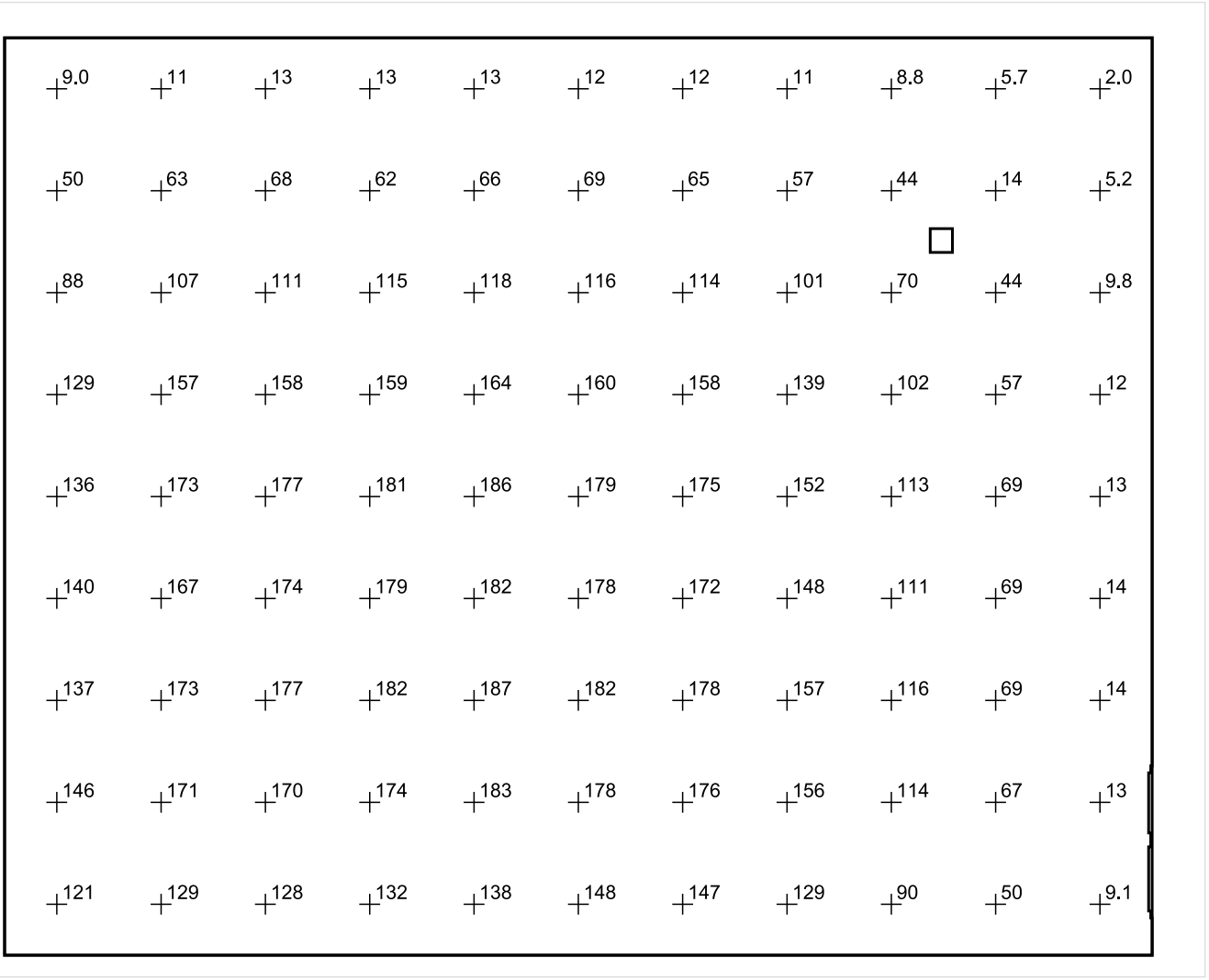
31-Aspirantera



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 105 lx, Min: 1.37 lx, Max: 190 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.850 m, Zona marginal: 0.000 m

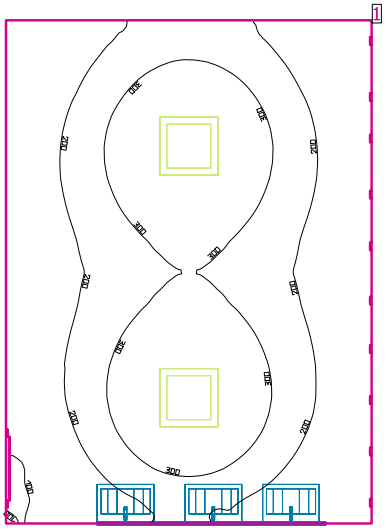
31-Aspirantera



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 105 lx, Min: 1.37 lx, Max: 190 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.850 m, Zona marginal: 0.000 m

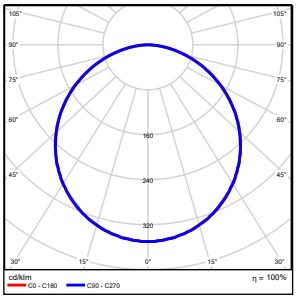
32-Aseos Masculinos



Altura del local: 3.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 70.8%, Suelo 28.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	32-Aseos Masculinos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m	245 (200)	82.7	489	0.34	0.17

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

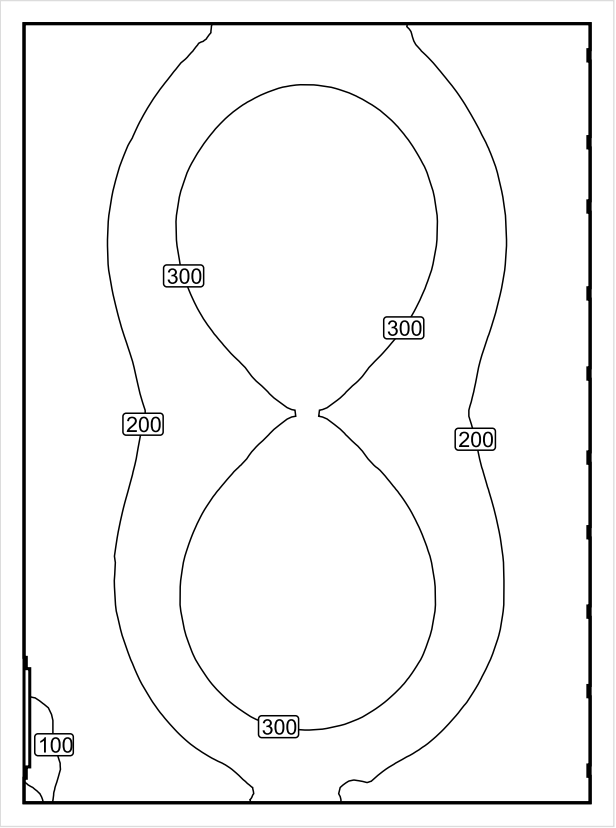
Flujo luminoso total de lámparas: 6242 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6242 lm, Potencia total: 72.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.73 W/m² = 1.52 W/m²/100 lx (Base 19.30 m²)

32-Aseos Masculinos



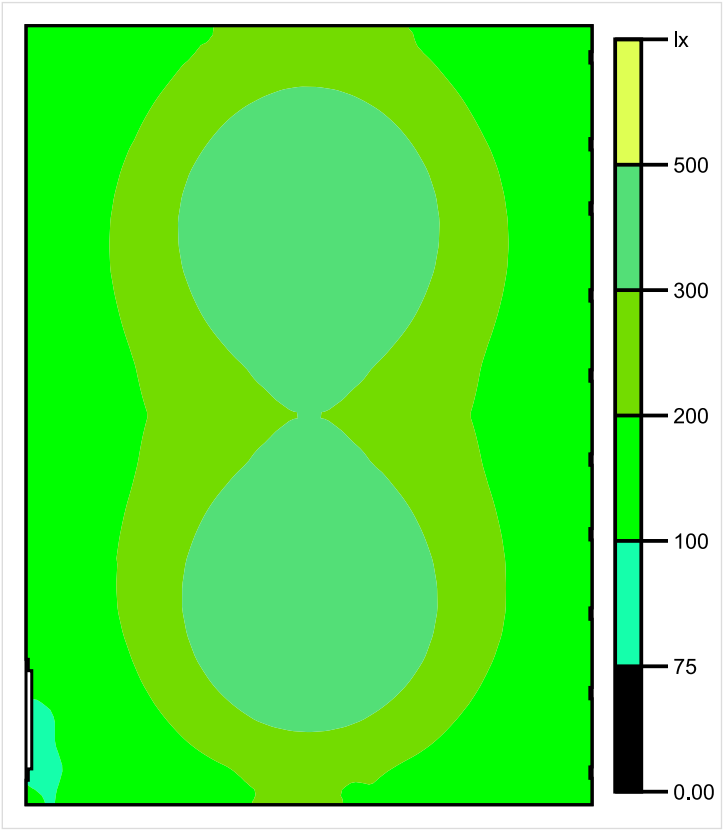
32-Aseos Masculinos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 245 lx, Min: 82.7 lx, Max: 489 lx, Mín./medio: 0.34, Mín./máx.: 0.17
Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m

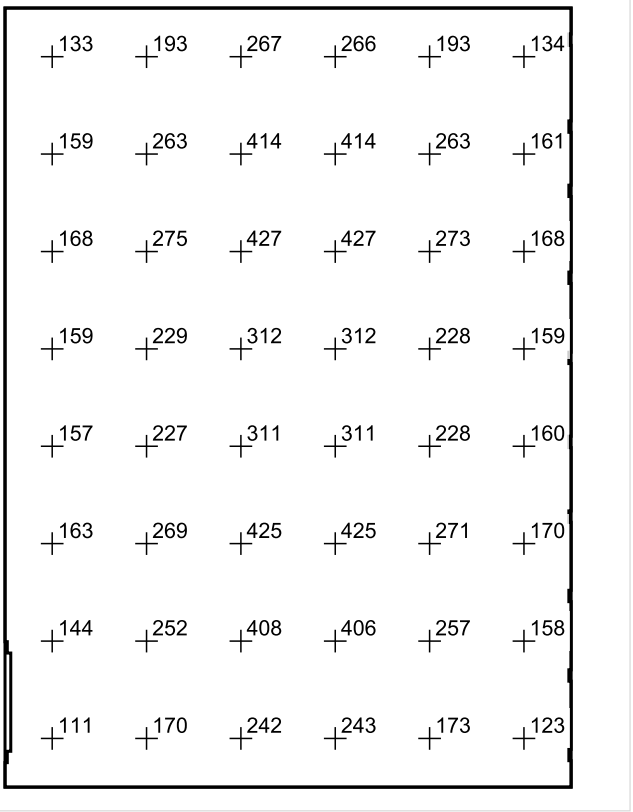
32-Aseos Masculinos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 245 lx, Min: 82.7 lx, Max: 489 lx, Mín./medio: 0.34, Mín./máx.: 0.17
Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m

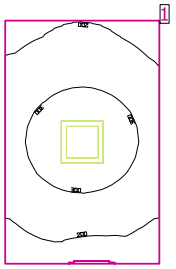
32-Aseos Masculinos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 245 lx, Min: 82.7 lx, Max: 489 lx, Mín./medio: 0.34, Mín./máx.: 0.17
Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m

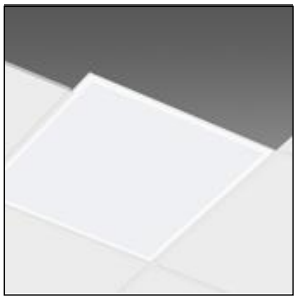
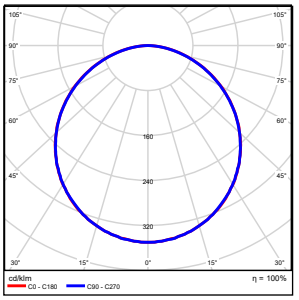
33-Almacén Limpieza Casino



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 81.1%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

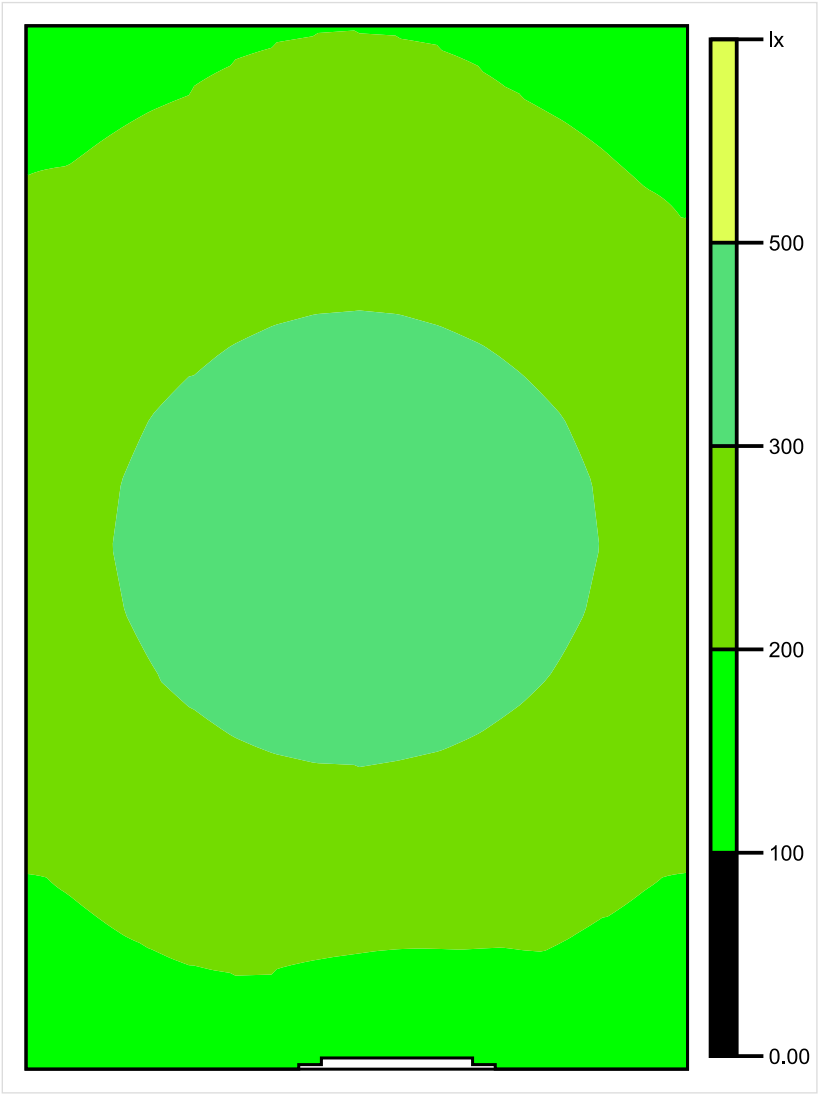
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	33-Almacén Limpieza Casino	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m	257 (100)	146	366	0.57	0.40

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3121 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3121 lm, Potencia total: 36.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.77 W/m² = 1.86 W/m²/100 lx (Base 7.55 m²)

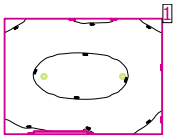
33-Almacén Limpieza Casino



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 257 lx, Min: 146 lx, Max: 366 lx, Mín./medio: 0.57, Mín./máx.: 0.40
Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m

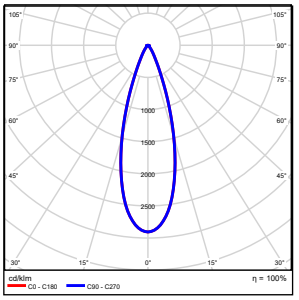
34-Pasillo Aseos Masculinos



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.5%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

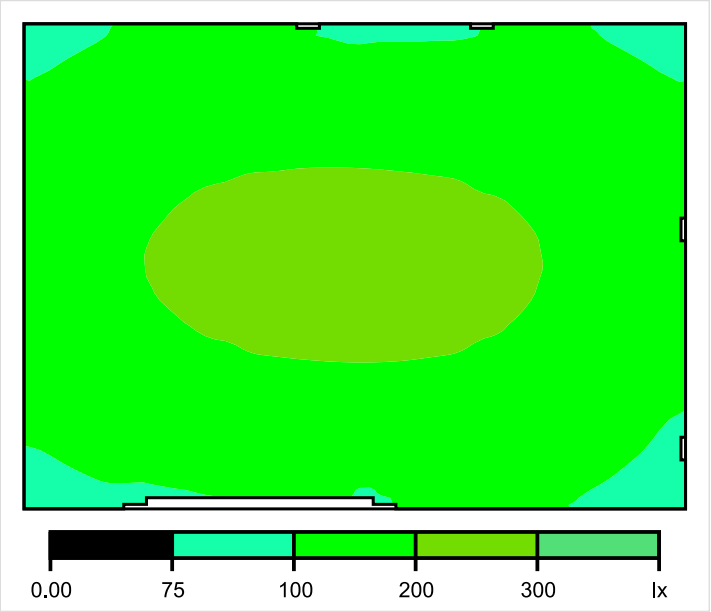
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	34-Pasillo Aseos Masculinos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m	159 (150)	76.4	231	0.48	0.33

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 900 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 900 lm, Potencia total: 22.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.27 W/m² = 3.94 W/m²/100 lx (Base 3.51 m²)

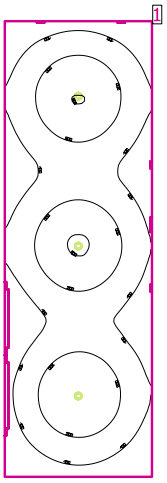
34-Pasillo Aseos Masculinos



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 159 lx, Min: 76.4 lx, Max: 231 lx, Mín./medio: 0.48, Mín./máx.: 0.33
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

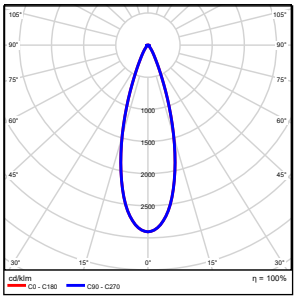
35-Pasillo Peluquería



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 84.6%, Paredes 79.6%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

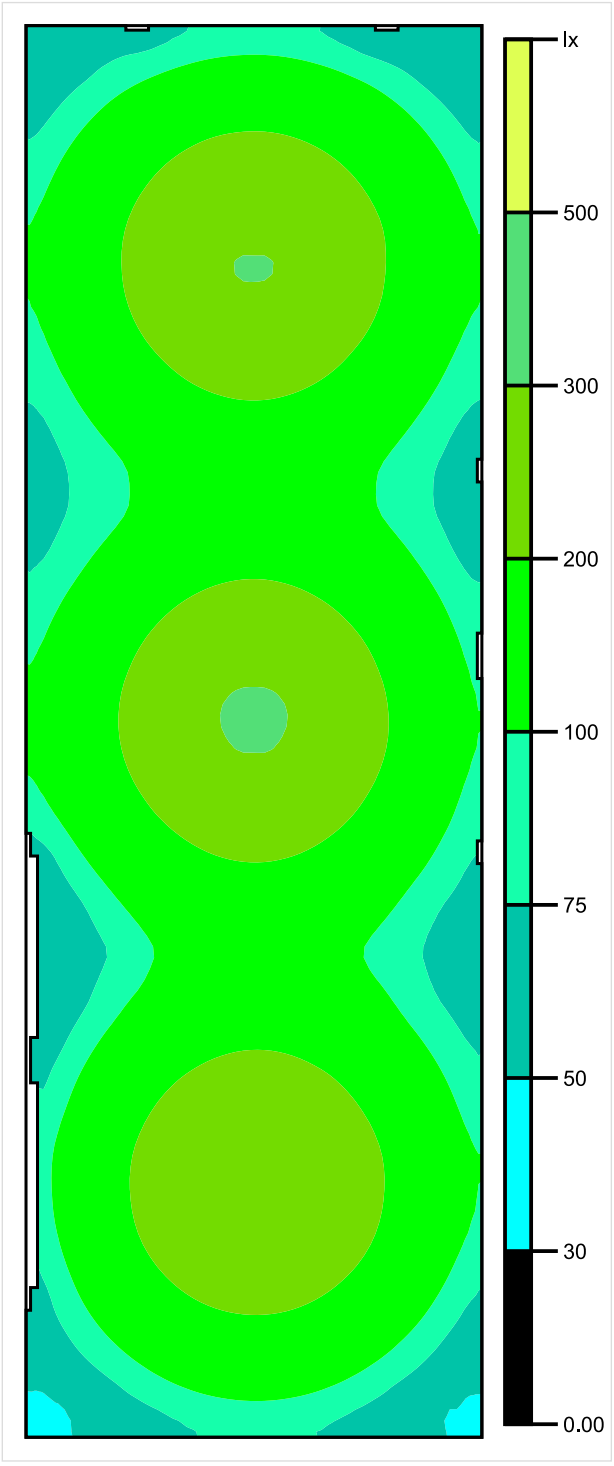
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	35-Pasillo Peluquería	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m	155 (150)	45.1	306	0.29	0.15

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 1350 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1350 lm, Potencia total: 33.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.69 W/m² = 3.03 W/m²/100 lx (Base 7.04 m²)

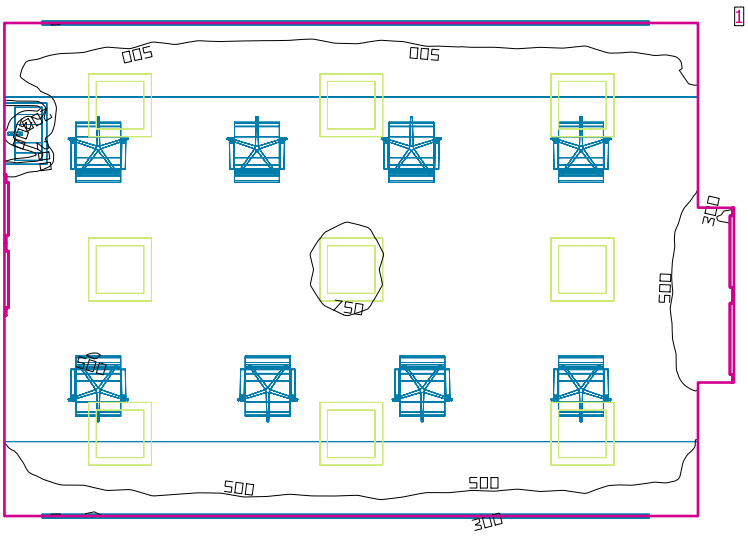
35-Pasillo Peluquería



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 155 lx, Min: 45.1 lx, Max: 306 lx, Mín./medio: 0.29, Mín./máx.: 0.15
Altura del plano útil: 1.100 m, Zona marginal: 0.000 m

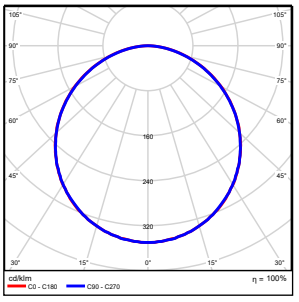
36-Peluquería



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.6%, Suelo 34.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

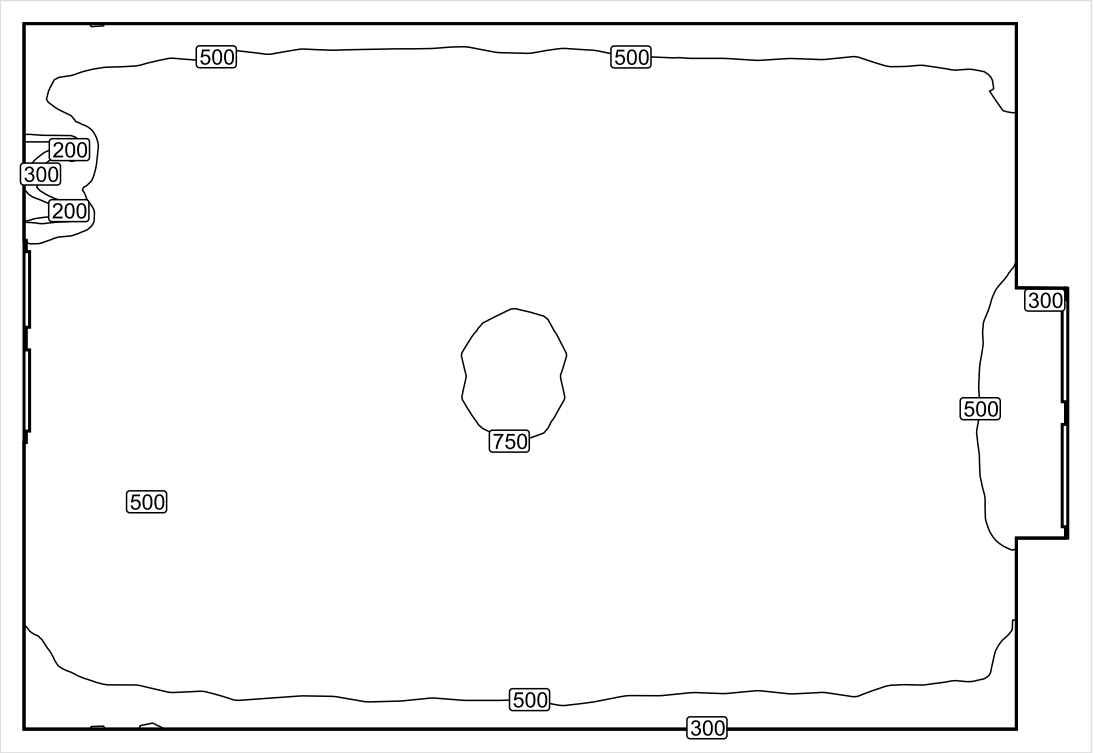
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	36-Peluquería	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m	613 (500)	105	761	0.17	0.14

N°	Número de unidades			
1	9	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 28089 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 28089 lm, Potencia total: 324.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 10.38 W/m² = 1.69 W/m²/100 lx (Base 31.20 m²)

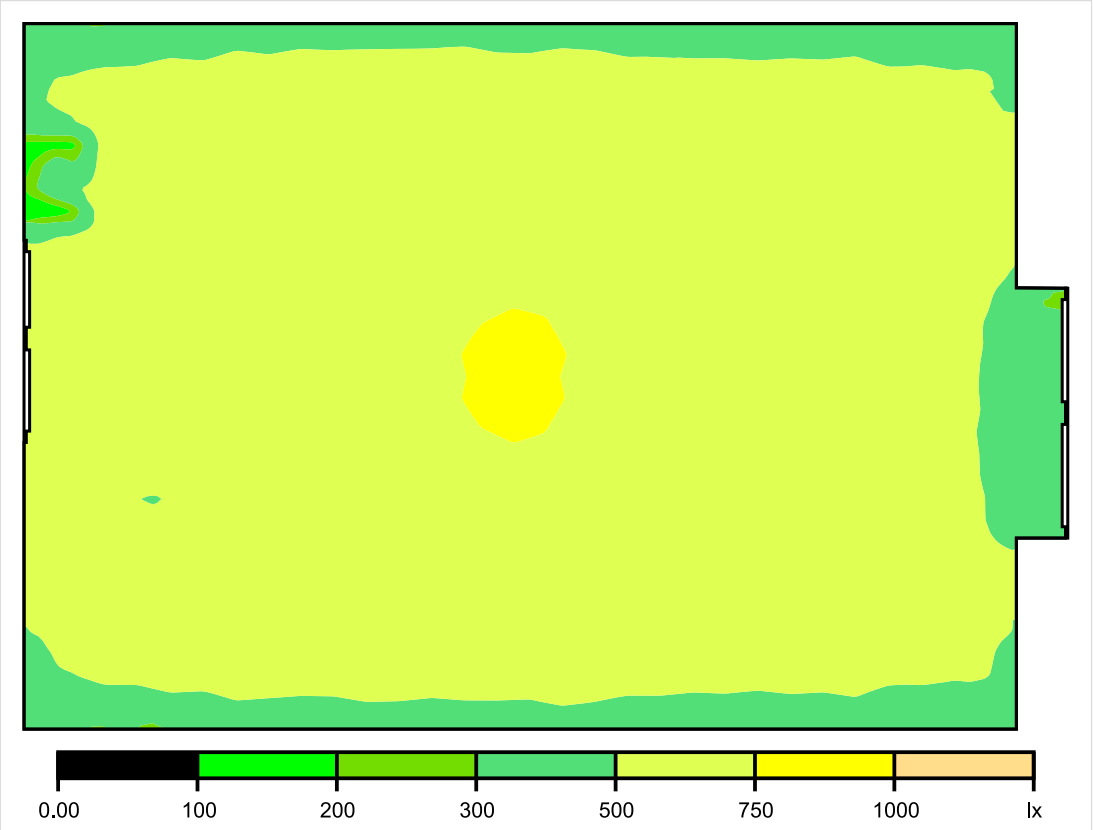
36-Peluquería



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 613 lx, Min: 105 lx, Max: 761 lx, Mín./medio: 0.17, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

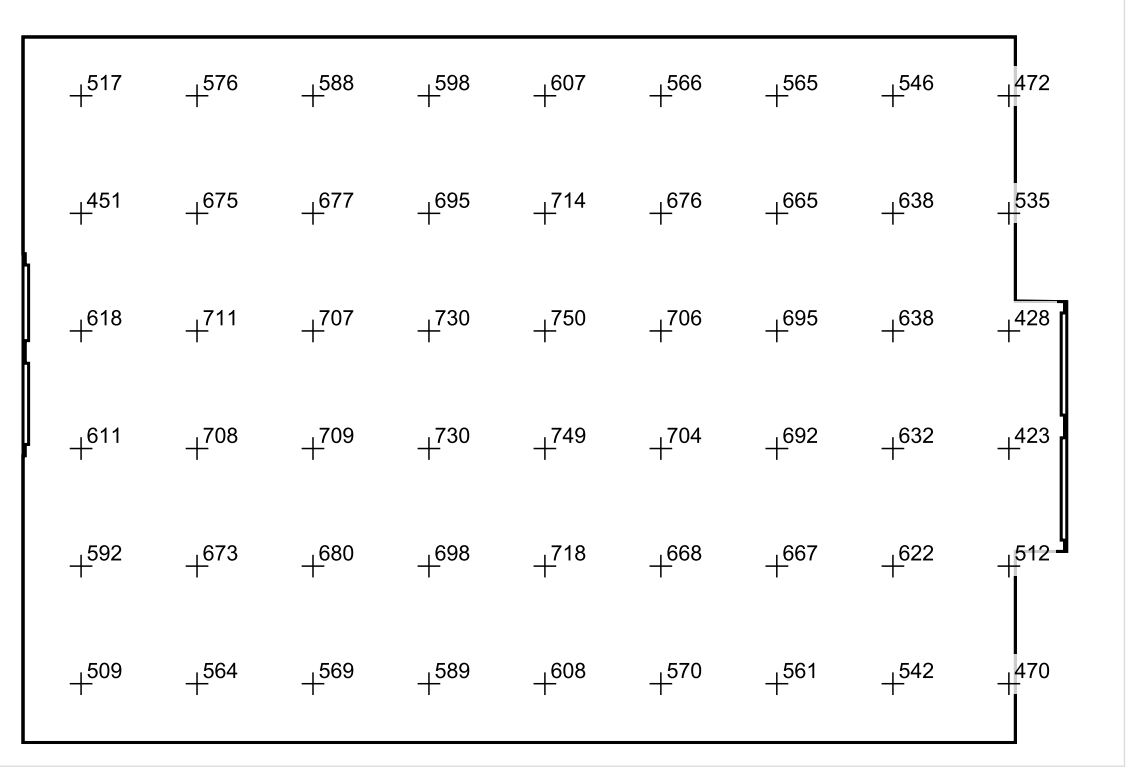
36-Peluquería



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 613 lx, Min: 105 lx, Max: 761 lx, Mín./medio: 0.17, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

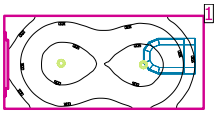
36-Peluquería



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 613 lx, Min: 105 lx, Max: 761 lx, Mín./medio: 0.17, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

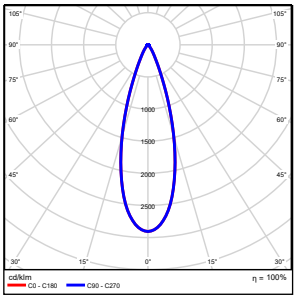
32-Aseo Masculino 1



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 76.9%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

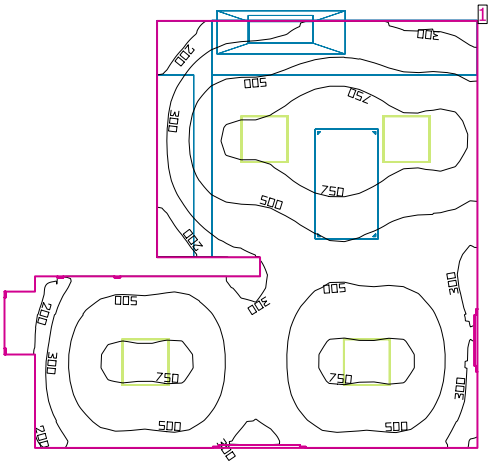
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	32-Aseo Masculino 1	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m	359 (200)	107	590	0.30	0.18

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 900 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 900 lm, Potencia total: 22.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 11.30 W/m² = 3.15 W/m²/100 lx (Base 1.95 m²)

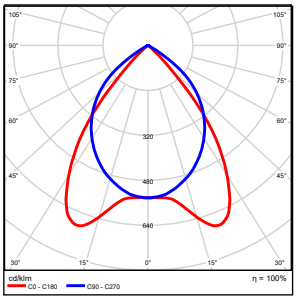
37-Cocina Cantina Casino



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 75.8%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

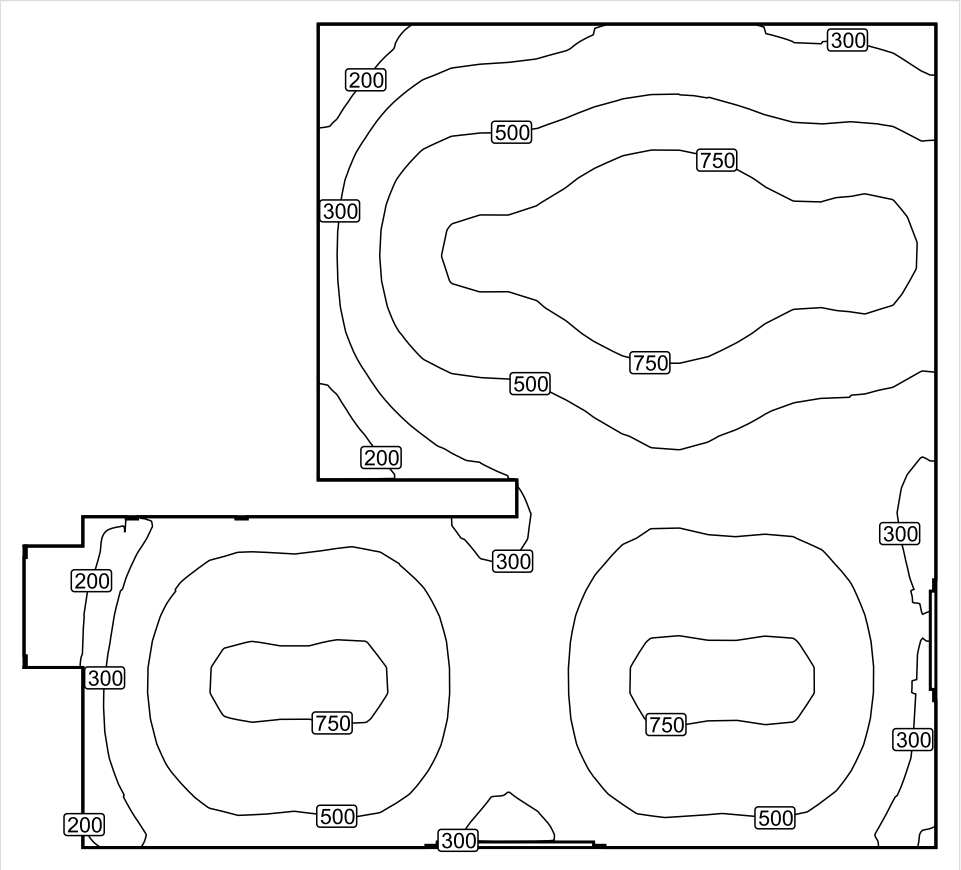
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	37-Cocina Cantina Casino	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m	526 (500)	105	1031	0.20	0.10

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 731 Minicomfort LED Disano 731 4x LED CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 3857 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3855 lm Potencia: 48.0 W Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 15428 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15420 lm, Potencia total: 192.0 W, Rendimiento lumínico: 80.3 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.49 W/m² = 1.42 W/m²/100 lx (Base 25.64 m²)

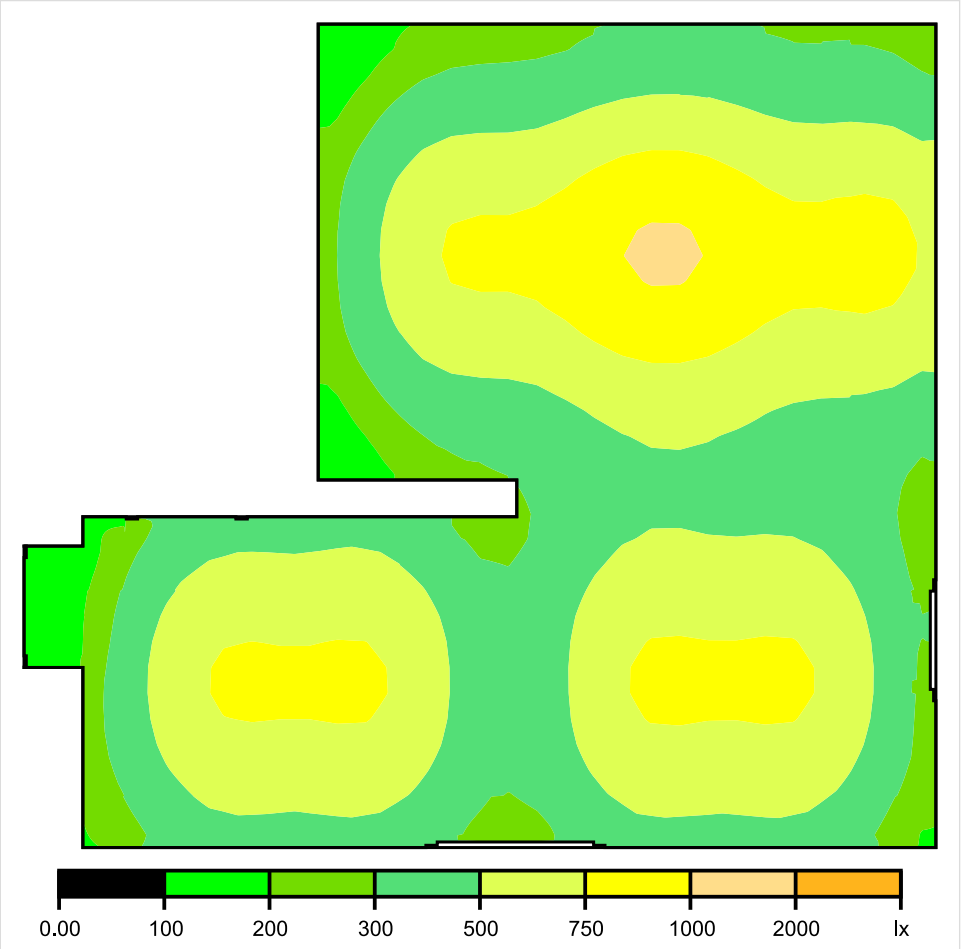
37-Cocina Cantina Casino



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 526 lx, Min: 105 lx, Max: 1031 lx, Mín./medio: 0.20, Mín./máx.: 0.10
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

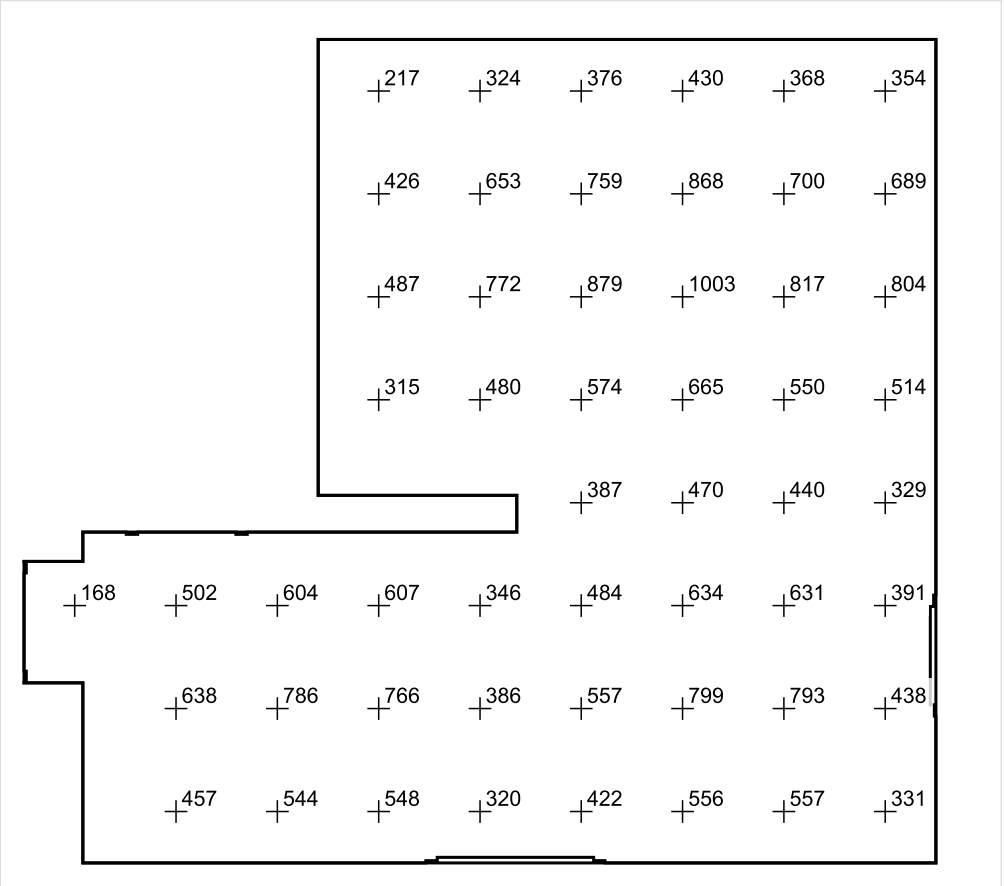
37-Cocina Cantina Casino



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 526 lx, Min: 105 lx, Max: 1031 lx, Mín./medio: 0.20, Mín./máx.: 0.10
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

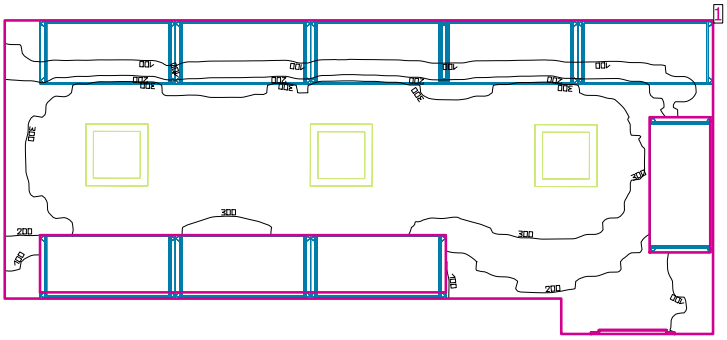
37-Cocina Cantina Casino



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 526 lx, Min: 105 lx, Max: 1031 lx, Mín./medio: 0.20, Mín./máx.: 0.10
Altura del plano útil: 1.900 m, Zona marginal: 0.000 m

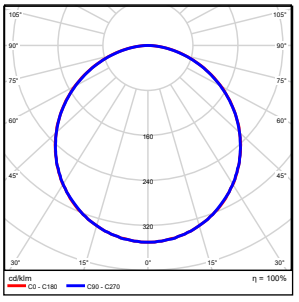
38-Almacen Cocina



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 64.2%, Paredes 75.8%, Suelo 28.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

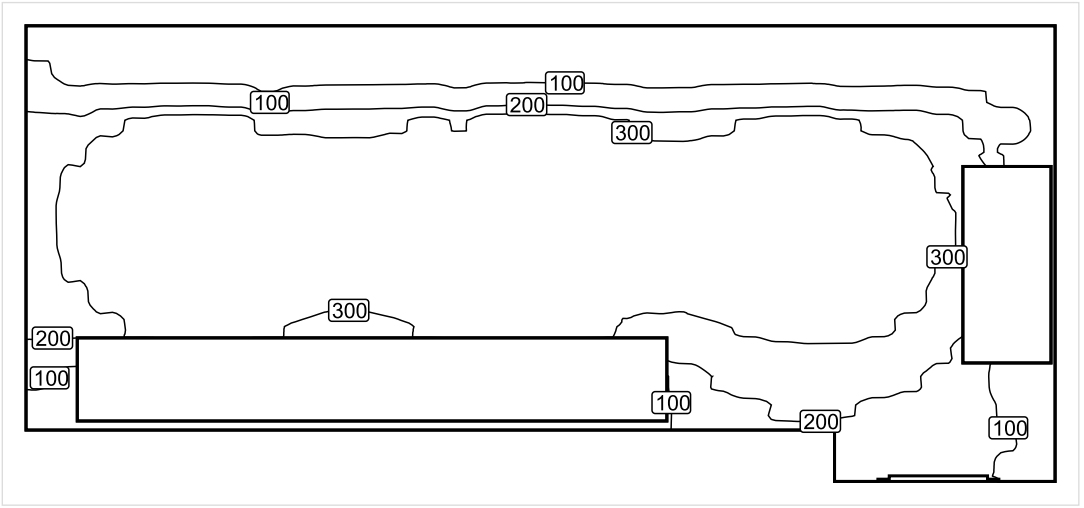
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	38-Almacen Cocina	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 2.000 m, Zona marginal: 0.000 m	254 (200)	5.20	495	0.02	0.01

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 9363 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 9363 lm, Potencia total: 108.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.84 W/m² = 2.69 W/m²/100 lx (Base 15.80 m²)

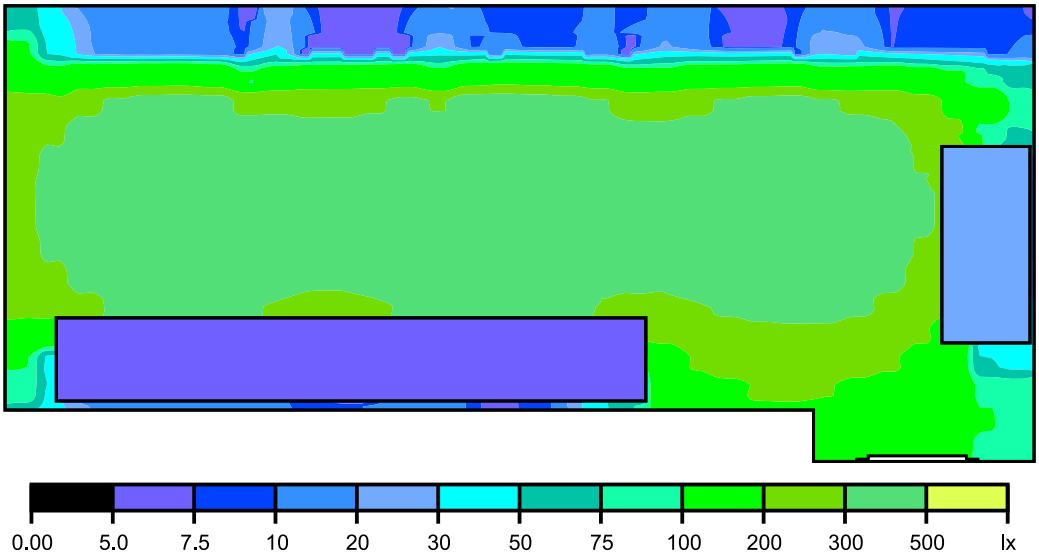
38-Almacen Cocina



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 254 lx, Min: 5.20 lx, Max: 495 lx, Mín./medio: 0.02, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 2.000 m, Zona marginal: 0.000 m

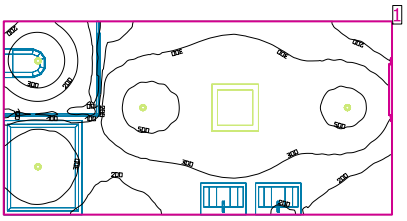
38-Almacen Cocina



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 254 lx, Min: 5.20 lx, Max: 495 lx, Mín./medio: 0.02, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 2.000 m, Zona marginal: 0.000 m

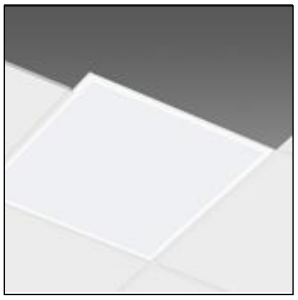
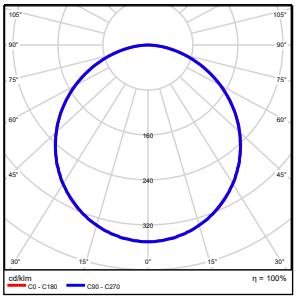
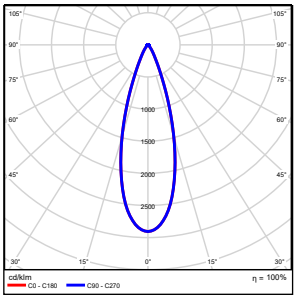
39-Aseo Personal Cantina



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 71.6%, Paredes 75.8%, Suelo 35.5%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

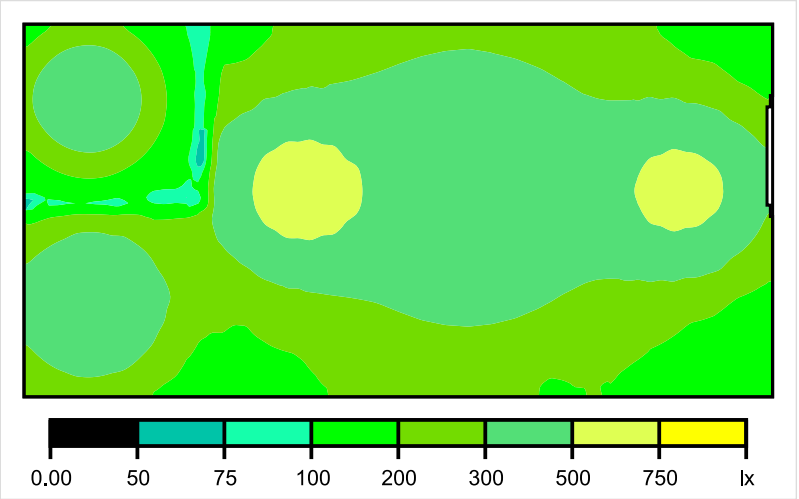
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	39-Aseo Personal Cantina	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m	308 (200)	55.7	609	0.18	0.09

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	4	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 4921 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 4921 lm, Potencia total: 80.0 W, Rendimiento lumínico: 61.5 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.56 W/m² = 2.13 W/m²/100 lx (Base 12.20 m²)

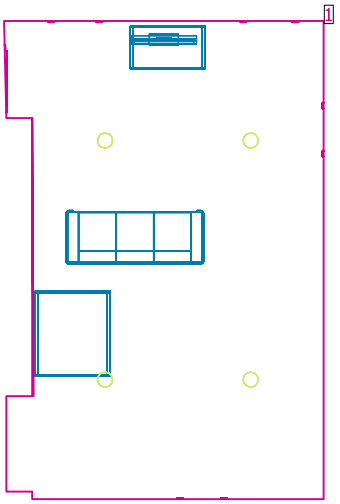
39-Aseo Personal Cantina



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 308 lx, Min: 55.7 lx, Max: 609 lx, Mín./medio: 0.18, Mín./máx.: 0.09
Altura del plano útil: 1.800 m, Zona marginal: 0.000 m

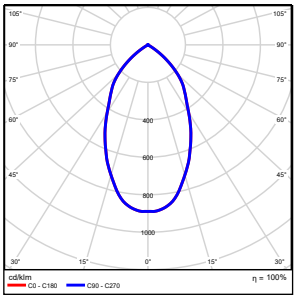
10-Sala Descanso Guardia



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.5%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

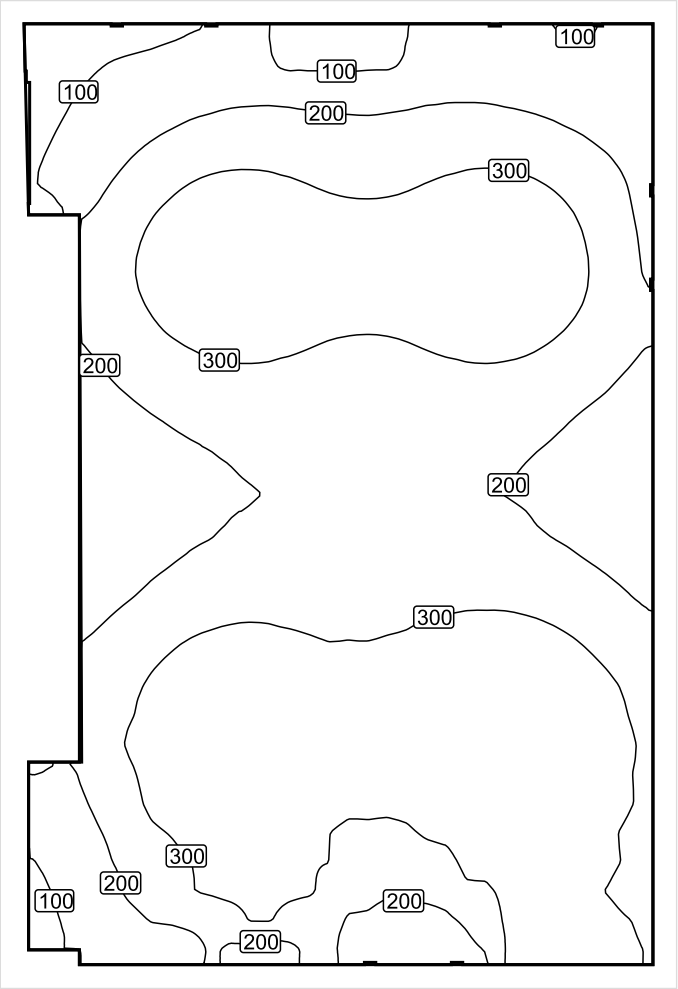
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	10-Sala Descanso Guardia	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	258 (100)	17.1	452	0.07	0.04

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 7260 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 7256 lm, Potencia total: 87.6 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.58 W/m² = 1.39 W/m²/100 lx (Base 24.47 m²)

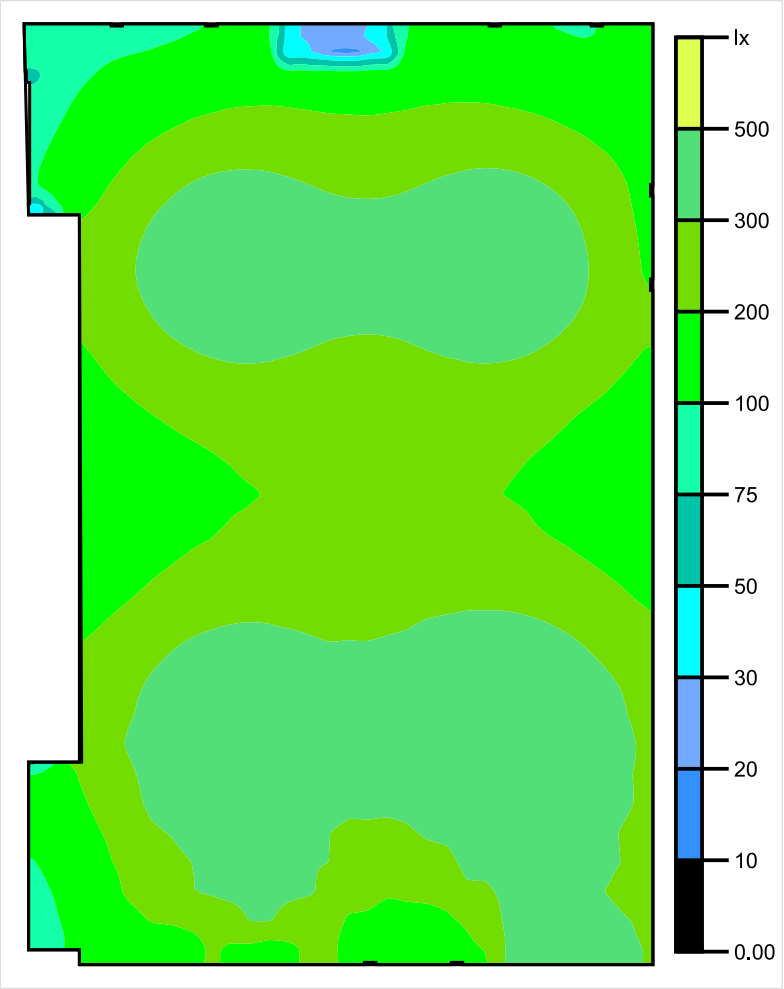
10-Sala Descanso Guardia



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 258 lx, Min: 17.1 lx, Max: 452 lx, Mín./medio: 0.07, Mín./máx.: 0.04
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

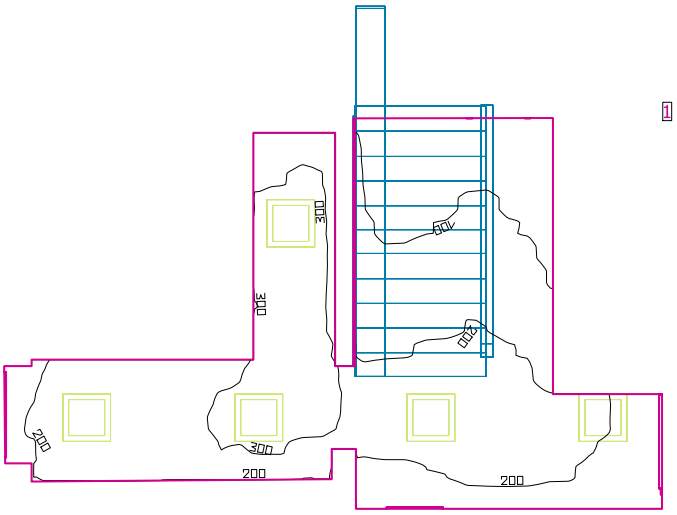
10-Sala Descanso Guardia



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 258 lx, Min: 17.1 lx, Max: 452 lx, Mín./medio: 0.07, Mín./máx.: 0.04
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

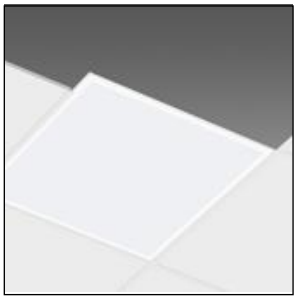
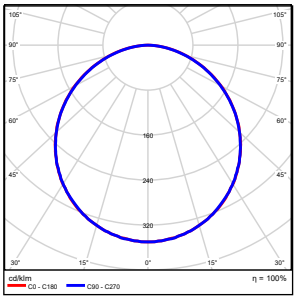
10-Pasillo Zona Guardias



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 86.0%, Paredes 80.7%, Suelo 16.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	10-Pasillo Zona Guardias	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	208 (150)	51.2	371	0.25	0.14

N°	Número de unidades			
1	5	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

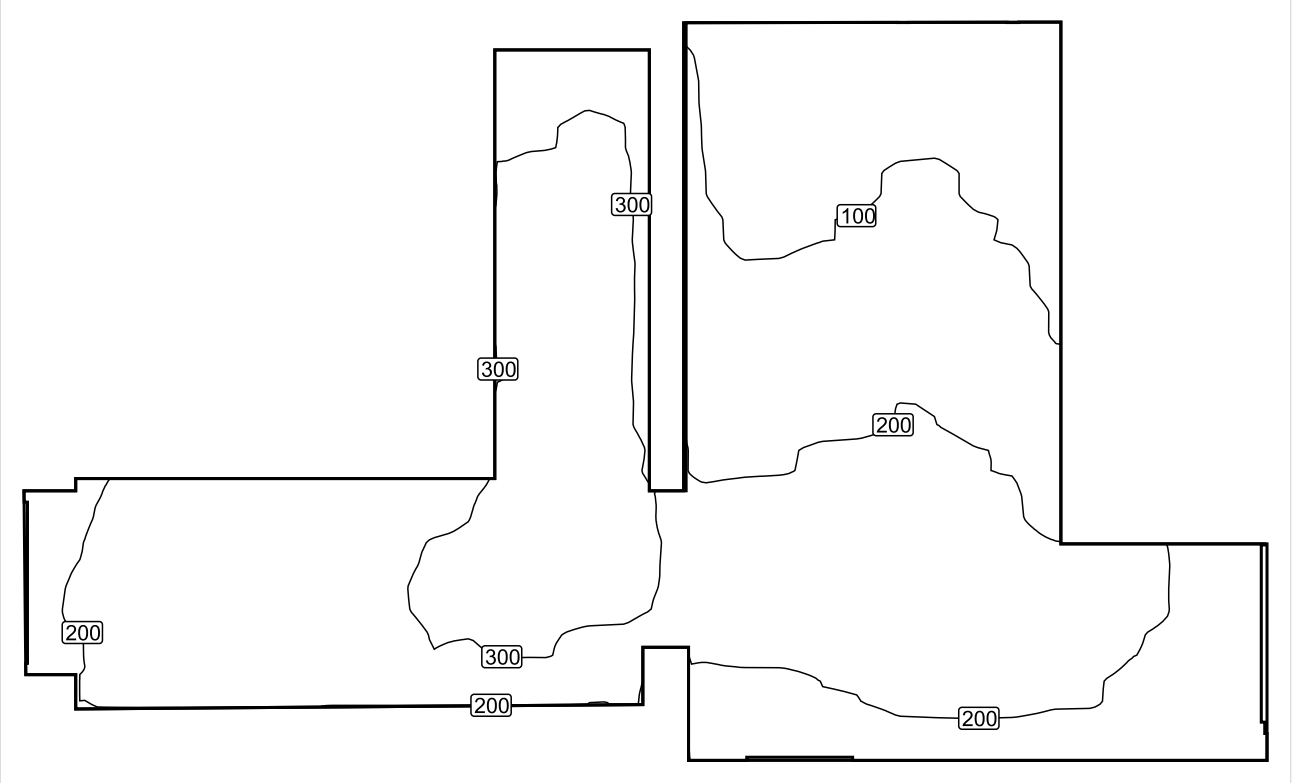
Flujo luminoso total de lámparas: 15605 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 15605 lm, Potencia total: 180.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 7.71 W/m² = 3.71 W/m²/100 lx (Base 23.35 m²)

10-Pasillo Zona Guardias



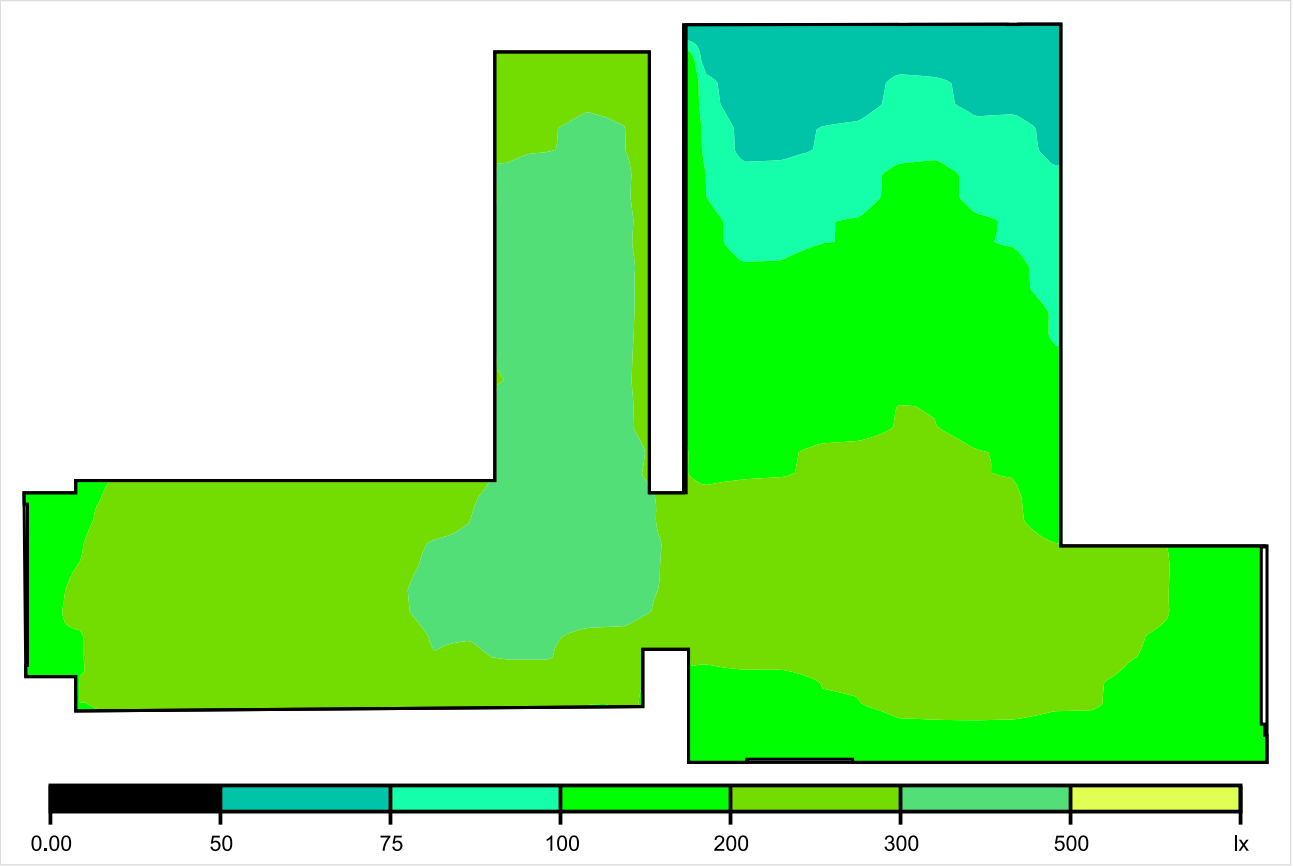
10-Pasillo Zona Guardias



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 208 lx, Min: 51.2 lx, Max: 371 lx, Mín./medio: 0.25, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

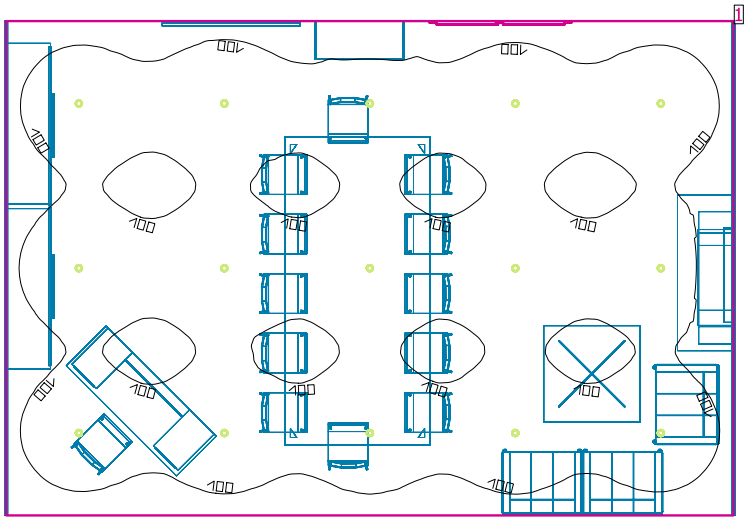
10-Pasillo Zona Guardias



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 208 lx, Min: 51.2 lx, Max: 371 lx, Mín./medio: 0.25, Mín./máx.: 0.14
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

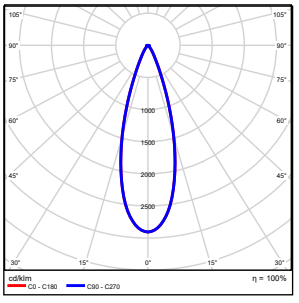
42-Cámara Canarias



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 8.4%, Suelo 3.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

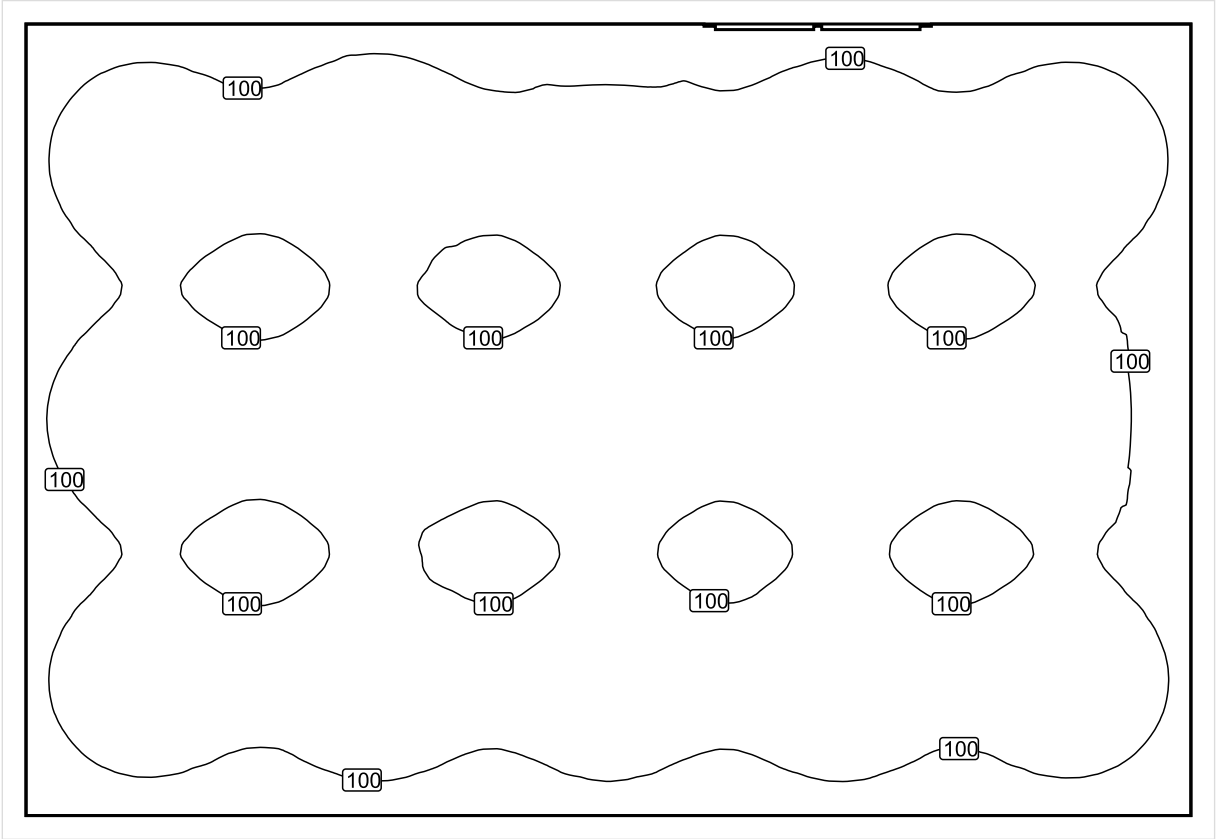
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	42-Cámara Canarias	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	120 (100)	0.83	196	0.01	0.00

N°	Número de unidades			
1	15	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 6750 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6750 lm, Potencia total: 165.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.09 W/m² = 3.40 W/m²/100 lx (Base 40.32 m²)

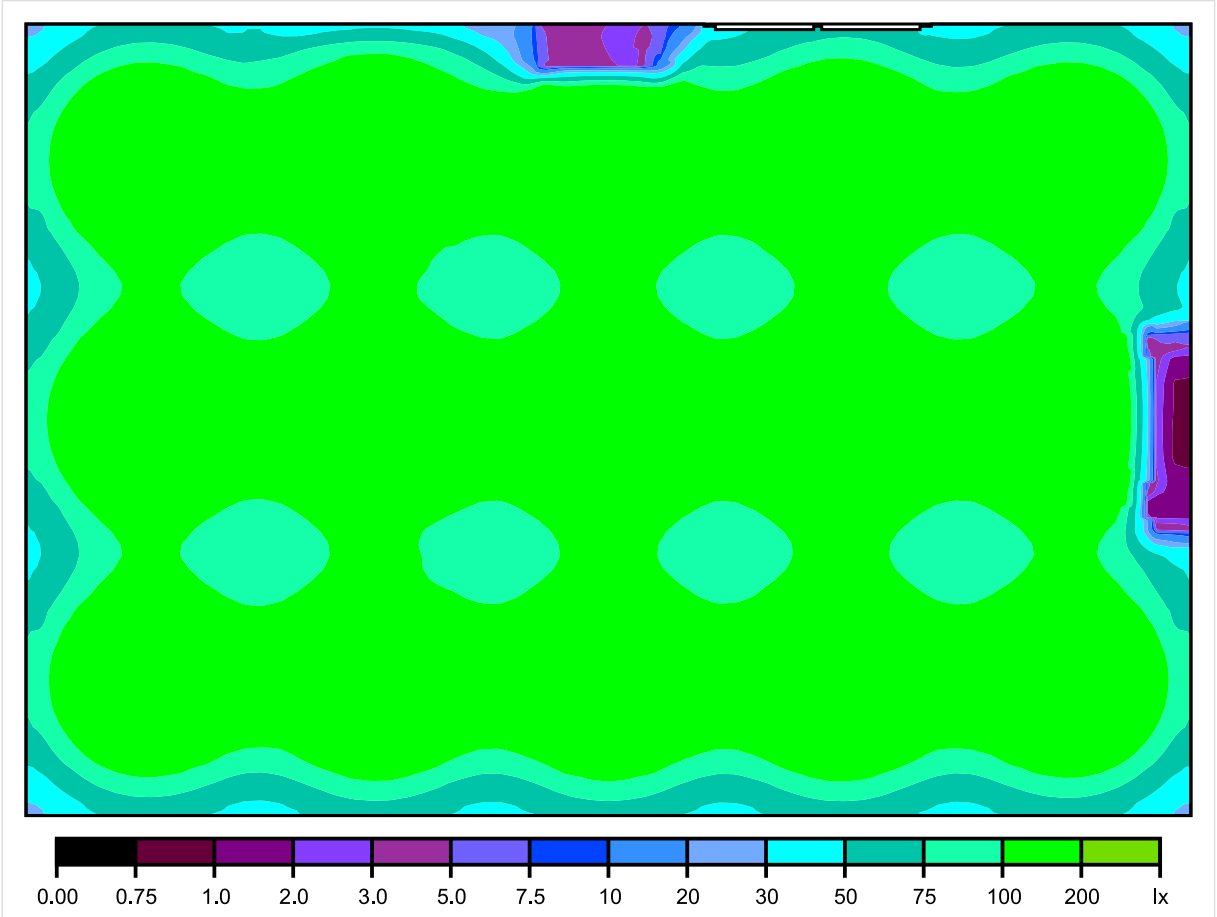
42-Cámara Canarias



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 120 lx, Min: 0.83 lx, Max: 196 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

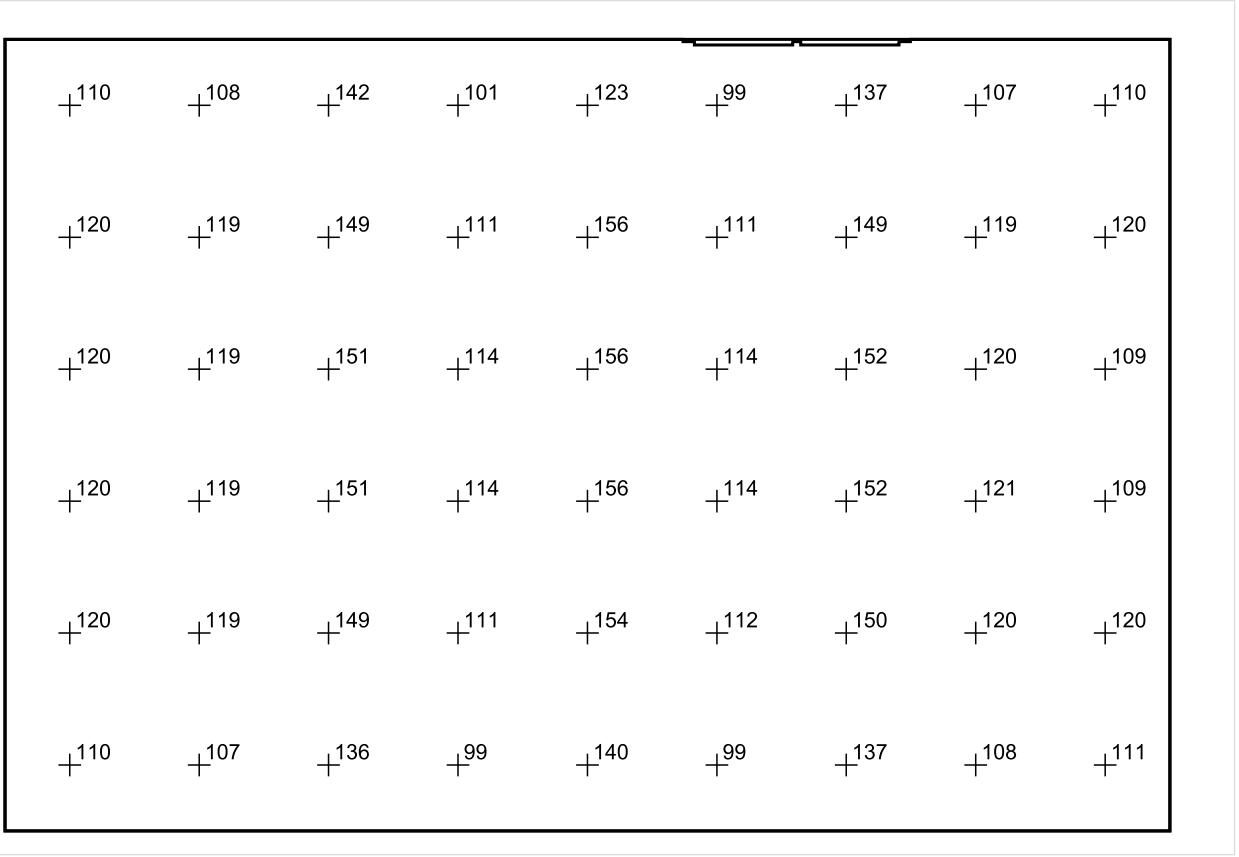
42-Cámara Canarias



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 120 lx, Min: 0.83 lx, Max: 196 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

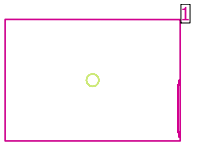
42-Cámara Canarias



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 120 lx, Min: 0.83 lx, Max: 196 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

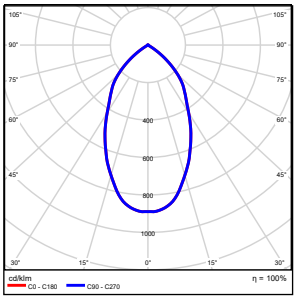
43-Repostería Camara Canarias



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 39.8%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

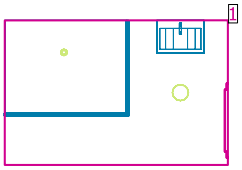
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	43-Repostería Camara Canarias	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	211 (50.0)	60.2	466	0.29	0.13

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 1815 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 1814 lm, Potencia total: 21.9 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.22 W/m² = 2.00 W/m²/100 lx (Base 5.19 m²)

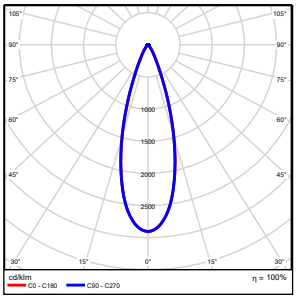
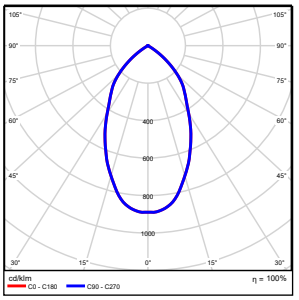
44-Aseo Segunda Planta



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 82.2%, Paredes 68.9%, Suelo 70.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	44-Aseo Segunda Planta	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	260 (200)	16.3	580	0.06	0.03

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	1	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

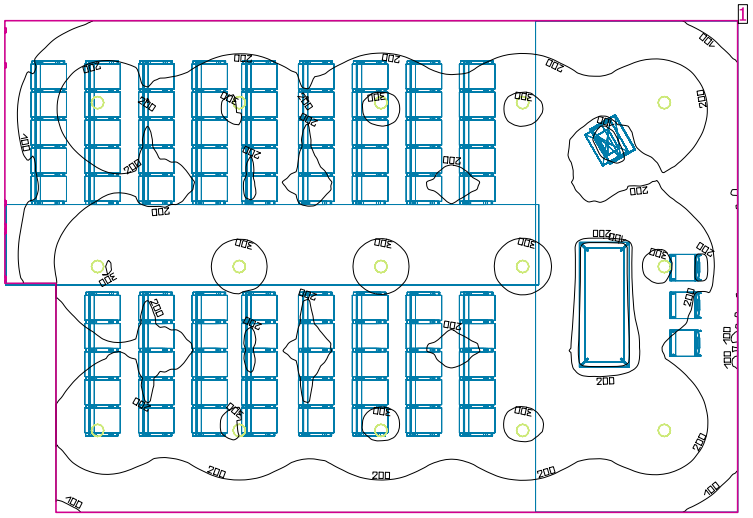
Flujo luminoso total de lámparas: 2265 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 2264 lm, Potencia total: 32.9 W, Rendimiento lumínico: 68.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 6.80 W/m² = 2.62 W/m²/100 lx (Base 4.84 m²)

45-Auxiliar Sala Proyecciones

Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 39.8%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

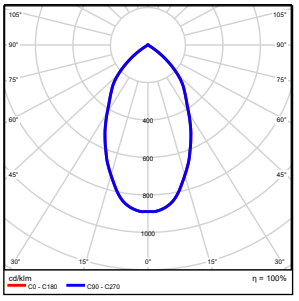
46-Sala de Proyecciones



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 60.6%, Paredes 12.1%, Suelo 28.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	46-Sala de Proyecciones	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	209 (200)	1.86	327	0.01	0.01

N°	Número de unidades			
1	15	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

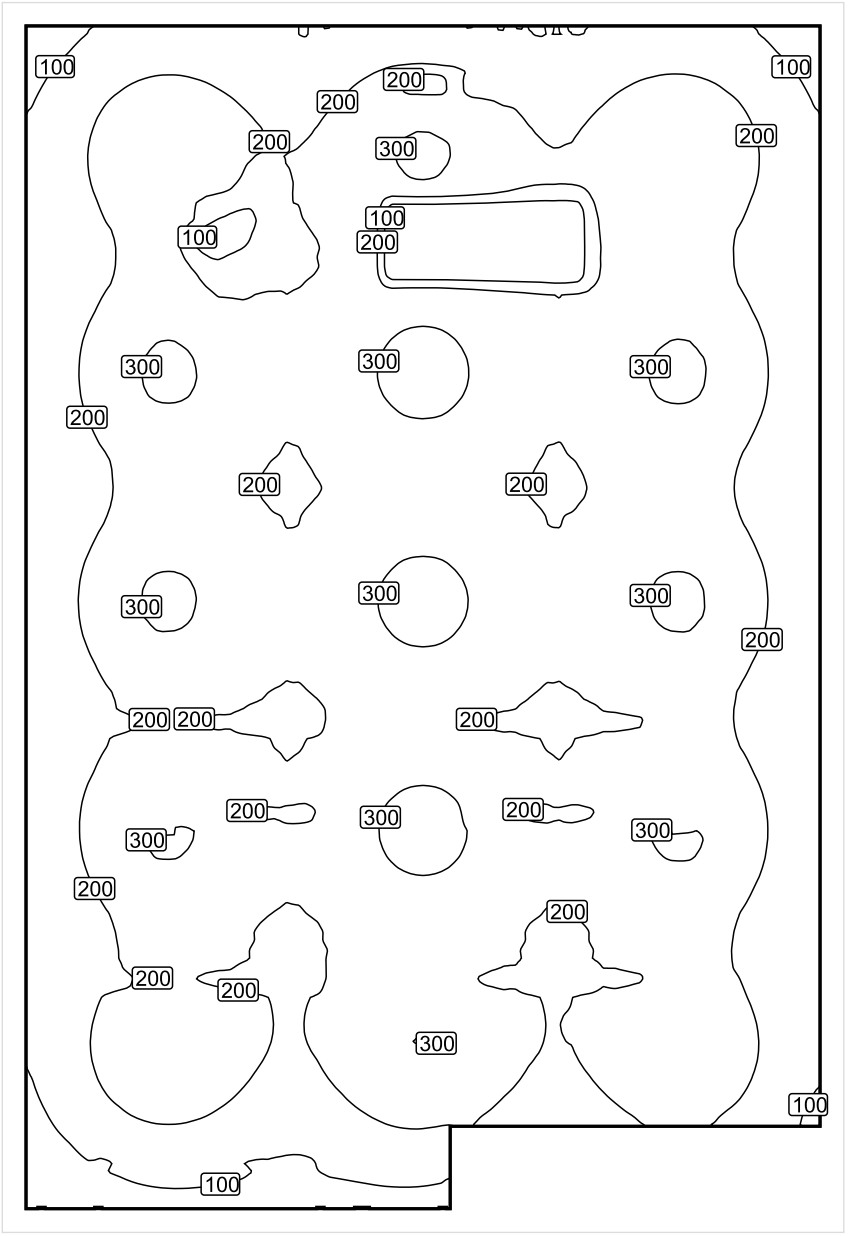
Flujo luminoso total de lámparas: 27225 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 27210 lm, Potencia total: 328.5 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.67 W/m² = 1.76 W/m²/100 lx (Base 89.45 m²)

46-Sala de Proyecciones



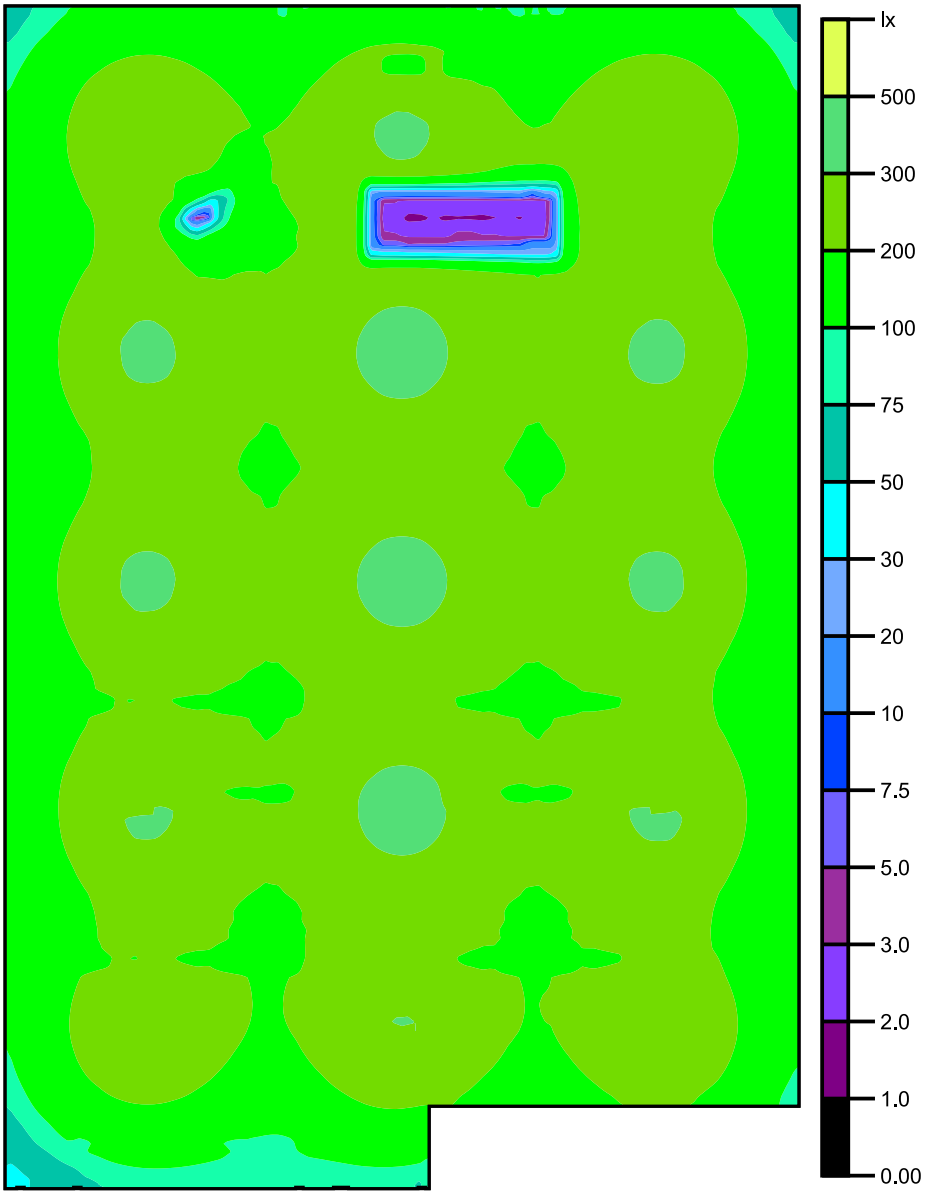
46-Sala de Proyecciones



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 209 lx, Min: 1.86 lx, Max: 327 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

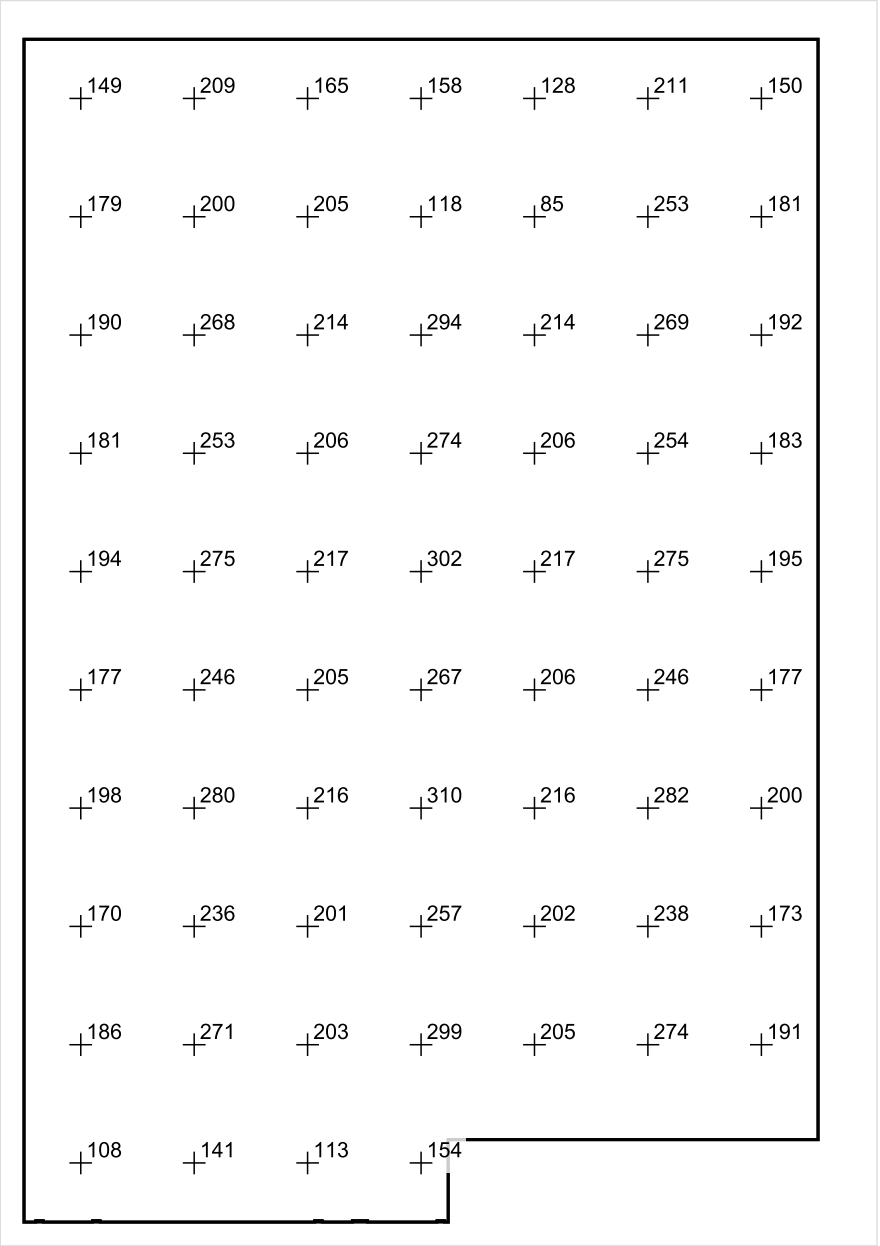
46-Sala de Proyecciones



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 209 lx, Min: 1.86 lx, Max: 327 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

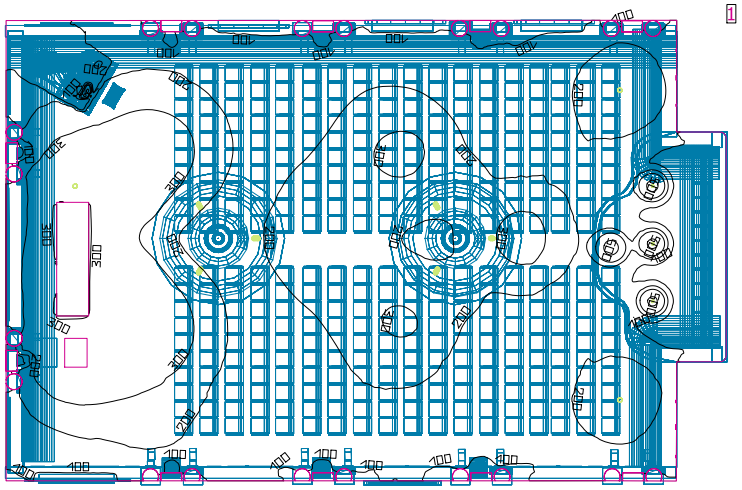
46-Sala de Proyecciones



Escala: 1 : 75

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 209 lx, Min: 1.86 lx, Max: 327 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.01
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

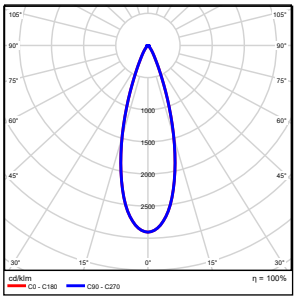
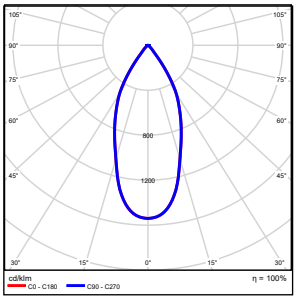
47-Salón de actos



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 88.1%, Paredes 80.5%, Suelo 37.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	47-Salón de actos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m	201 (200)	0.66	586	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	9	Disano Illuminazione Rio - Adaptador Universal Fosnova Rio LED 52W 3000k CLD CELL plata m. Grado de eficacia de funcionamiento: 99.99% Flujo luminoso de lámparas: 4752 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4751 lm Potencia: 57.0 W Rendimiento lumínico: 83.4 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 44118 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 44109 lm, Potencia total: 546.0 W, Rendimiento lumínico: 80.8 lm/W

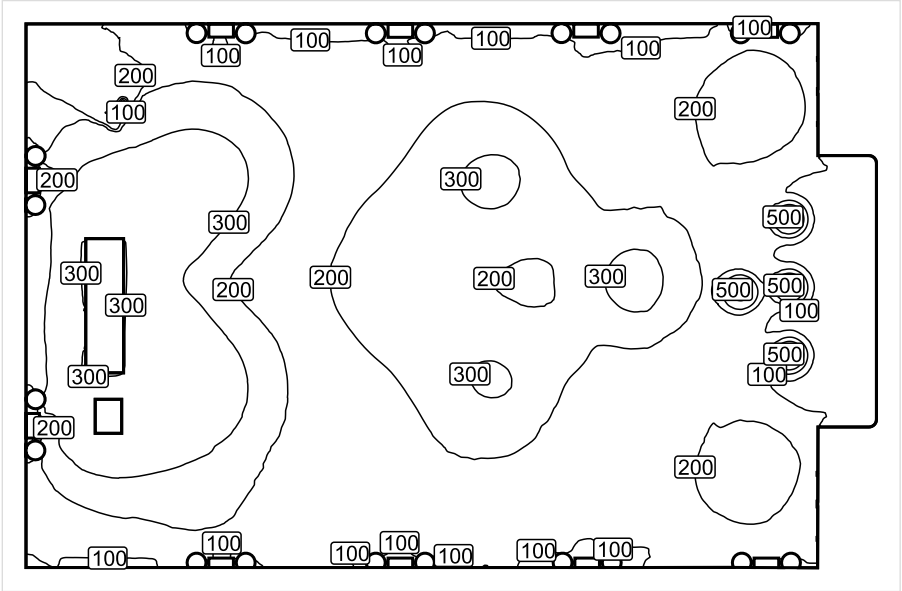
Potencia específica de conexión: 1.77 W/m² = 0.88 W/m²/100 lx (Base 308.13 m²)

47-Salón de actos





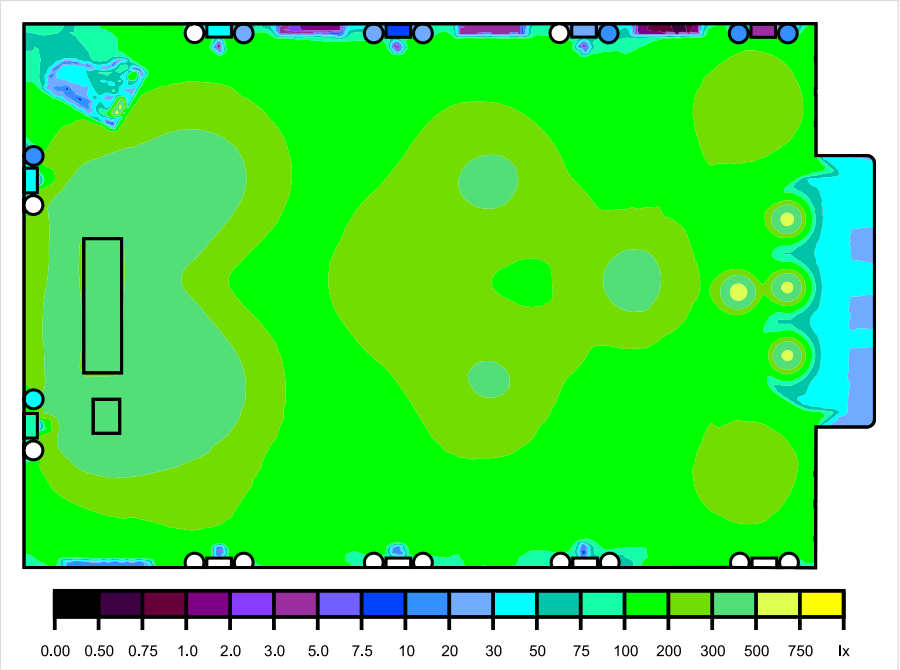
47-Salón de actos



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 201 lx, Min: 0.66 lx, Max: 586 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

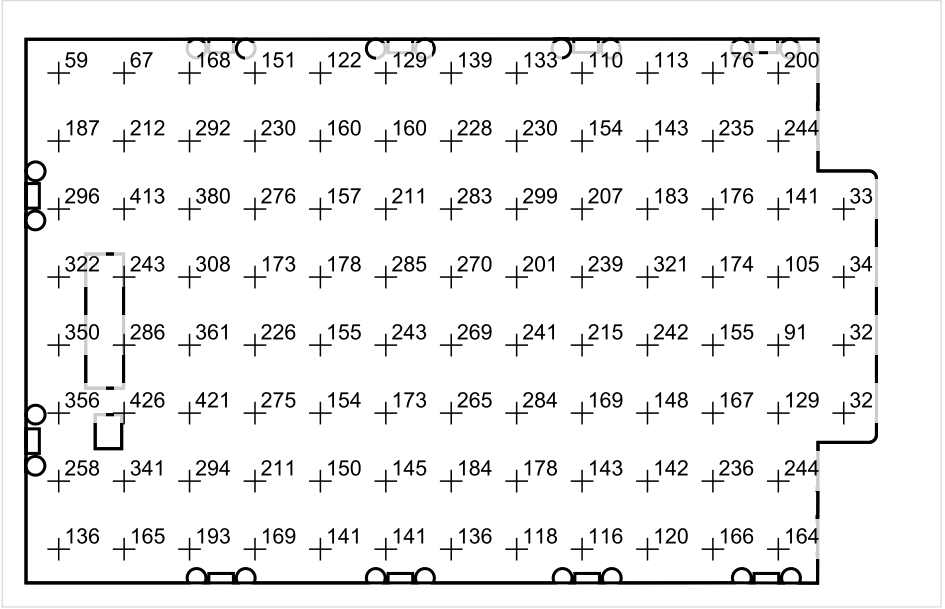
47-Salón de actos



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 201 lx, Min: 0.66 lx, Max: 586 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

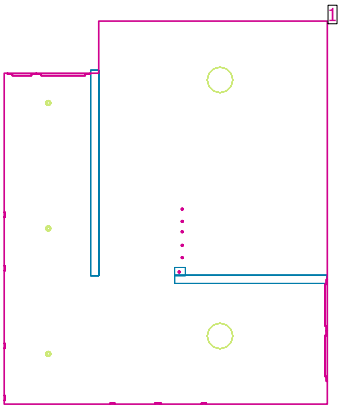
47-Salón de actos



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 201 lx, Min: 0.66 lx, Max: 586 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 1.000 m, Zona marginal: 0.000 m

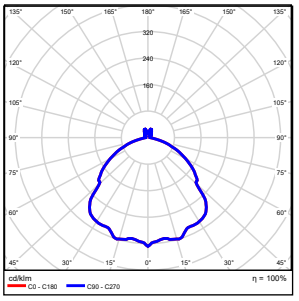
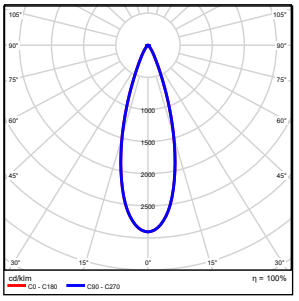
48-Escaleras Sala Proyecciones



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 86.8%, Paredes 77.8%, Suelo 22.1%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

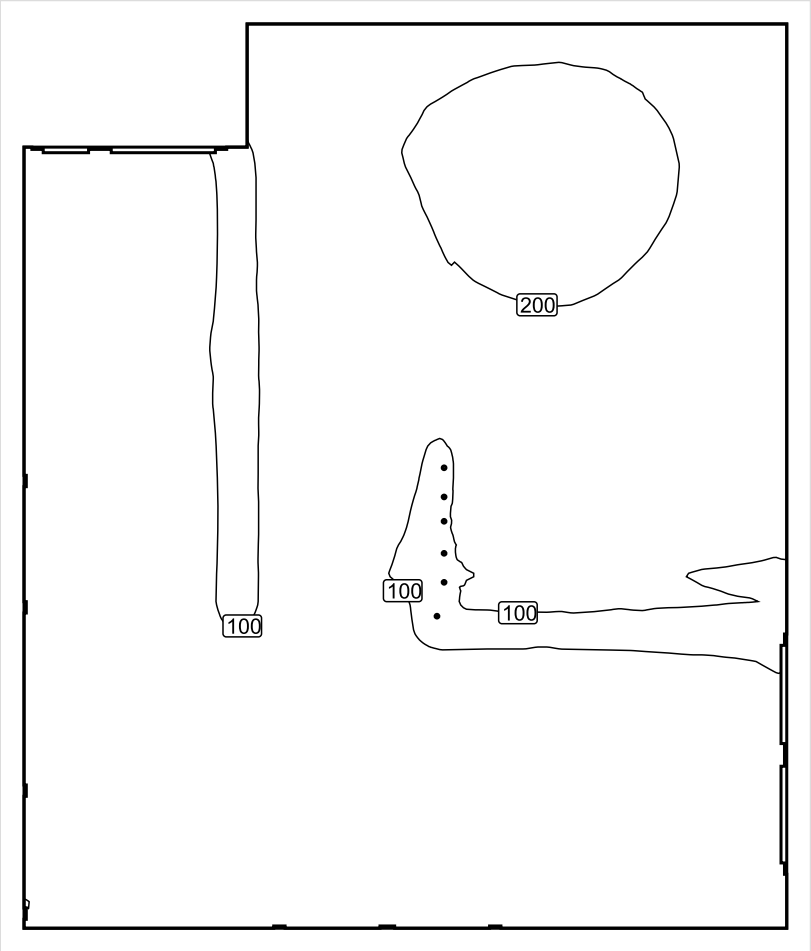
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	48-Escaleras Sala Proyecciones	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	156 (150)	15.4	217	0.10	0.07

N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm Potencia: 42.9 W Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		
2	3	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 8744 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 8744 lm, Potencia total: 118.8 W, Rendimiento lumínico: 73.6 lm/W

Potencia específica de conexión: 4.10 W/m² = 2.62 W/m²/100 lx (Base 28.99 m²)

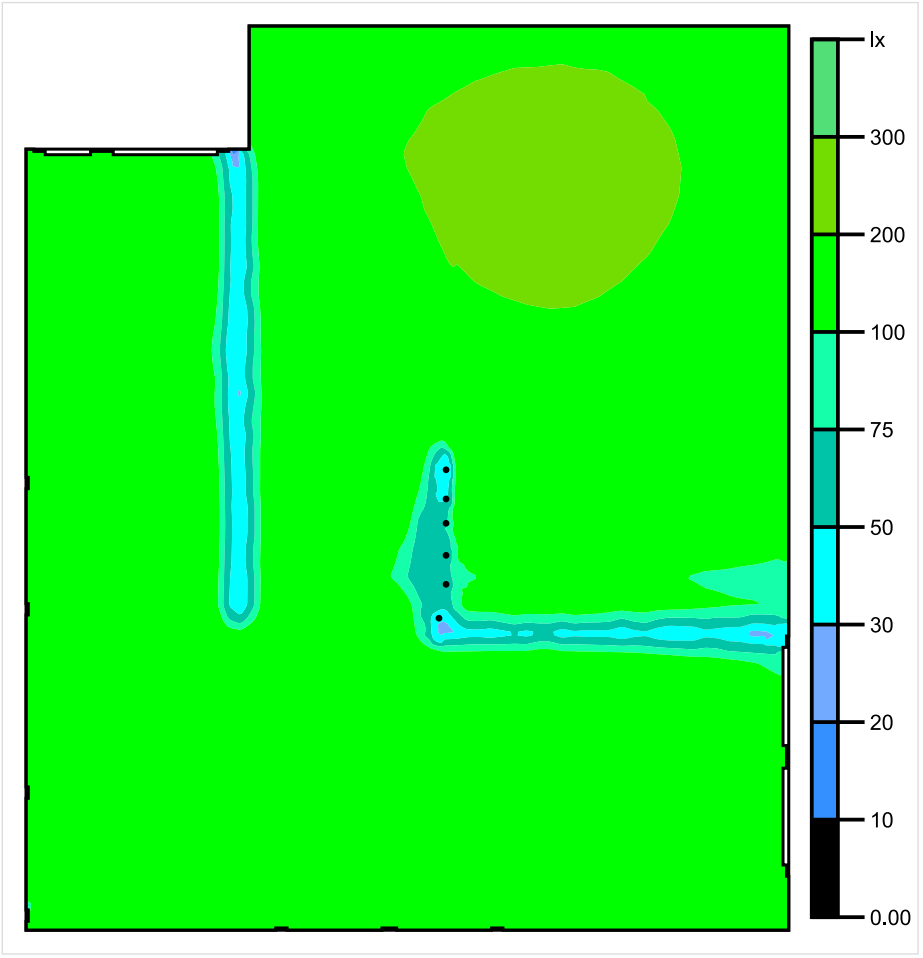
48-Escaleras Sala Proyecciones



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 156 lx, Min: 15.4 lx, Max: 217 lx, Mín./medio: 0.10, Mín./máx.: 0.07
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

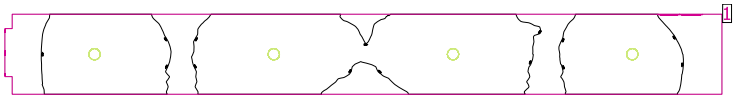
48-Escaleras Sala Proyecciones



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 156 lx, Min: 15.4 lx, Max: 217 lx, Mín./medio: 0.10, Mín./máx.: 0.07
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

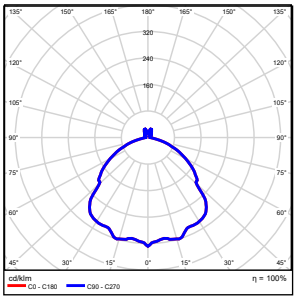
49-Pasillo Salón Actos



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 75.0%, Paredes 84.3%, Suelo 25.7%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

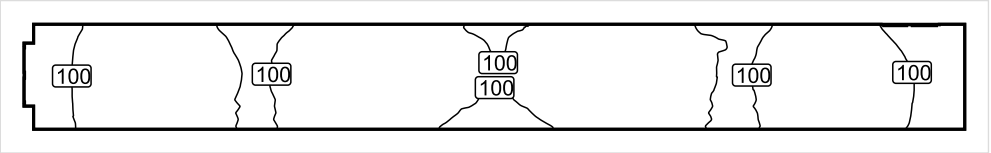
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	49-Pasillo Salón Actos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	120 (100)	46.7	172	0.39	0.27

N°	Número de unidades			
1	4	Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm Potencia: 42.9 W Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 14788 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 14788 lm, Potencia total: 171.6 W, Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.49 W/m² = 2.08 W/m²/100 lx (Base 68.85 m²)

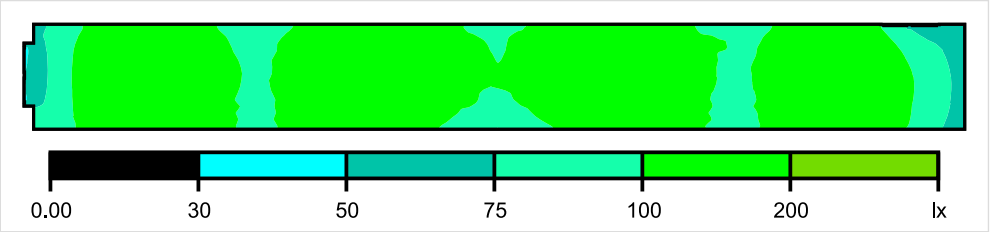
49-Pasillo Salón Actos



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 120 lx, Min: 46.7 lx, Max: 172 lx, Mín./medio: 0.39, Mín./máx.: 0.27
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

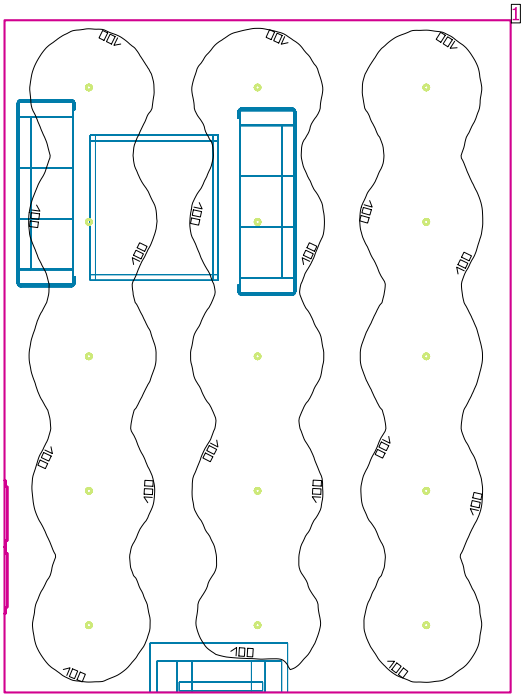
49-Pasillo Salón Actos



Escala: 1 : 200

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 120 lx, Min: 46.7 lx, Max: 172 lx, Mín./medio: 0.39, Mín./máx.: 0.27
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

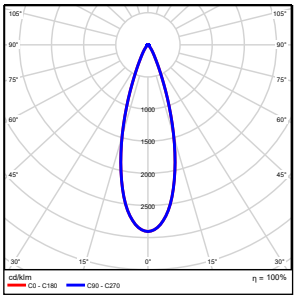
50-Cámara GM 2ªPlanta



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 76.6%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

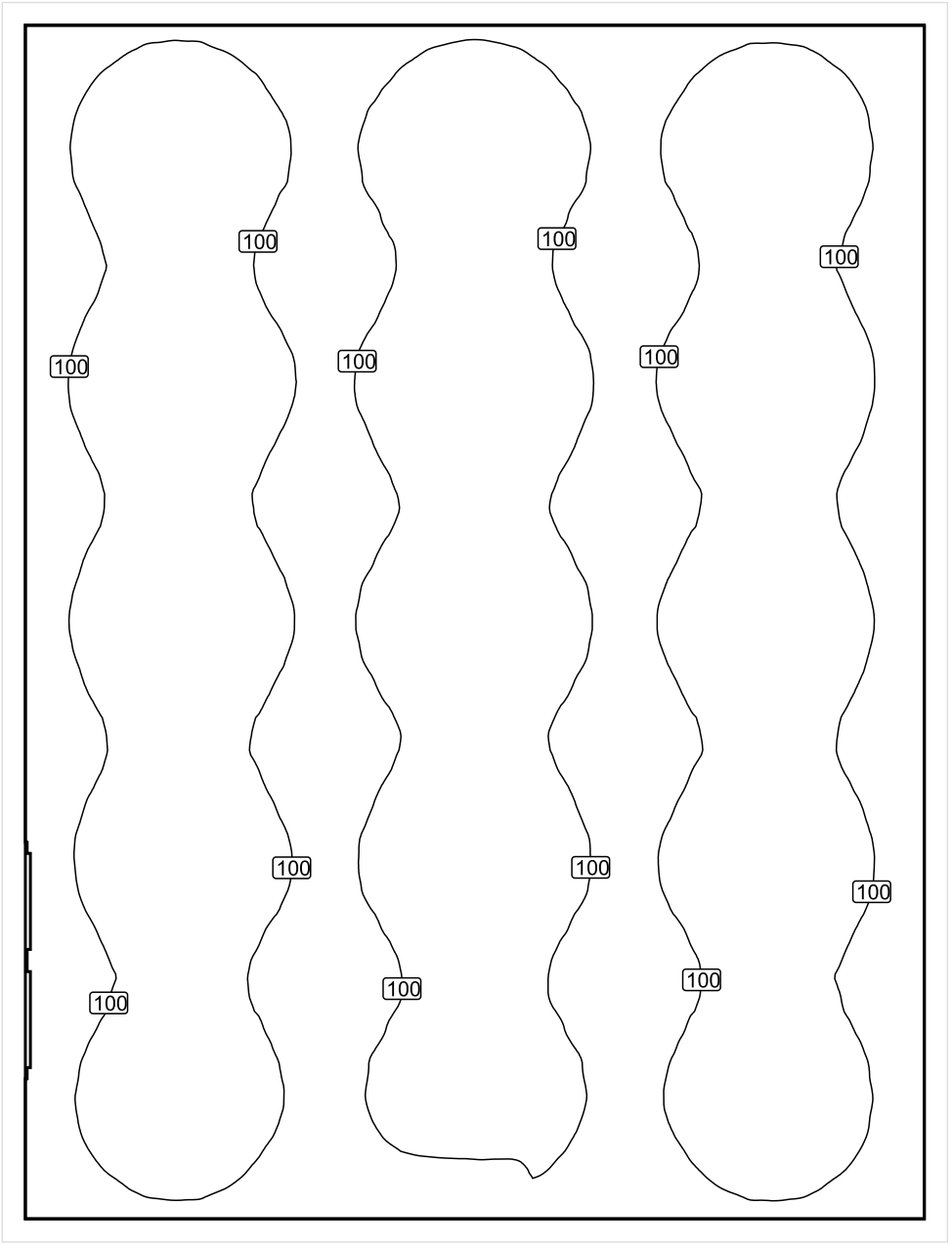
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	50-Cámara GM 2ªPlanta	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	114 (100)	0.77	195	0.01	0.00

N°	Número de unidades			
1	15	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 6750 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 6750 lm, Potencia total: 165.0 W, Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.36 W/m² = 2.95 W/m²/100 lx (Base 49.11 m²)

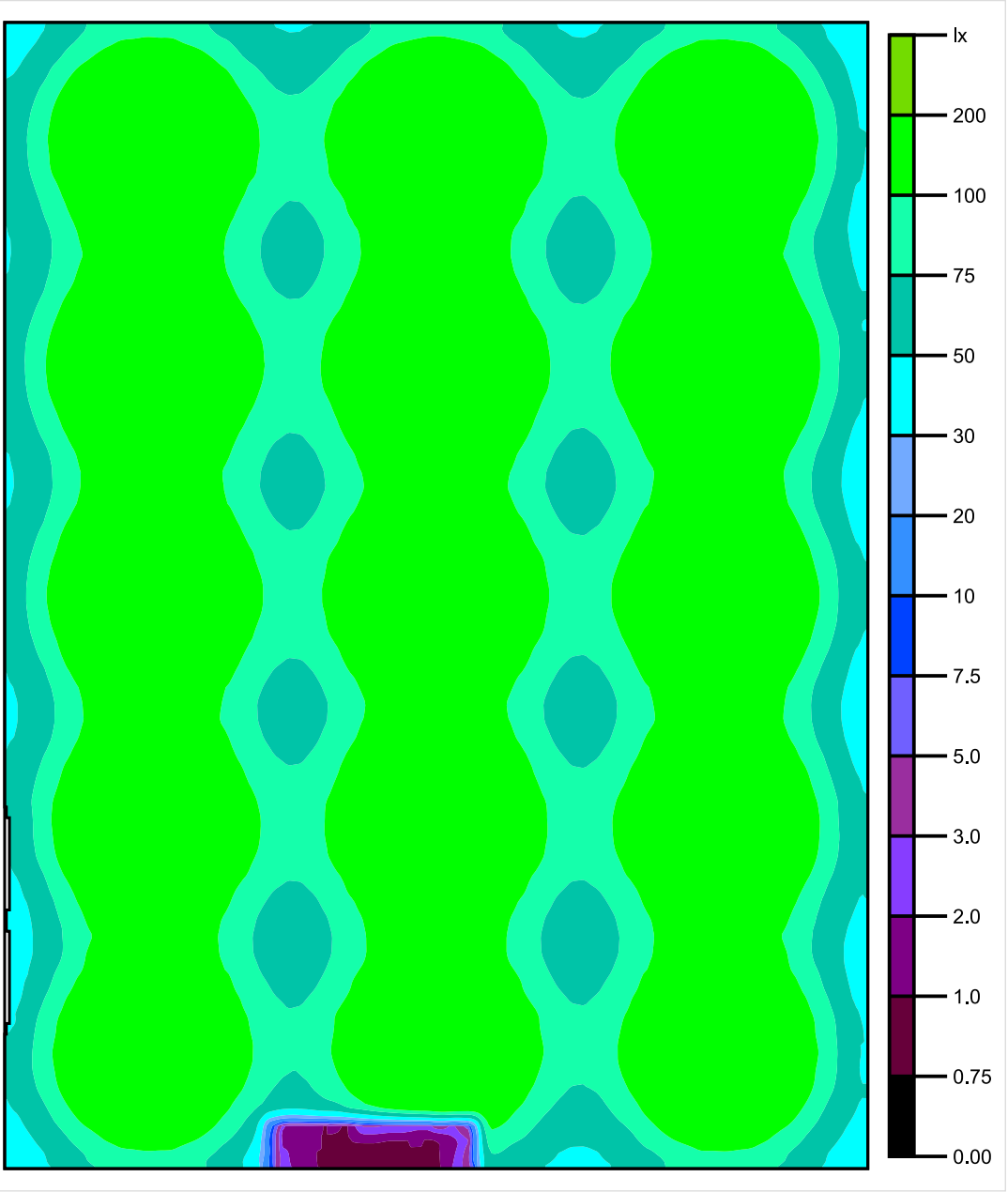
50-Cámara GM 2ªPlanta



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 114 lx, Min: 0.77 lx, Max: 195 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

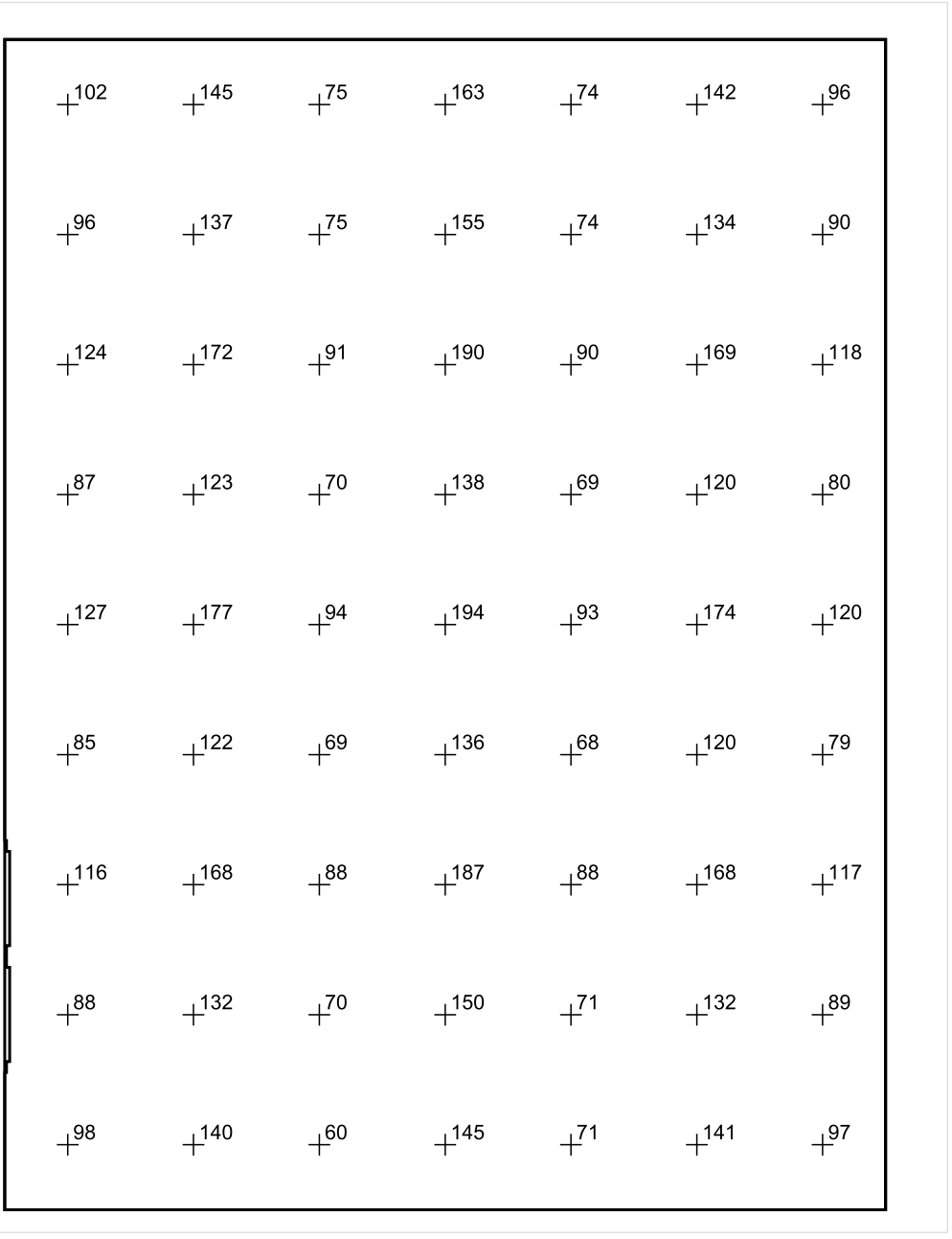
50-Cámara GM 2ªPlanta



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 114 lx, Min: 0.77 lx, Max: 195 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

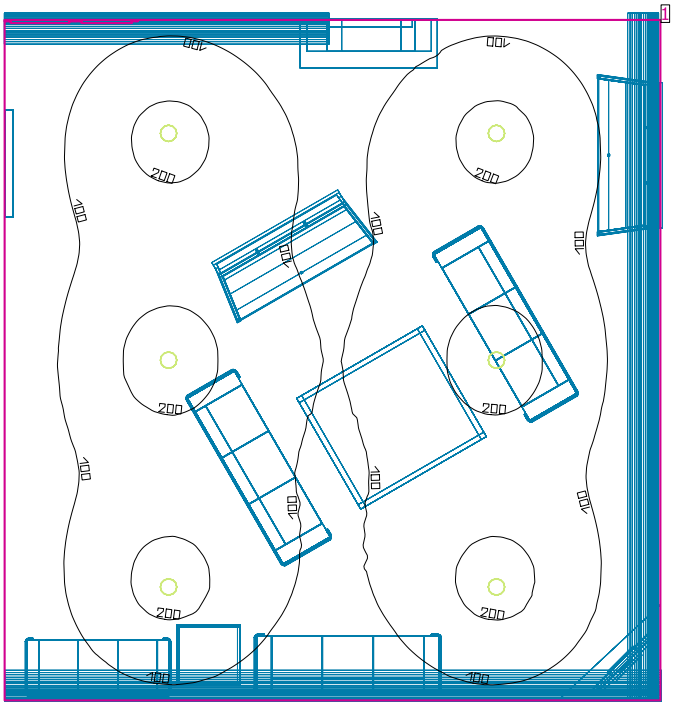
50-Cámara GM 2ªPlanta



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 114 lx, Min: 0.77 lx, Max: 195 lx, Mín./medio: 0.01, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

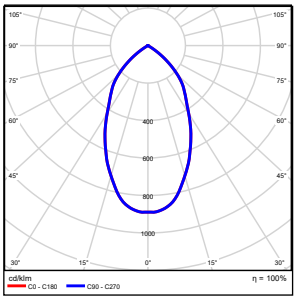
51-Fragatera



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 88.0%, Paredes 3.1%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

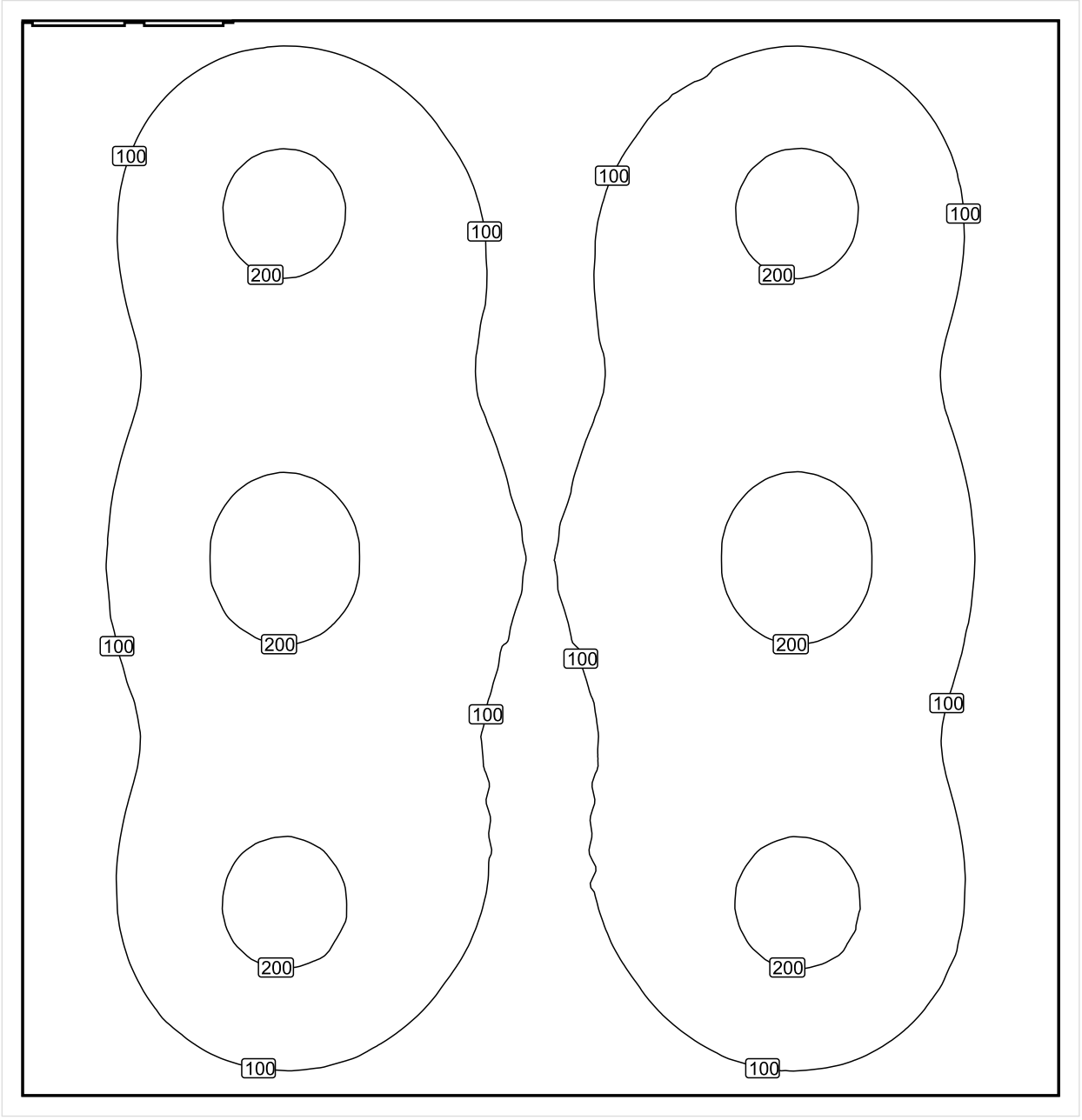
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	51-Fragatera	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	122 (100)	0.03	239	0.00	0.00

N°	Número de unidades			
1	6	Disano Illuminazione Roma 4 Fosnova Roma 4 LED DLM FLEX 3000K CLD CELLDD DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 99.95% Flujo luminoso de lámparas: 1815 lm Flujo luminoso de las luminarias: 1814 lm Potencia: 21.9 W Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 10890 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 10884 lm, Potencia total: 131.4 W, Rendimiento lumínico: 82.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 2.04 W/m² = 1.67 W/m²/100 lx (Base 64.41 m²)

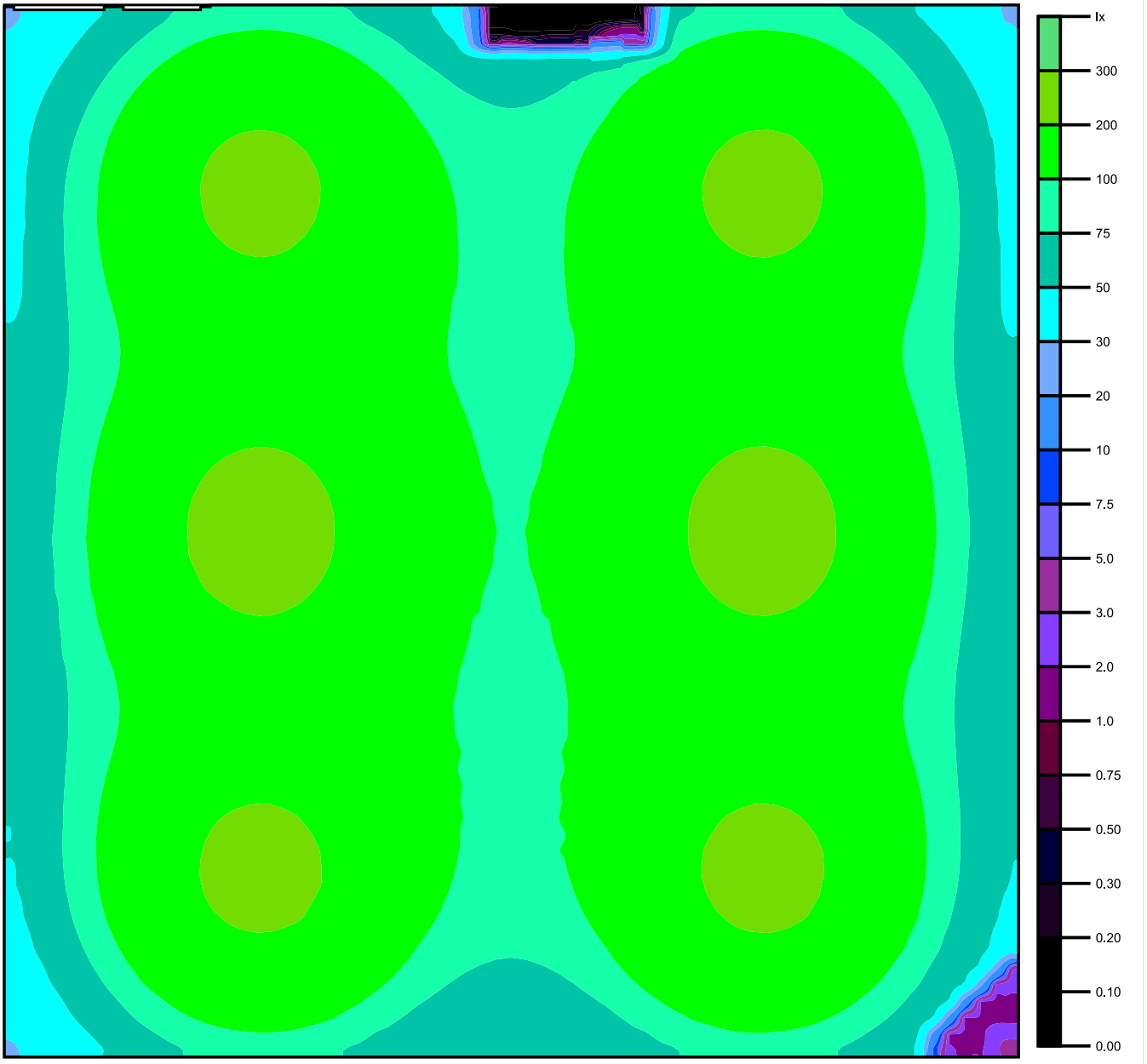
51-Fragatera



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 122 lx, Min: 0.03 lx, Max: 239 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

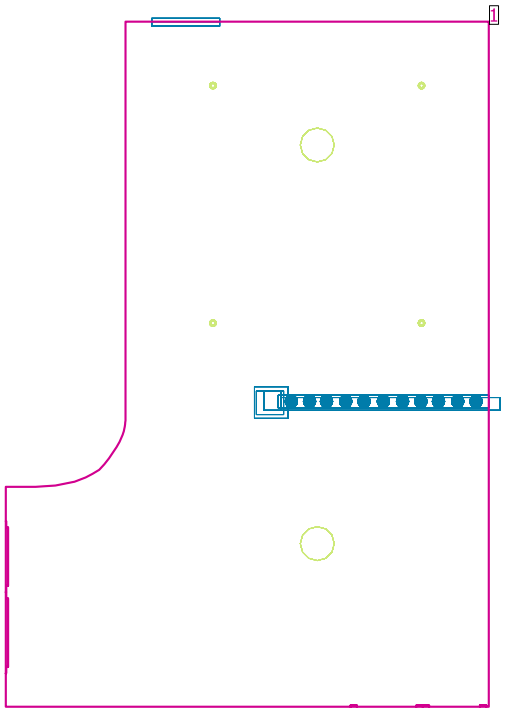
51-Fragatera



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 122 lx, Min: 0.03 lx, Max: 239 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m

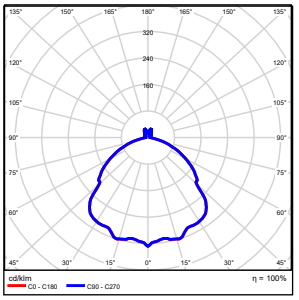
8-Escaleras Salón Actos

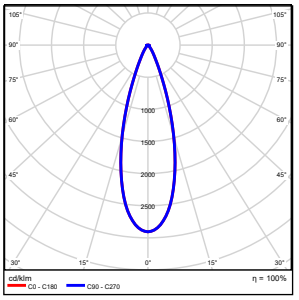


Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 85.7%, Paredes 77.8%, Suelo 1.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	8-Escaleras Salón Actos	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	146 (100)	0.10	273	0.00	0.00

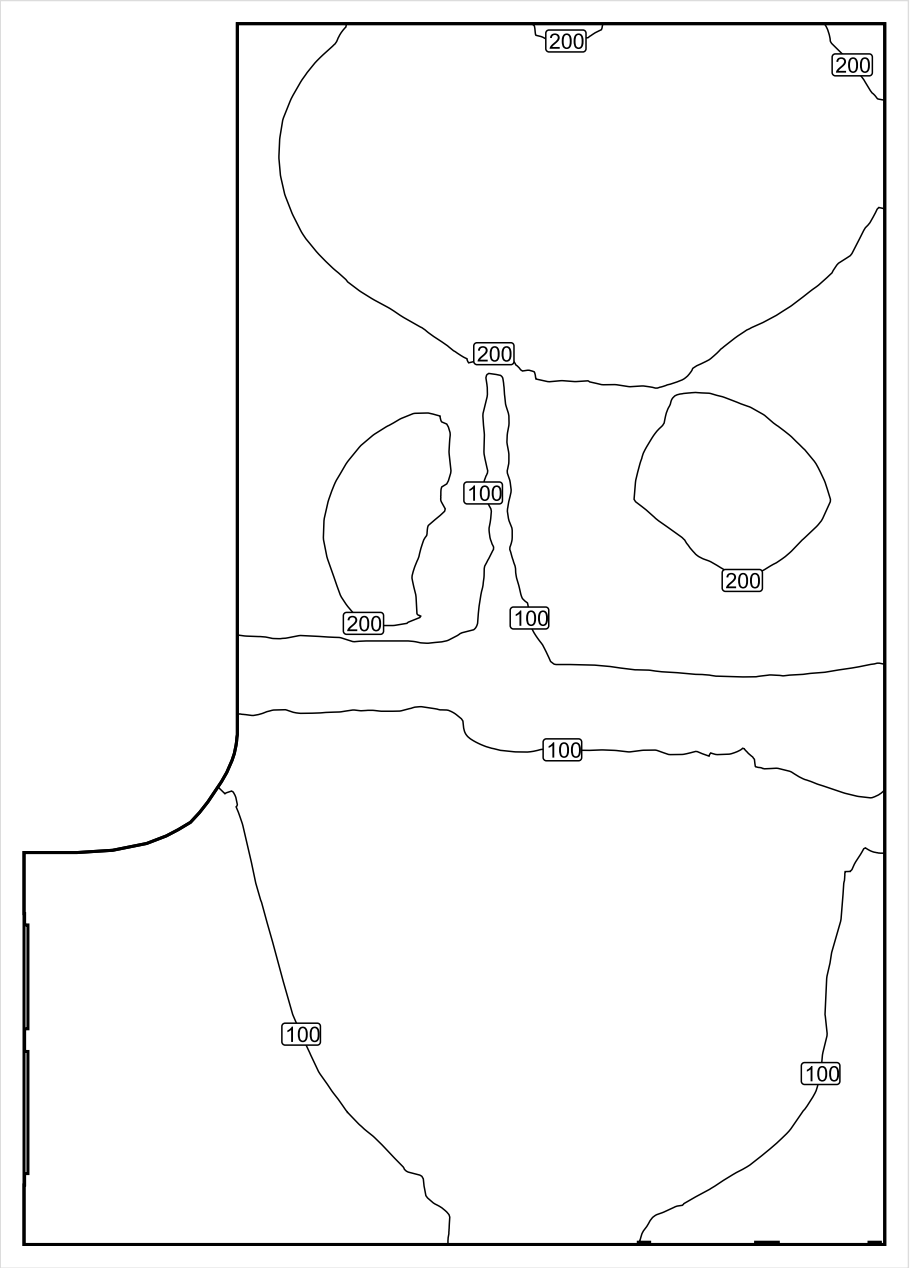
N°	Número de unidades			
1	2	Disano Illuminazione 3116 Ghost LED - Difusor microsatinado Disano 3116 40W CLD CELL plata est. Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3697 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3697 lm Potencia: 42.9 W Rendimiento lumínico: 86.2 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

N°	Número de unidades			
2	4	Disano Illuminazione Janus LED Sharp 7W - DIMM Home Fosnova Janus LED Sharp 7W - 220-240V CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 450 lm Flujo luminoso de las luminarias: 450 lm Potencia: 11.0 W Rendimiento lumínico: 40.9 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 9194 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 9194 lm, Potencia total: 129.8 W, Rendimiento lumínico: 70.8 lm/W

Potencia específica de conexión: 3.38 W/m² = 2.31 W/m²/100 lx (Base 38.42 m²)

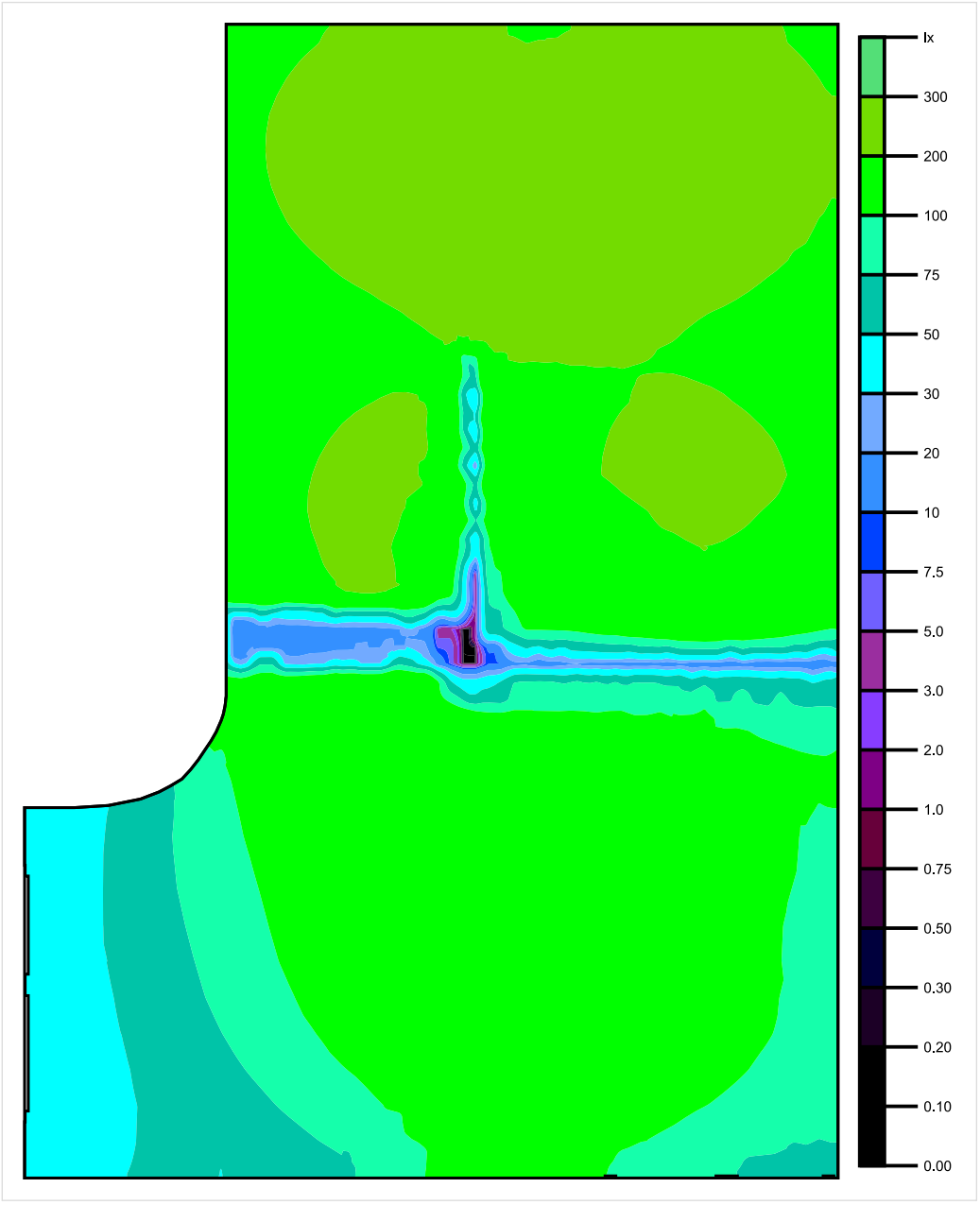
8-Escaleras Salón Actos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 146 lx, Min: 0.10 lx, Max: 273 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

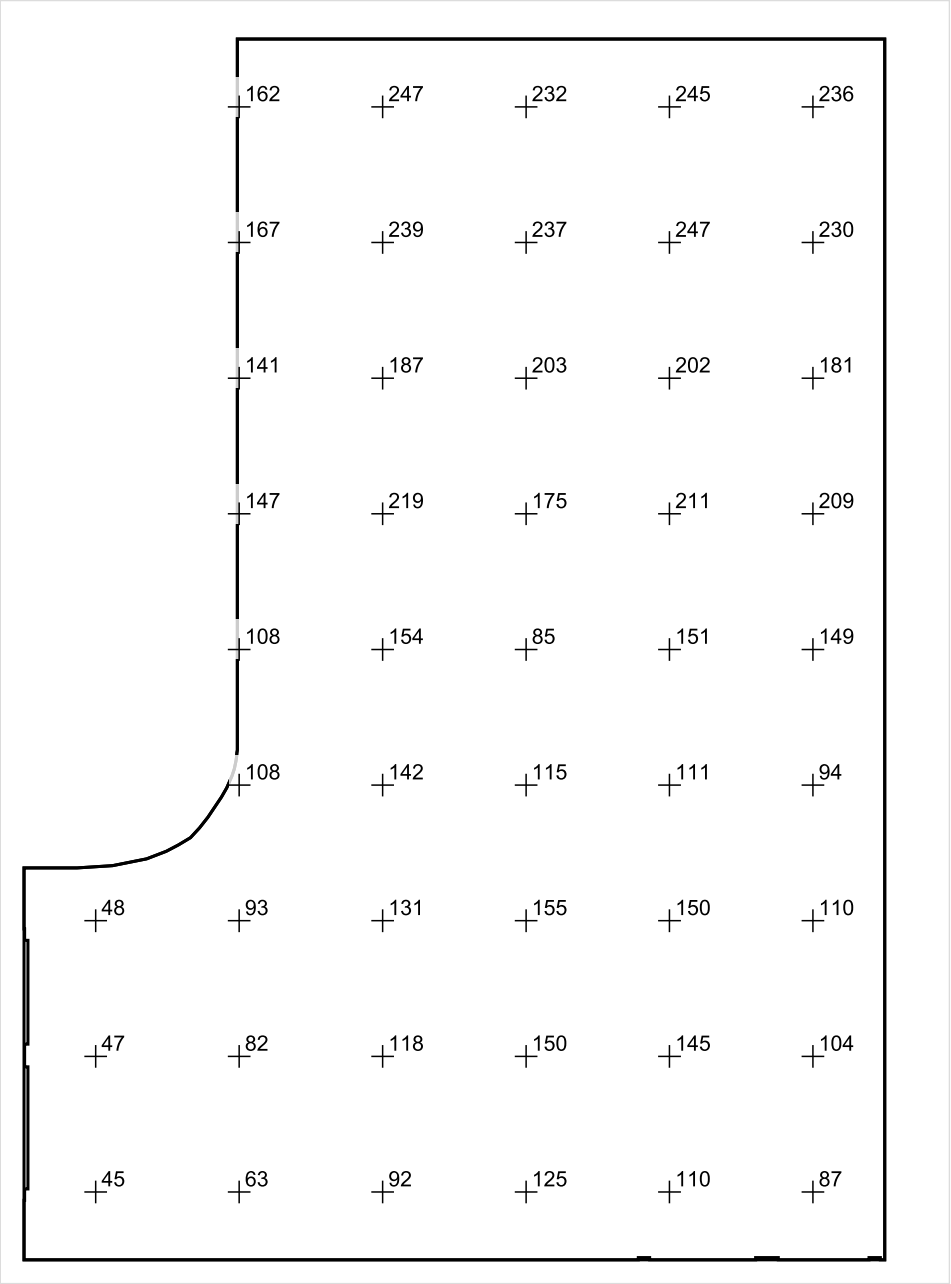
8-Escaleras Salón Actos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 146 lx, Min: 0.10 lx, Max: 273 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

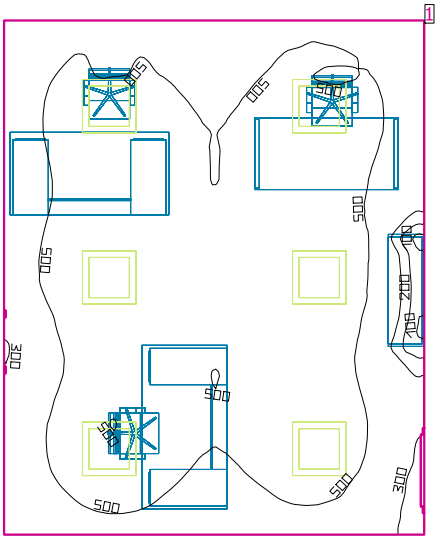
8-Escaleras Salón Actos



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 146 lx, Min: 0.10 lx, Max: 273 lx, Mín./medio: 0.00, Mín./máx.: 0.00
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

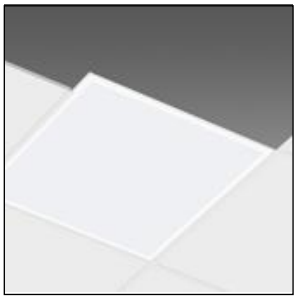
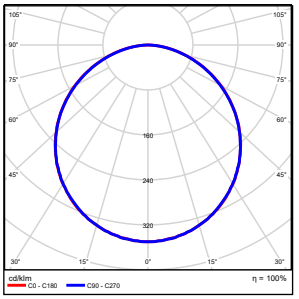
54-Oficina PRL-SEGOP



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 77.0%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

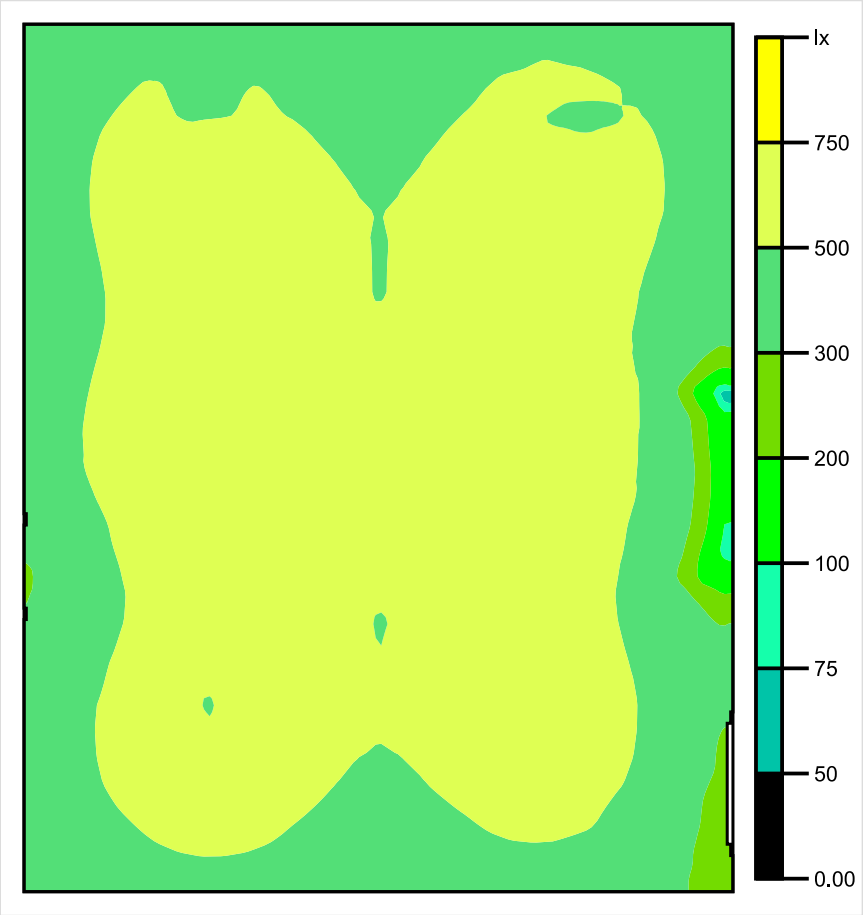
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	54-Oficina PRL-SEGOP	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	506 (500)	60.8	676	0.12	0.09

N°	Número de unidades			
1	6	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 18726 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 18726 lm, Potencia total: 216.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 8.03 W/m² = 1.59 W/m²/100 lx (Base 26.89 m²)

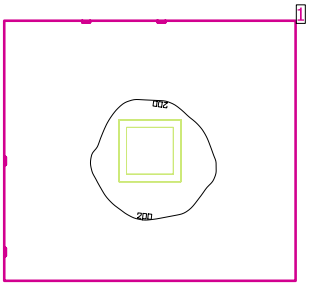
54-Oficina PRL-SEGOP



Escala: 1 : 50

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 506 lx, Min: 60.8 lx, Max: 676 lx, Mín./medio: 0.12, Mín./máx.: 0.09
Altura del plano útil: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m

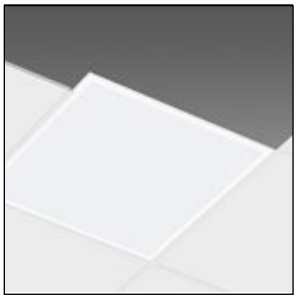
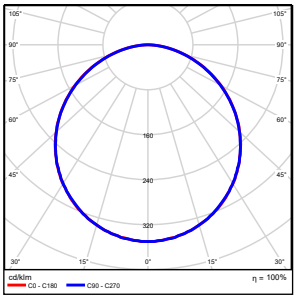
55-Hall PRL-SEGOP



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 76.8%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

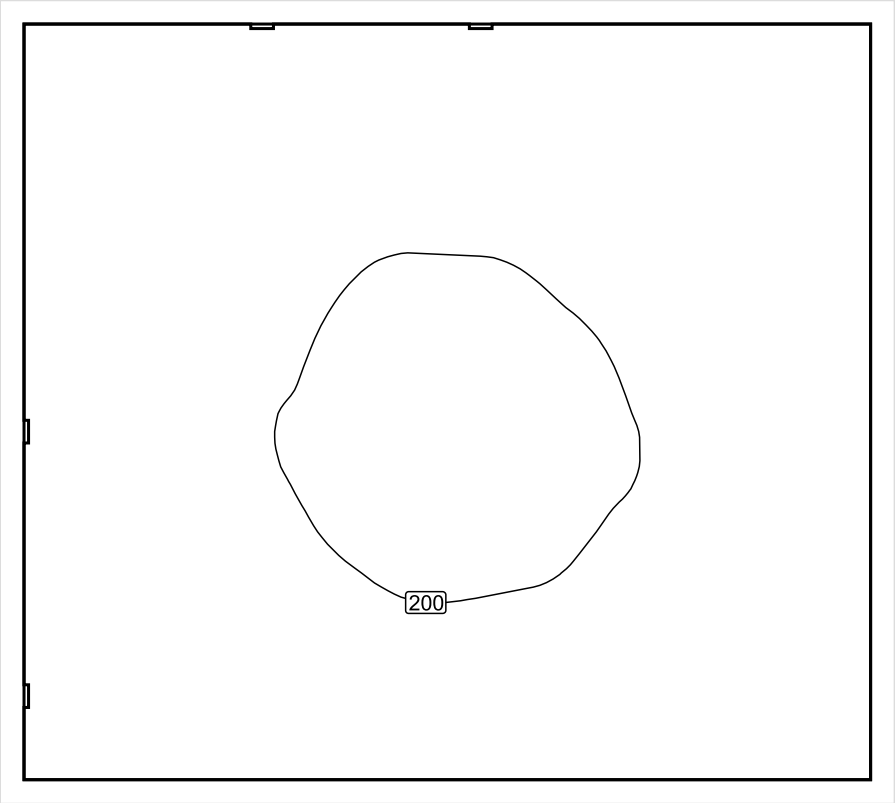
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	55-Hall PRL-SEGOP	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	174 (150)	121	213	0.70	0.57

N°	Número de unidades			
1	1	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 3121 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 3121 lm, Potencia total: 36.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 5.14 W/m² = 2.96 W/m²/100 lx (Base 7.00 m²)

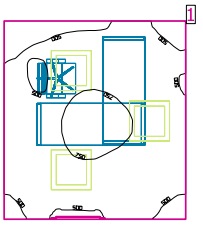
55-Hall PRL-SEGOP



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 174 lx, Min: 121 lx, Max: 213 lx, Mín./medio: 0.70, Mín./máx.: 0.57
Altura del plano útil: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m

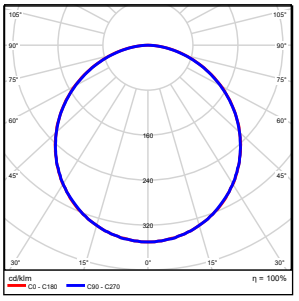
56-Despacho OF. PRL-SEGOP



Altura del local: 3.650 m, Grado de reflexión: Techo 89.1%, Paredes 75.2%, Suelo 9.8%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

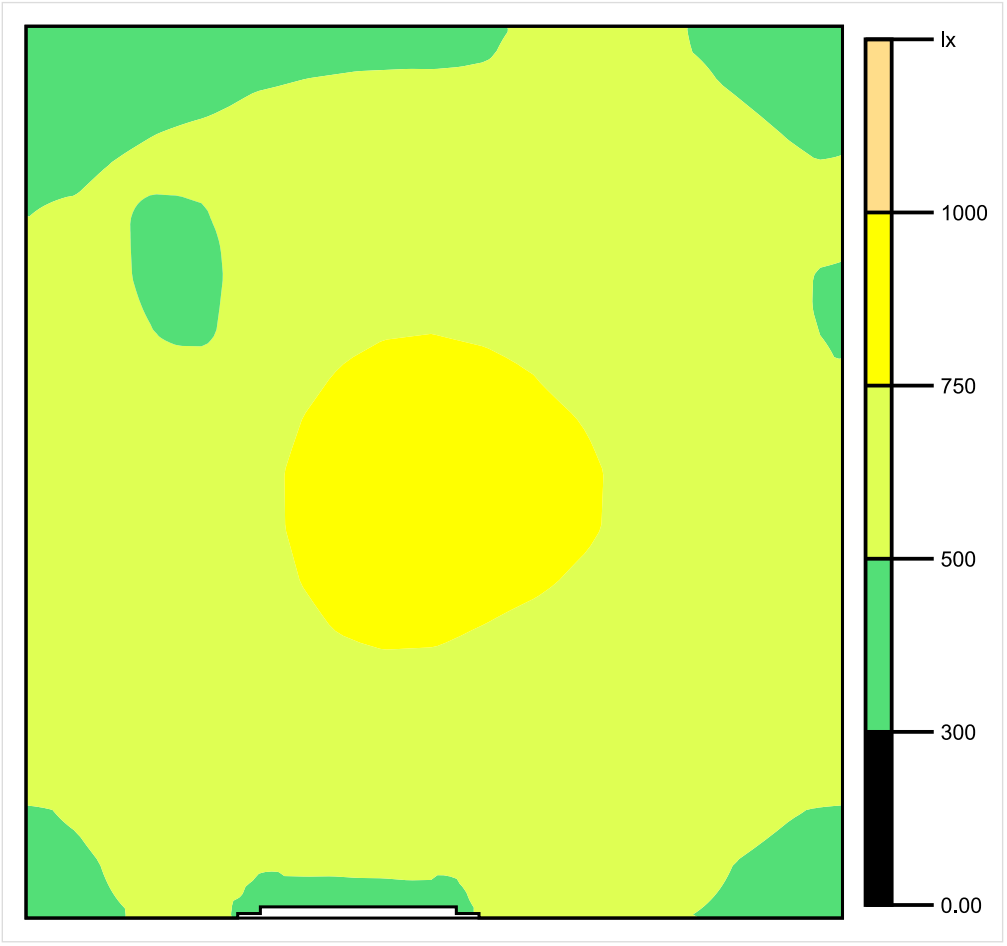
	Superficie	Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1	56-Despacho OF. PRL-SEGOP	Intensidad lumínica perpendicular [lx] Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	613 (500)	380	788	0.62	0.48

N°	Número de unidades			
1	3	Disano Illuminazione 840 LED panel - CRI 93 - DIMM Disano 840 LED CRI 93-3000K CLD CELL-D DIMM blanco Grado de eficacia de funcionamiento: 100% Flujo luminoso de lámparas: 3121 lm Flujo luminoso de las luminarias: 3121 lm Potencia: 36.0 W Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W Temperatura de color: 3000 K Índice de reproducción de color: 100		

Flujo luminoso total de lámparas: 9363 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 9363 lm, Potencia total: 108.0 W, Rendimiento lumínico: 86.7 lm/W

Potencia específica de conexión: 13.56 W/m² = 2.21 W/m²/100 lx (Base 7.96 m²)

56-Despacho OF. PRL-SEGOP



Escala: 1 : 25

Intensidad lumínica perpendicular (Superficie)
Media (real): 613 lx, Min: 380 lx, Max: 788 lx, Mín./medio: 0.62, Mín./máx.: 0.48
Altura del plano útil: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m