



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa Único de Especializaciones de Ingeniería

ESPECIALIZACIÓN: AHORRO Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

**Diseño de un sistema de iluminación eficiente en los
edificios D, F y J de la Universidad Tecnológica del
Estado de Zacatecas**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA
EN AHORRO Y USO EFICIENTE DE ENERGÍA

PRESENTA:

SERGIO CASTRO JIMÉNEZ

DIRECTOR DE TESINA:

DR. CARLOS CHÁVEZ BAEZA



Programa Único de
Especializaciones de Ingeniería

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX, OCTUBRE DE 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Introducción.....	7
Capítulo I. Marco contextual.....	9
1.1. Antecedentes de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas	9
1.2. Políticas implementadas en la UTZAC.....	10
1.3. Descripción del espacio geográfico y físico	11
1.4. Descripción y características del funcionamiento energético.....	13
1.5. Planteamiento del problema	16
1.5.1. Situación actual.....	16
1.5.2. Factores asociados al problema	17
1.6. Justificación.....	17
1.7. Objetivos	18
1.7.1. Objetivo General.....	18
1.7.2. Objetivos Específicos.....	18
Capítulo II. Marco teórico conceptual	19
2.1. Energía	19
2.2. Eficiencia energética	19
2.3. ¿Qué es la luz?	20
2.3.1. Luz visible	21
2.3.2. Luz natural	22
2.3.3. Luz artificial.....	23
2.4. Teorías acerca de la naturaleza de la luz a través de la Historia.....	23
2.5. Propagación de la luz.....	26
2.5.1. Reflexión.....	26
2.5.2. Refracción.....	27
2.5.3. Difracción.....	28
2.5.4. Dispersión.....	29
2.5.5. Polarización	29
2.6. Flujo luminoso.....	30
2.7. Intensidad luminosa	30
2.8. Iluminancia.....	31

2.9. Luminancia.....	31
2.10. Sistema de iluminación	32
2.10.1. Lámpara.....	32
2.10.2. Luminario	40
2.10.3. Balastro.....	41
2.10.4. Dispositivo de control.....	42
2.11. Potencia eléctrica.....	43
2.12. Consumo eléctrico	43
2.13. Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA)	43
2.14. Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo	47
2.14.1. Ubicación de los puntos de medición.....	49
2.14.2. Factor de reflexión	50
Capítulo III. Metodología	52
3.1. Verificar el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008	52
3.1.1. Instrumentos de medición.....	52
3.1.2. Ubicación de los equipos de iluminación por edificio	53
3.2. Verificar el cumplimiento de la NOM-007-ENER-2014.....	57
3.3. Evaluación del consumo de energía	57
3.4. Propuesta de nuevo sistema de iluminación	57
Capítulo IV. Resultados.....	58
4.1. El consumo de energía eléctrica en la UTZAC, facturación	58
4.2. Potencia instalada y consumo del sistema actual de iluminación	59
4.3. Cumplimiento de las normas energéticas	61
4.4. Sistema de iluminación propuesto	67
4.4.1. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema propuesto	68
4.4.2. Potencia instalada del nuevo sistema de iluminación	71
4.4.3. Peso en energía del nuevo sistema de iluminación	71
4.4.4. Software de iluminación.....	72
4.5. Inversión	77
4.5.1. Costo de la inversión inicial	77
4.5.2. Tiempo de recuperación de la inversión	77
Conclusiones.....	79

Bibliografía	80
Anexos	83
Anexo 1. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio D.....	83
Anexo 2. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio F	96
Anexo 3. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio J.....	107
Anexo 4. Resultados del software.....	118

Listado de Figuras

Figura 1. Ubicación de la UTZAC.....	11
Figura 2. Luminario troffer parabólico de 120x60 cm, para 2 o 3 lámparas fluorescentes lineales FO32W/T8/841/ECO de 32W y temperatura de color 4100 K	14
Figura 3. Luminario troffer parabólico de 60x60 cm, para 2 lámparas fluorescentes tipo curvalum F32W/T8/841/ECO curvalum de 32W y temperatura de color 4100 K	14
Figura 4. Luminario para empotrar de 60x60 cm, para 3 lámparas fluorescentes lineales TL5 Essential 14W/840 de 14W y temperatura de color 4000 K.....	14
Figura 5. Luminario para empotrar tipo spot E26 para lámpara fluorescente compacta de 30W	15
Figura 6. Espectro de radiación electromagnética	20
Figura 7. Características de la onda de luz	21
Figura 8. Luz visible	22
Figura 9. Luz natural	22
Figura 10. Luz artificial	23
Figura 11. Fenómenos físicos relacionados con la luz.....	24
Figura 12. Reflexión de la luz.....	27
Figura 13. Refracción de la luz.....	28
Figura 14. Difracción de la luz.....	28
Figura 15. Dispersión de la luz	29
Figura 16. Polarización de la luz	29
Figura 17. Flujo luminoso	30
Figura 18. Intensidad luminosa	30
Figura 19. Iluminancia	31
Figura 20. Luminancia.....	31
Figura 21. Lámpara incandescente	33
Figura 22. Lámpara halógena	33
Figura 23. Lámparas fluorescentes	35

Figura 24. Lámpara de luz de mezcla	36
Figura 25. Lámpara de vapor de sodio a baja presión	37
Figura 26. Lámpara de vapor de sodio a alta presión	38
Figura 27. Lámpara Led	39
Figura 28. Luminario	41
Figura 29. Balastro	42
Figura 30. Dispositivos de control	43
Figura 31. Flexómetro	52
Figura 32. Luxómetro Extech	53
Figura 33. Ubicación de equipos de iluminación del edificio D	54
Figura 34 . Ubicación de equipos de iluminación del edificio F	55
Figura 35. Distribución de luminarias en la planta baja del edificio J	56
Figura 36. Software lithonia lighting	72
Figura 37. Fotometría del luminario Led.....	73
Figura 38 Coeficientes de utilización.....	74
Figura 39. Valores de candela.....	75
Figura 40. Ficha técnica de la luminaria.....	76

Listado de Gráficas

Gráfica 1. Representación porcentual de la superficie de la UTZAC	12
Gráfica 2. Representación porcentual de la superficie de los edificios de la UTZAC	13
Gráfica 3. Cantidades de equipos de iluminación	16
Gráfica 4. Consumo de energía en la UTZAC en el año 2019	59

Listado de Tablas

Tabla 1. Distribución de superficies de terreno y área construida en la UTZAC ...	12
Tabla 2. Censo de equipos de iluminación.....	15
Tabla 3. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)	44
Tabla 4. Valores DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios	45
Tabla 5. Niveles de iluminación.....	48
Tabla 6. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición	50
Tabla 7. Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión	51
Tabla 8. Consumo de energía en la UTZAC en el año 2019.....	58
Tabla 9. Potencia eléctrica instalada.....	60
Tabla 10. Consumo de energía al mes	60
Tabla 11. Consumo de energía	60
Tabla 12. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio D.....	61

Tabla 13. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio F	63
Tabla 14. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio J	65
Tabla 15. Cumplimiento de las normas energéticas del nuevo sistema de iluminación	68
<i>Tabla 16. Potencia instalada del nuevo sistema de iluminación.....</i>	<i>71</i>
Tabla 17. Consumo de energía (kWh/mes) del sistema de iluminación.....	71
Tabla 19. Inversión en el sistema de iluminación	77

Introducción

El presente trabajo es realizado en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTZAC) ubicada en la carretera Zacatecas – Ciudad Cuauhtémoc kilómetro 5, Colonia Cieneguitas, Guadalupe, Zacatecas; considerando únicamente los edificios D, F y J, debido a que ahí están ubicadas las aulas donde se imparten las clases en la institución.

En el Capítulo 1 se describen las características geográficas y físicas de la UTZAC, así como su funcionamiento energético, en donde se identifica que existen deficiencias en el sistema de iluminación de los edificios en estudio, dado que hay espacios con poca iluminación y algunos espacios oscuros, este problema se distingue más cuando no hay luz natural, además de que algunos los alumnos, maestros y personal administrativo, han manifestado inconformidad por la poca iluminación que hay en los edificios.

Para determinar la mejor solución, en el Capítulo 2 se procede a investigar teorías y conceptos fundamentales para conocer el comportamiento de la luz y la energía, las formas de la propagación de la luz, los elementos que componen un sistema de iluminación y las diferentes tecnologías que se pueden utilizar. Es muy importante identificar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que se aplican en el diseño.

En el capítulo 3 se realiza un levantamiento de todas y cada una de las luminarias que hay actualmente en los espacios específicos de los edificios, se elabora un croquis donde se muestran los equipos de iluminación, se calculan los niveles de iluminación y la carga de energía instalada en cada uno de los espacios, con esta información obtenida se verifican con los lineamientos de las normas (NOM) aplicables en el diseño y se obtiene el diagnóstico real del sistema de iluminación actual, estos resultados determinan si se cumplen o no cumplen las normas, determinando de esta manera la eficiencia del sistema de iluminación con

que cuenta la UTZAC; en base a los resultados obtenidos se visualiza si hay alguna oportunidad de tomar una decisión para proponer un nuevo sistema de iluminación.

Se analizan las ventajas y beneficios de diferentes tecnologías en los sistemas de iluminación considerados y así elegir la mejor opción para obtener un ahorro y uso eficiente de la energía, de esta manera los edificios son funcionales y apropiados para desarrollar las actividades académicas en los espacios adecuadamente iluminados.

Los resultados se analizan en el capítulo 4 tomando como referencia la facturación de CFE de un año competo de la UTZAC, se conoce la tarifa contratada, la carga conectada, la demanda contratada, el consumo de energía, el factor de potencia, el importe que se paga por la electricidad, todos estos datos son la base de referencia para determinar y cuantificar los ahorros energéticos que se pueden obtener con las propuestas de mejora.

Se realizan los cálculos y simulaciones mediante el uso de un software donde se observa el número de luminarias, la ubicación exacta en cada espacio, la iluminancia, densidad de potencia y características técnicas de las luminarias.

Se analiza el ahorro de energía eléctrica, se determinan los ahorros económicos con el nuevo sistema de iluminación propuesto, se estima el monto de la inversión, en base a esta información se determina el tiempo de recuperación de la inversión.

Capítulo I. Marco contextual

1.1. Antecedentes de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas

La **Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTZAC)** es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Zacatecas. Una Universidad con carácter tecnológico que oferta carreras a nivel 5B con el grado académico de Técnico Superior Universitario (TSU) y de nivel 5A con el grado académico de Licenciatura en diversas Ingenierías (Wikipedia, 2022).

En 1990, la Secretaría de Educación Pública, emprendió un estudio sobre nuevas opciones de educación superior, en el cual se analizaron las experiencias de algunos países como Alemania, Estados Unidos, Francia, Gran Bretaña y Japón. Con base en dicho estudio, se decidió realizar un proyecto específico para definir un modelo pedagógico que permitiera crear una nueva opción de educación superior. Como consecuencia de lo anterior, se concibió un sistema de educación tecnológica superior que prestara servicio al sector productivo de bienes y servicios, así como a la sociedad en general y que, al mismo tiempo, ampliara las expectativas de los jóvenes mexicanos. Este sistema se materializó en lo que hoy conocemos como universidades tecnológicas, las cuales ofrecen el título de técnico superior universitario (Wikipedia, 2022).

La *Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas* se creó en el año de 1998 a instancias del Gobierno del Estado de Zacatecas y por acuerdo con el gobierno federal. En su inicio ofertó las carreras de TSU en Informática, TSU en Comercialización y TSU en Mantenimiento Industrial (Wikipedia, 2022).

En el año de 2004 se cierra la carrera de TSU en Informática para dar inicio a la carrera de TSU en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) muy acorde a los tiempos que corrían y a las necesidades de tecnología del Estado de Zacatecas. Asimismo, se abren las carreras de TSU en Procesos de Producción, TSU en Electrónica y Automatización y TSU en Mecatrónica. En ese mismo año,

con el apoyo de la Gobernadora Amalia García Medina se da inicio a la capacitación en PSP a fin de certificar a los docentes para enseñar las nuevas tendencias en la programación a los alumnos (Wikipedia, 2022).

Misión: Formar integralmente capital humano, bajo un modelo educativo centrado en el aprendizaje, con programas educativos enfocados a competencias profesionales que respondan a las necesidades del entorno, apoyados en cuerpos y redes académicos nacionales e internacionales (UTZAC, 2022).

Visión: Ser una Universidad con reconocimiento social por la Calidad y pertenencia de sus programas educativos que contribuyen con la innovación y la investigación para el desarrollo sustentable y sostenido en el estado, en México y el mundo (UTZAC, 2022).

1.2. Políticas implementadas en la UTZAC

Política de calidad. Cumplir con la formación Integral por competencias de los estudiantes de la Universidad Tecnológica de Estado de Zacatecas con calidad, programas de estudio y cuerpos académicos reconocidos, acreditados y procesos administrativos certificados (UTZAC, 2022).

Política ambiental. Cumplir con la formación integral de los estudiantes de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas orientados a la conciencia ambiental respetando estándares nacionales e internacionales que apoyan la sustentabilidad (UTZAC, 2022).

Política de seguridad y salud en el trabajo. Para la prevención de riesgos de trabajo la Universidad Tecnológica y sus trabajadores deben colaborar en la instauración y operación de un sistema de administración en seguridad y salud en el trabajo que incluya a nuestros alumnos y fomentar la cultura de la autoevaluación para cumplir con la normatividad laboral y propicie un ambiente libre de acciones y

enfermedades de trabajo (UTZAC, 2022).

1.3. Descripción del espacio geográfico y físico

La Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas está ubicada en la carretera Zacatecas – Ciudad Cuauhtémoc kilómetro 5, Colonia Cieneguitas, Guadalupe, Zacatecas, Código Postal 98601, como se muestra en la Figura 1 (UTZAC, 2022).



Figura 1. Ubicación de la UTZAC
Fuente: (Google maps, 2002)

Superficie de la UTZAC

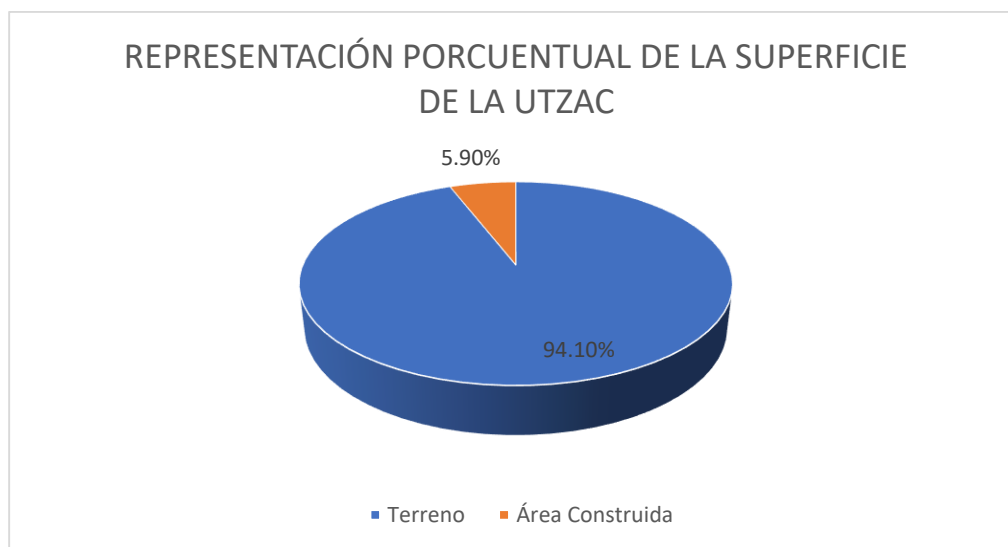
La propiedad de la escuela son 198,970 m², de los cuales la mayoría es terreno natural, las cantidades de las superficies se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de superficies de terreno y área construida en la UTZAC

Especificación del Espacio	Superficie (m ²)
Propiedad de la Escuela	198,970.00
Terreno natural	183,477.00
Área construida	11,730.82
Edificio D	1,298.40
Edificio F	1,352.40
Edificio J	1,110.70

Fuente: Elaboración propia

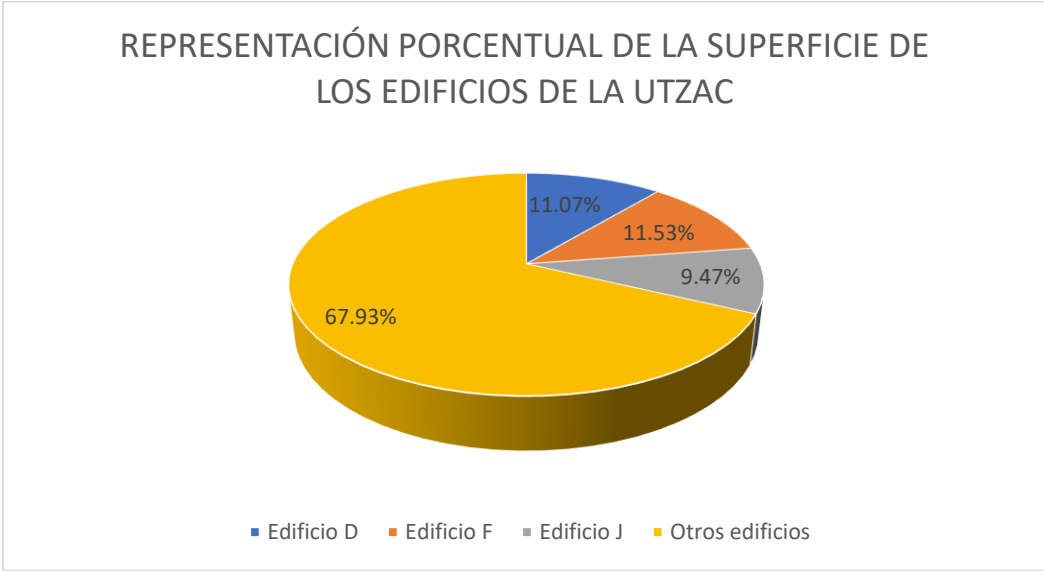
La UTZAC está en una etapa de crecimiento, la superficie construida solo representa el 5.90% y el 94.10% es terreno cercado con malla ciclónica, los porcentajes de la superficie de terreno y superficie construida en la UTZAC, se muestra en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Representación porcentual de la superficie de la UTZAC

Fuente: Elaboración propia

La construcción de los edificios D, F y J representan un 32.07% de la superficie total construida de la escuela, el porcentaje del conjunto de estos edificios es bueno para realizar el análisis energético en la institución, de los cuales 11.07% corresponde al edificio D, 11.53% al edificio F, 9.47% al edificio J y el restante 67.93% corresponde a otros edificios de la UTZAC (Gráfica 2).



Gráfica 2. Representación porcentual de la superficie de los edificios de la UTZAC
Fuente: Elaboración propia

1.4. Descripción y características del funcionamiento energético

En los edificios D, F y J se ubican las aulas donde se imparten clase en los turnos matutino y vespertino, tienen un sistema de iluminación de tecnología fluorescente en las aulas, pasillos, cubículos para maestros, baños, dirección, almacenes, áreas comunes y escaleras, controlados con apagadores sencillo y centro de carga con arreglos de varios circuitos.

Los equipos de iluminación que actualmente están instaladas en los edificios, se muestran en las Figuras 2, 3, 4 y 5.



Figura 2. Luminario troffer parabólico de 120x60 cm, para 2 o 3 lámparas fluorescentes lineales FO32W/T8/841/ECO de 32W y temperatura de color 4100 K
Fuente: Elaboración propia

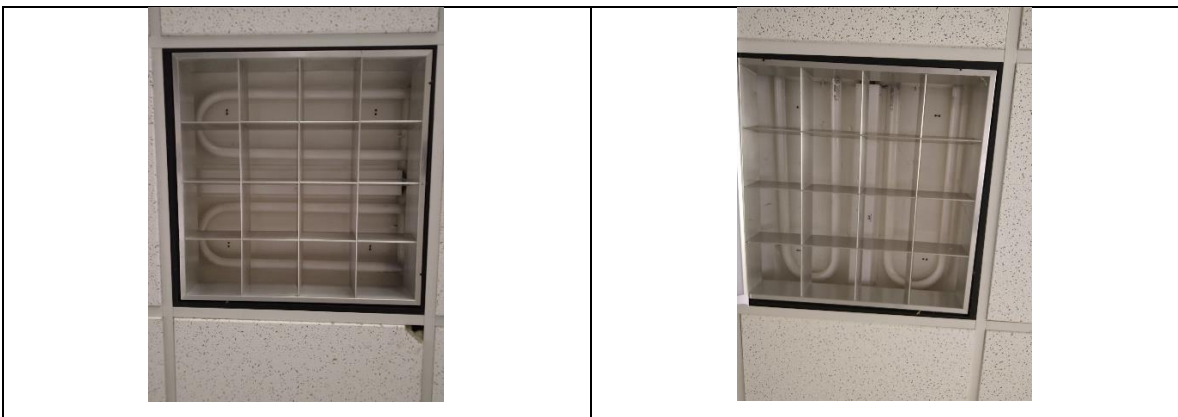


Figura 3. Luminario troffer parabólico de 60x60 cm, para 2 lámparas fluorescentes tipo curvalum F32W/T8/841/ECO curvalum de 32W y temperatura de color 4100 K
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Luminario para empotrar de 60x60 cm, para 3 lámparas fluorescentes lineales TL5 Essential 14W/840 de 14W y temperatura de color 4000 K
Fuente: Elaboración propia

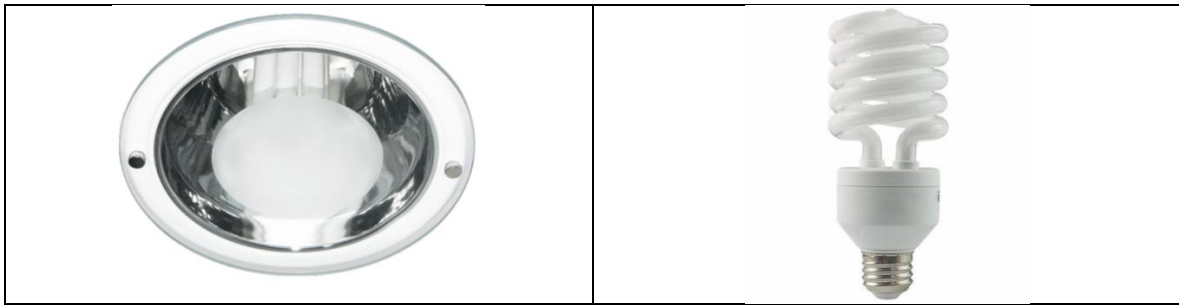


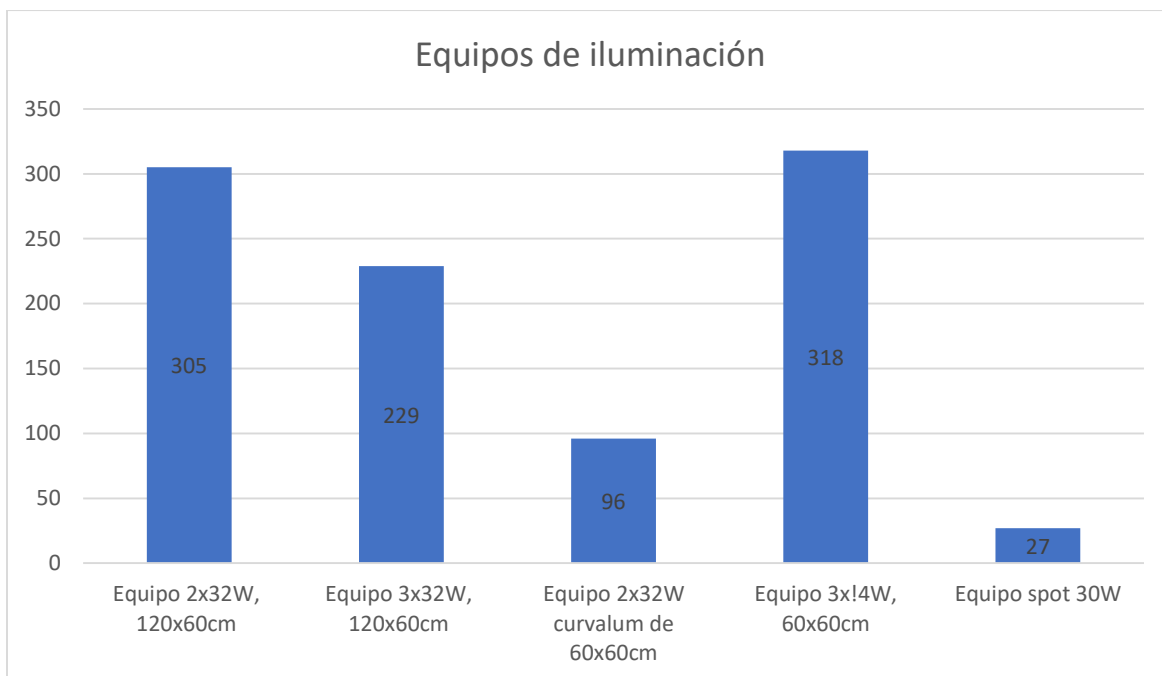
Figura 5. Luminario para empotrar tipo spot E26 para lámpara fluorescente compacta de 30W
Fuente: (bing.com/images, 2022)

El sistema de iluminación está conformado por 975 equipos de tecnología totalmente fluorescente (Tabla 2), donde sobresalen las lámparas lineales T8 de 32W y T5 de 14W (Gráfica 3).

Tabla 2. Censo de equipos de iluminación

Descripción del equipo	Edificio D	Edificio F	Edificio J	Total
Luminario troffer parabólico de 120x60 cm, para 2 lámparas fluorescentes lineales F32W/T8/841/ECO			305	305
Luminario troffer parabólico de 120x60 cm, para 3 lámparas fluorescentes lineales F32W/T8/841/ECO	229			229
Luminario troffer parabólico de 60x60 cm, para 2 lámparas fluorescentes tipo curvalum F32W/T8/841/ECO curvalum	90		6	96
Luminario para empotrar de 60x60 cm, para 3 lámparas fluorescentes lineales TL5 Essential 14W/840		318		318
Luminario para empotrar tipo spot E26 para lámpara fluorescente compacta de 30W	9	9	9	27

Fuente: Elaboración propia



Gráfica 3. Cantidades de equipos de iluminación
Fuente: Elaboración propia

1.5. Planteamiento del problema

1.5.1. Situación actual

En la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, el sistema de iluminación actual presenta deficiencias en los niveles de iluminación debido a que en algunos lugares se encuentran oscuros dentro de las aulas, pasillos, algunas oficinas y cubículos. Este problema es más notorio en los edificios “D” de la carrera de Tecnologías de la Información y la Comunicación, “F” de la carrera de Mantenimiento Industrial y “J” de la carrera de Mecatrónica, en los cuales están las aulas de las carreras mencionadas.

Algunos de los estudiantes y maestros han manifestado su inconformidad de la iluminación existente en estos edificios, en estos edificios hay mucha actividad diariamente porque se imparten clases en los turnos matutino y vespertino, y cuando ya no hay luz natural es más notorio el problema de iluminación en los edificios mencionados.

1.5.2. Factores asociados al problema

Entre las causas que provocan una insatisfacción con la iluminación que actualmente se tiene, se pueden destacar las siguientes:

- Las luminarias ya tienen mucho tiempo que se instalaron.
- Falta de mantenimiento a las luminarias.
- Algunas luminarias ya no funcionan.
- Las luminarias ya no iluminan homogéneamente.
- Hay lugares que quedan sin iluminar.
- Ya no reponen las luminarias que dejan de funcionar.

1.6. Justificación

En las instalaciones de los edificios D, F y J de la UTZAC se tiene un sistema de iluminación con tecnología de lámparas Fluorescentes, las cuales ya tienen mucho tiempo que fueron instaladas y no les dan mantenimiento, algunas lámparas ya no funcionan, algunas tienen polvo, la coloración de las lámparas encendidas ya no es homogénea, algunas parpadean. Se presentan lugares con poca iluminación dentro de las instalaciones.

La importancia de realizar este estudio es analizar la situación actual, y con base en los resultados, proponer una solución implementando un sistema de iluminación eficiente con la tecnología adecuada para garantizar espacios bien iluminados y eliminar los lugares que presentan oscuridad.

De esta manera las aulas, oficinas, almacenes, direcciones, salas de maestros, salas de juntas, pasillos, wc y escaleras, contarán con una iluminación eficiente y funcional para no se vea limitado el desarrollo de las actividades que realicen y brinde una mayor seguridad y confort de los espacios.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de iluminación que garantice el ahorro y uso eficiente de la energía para los edificios D, F y J de la UTZAC, considerando el cumplimiento de las normas de niveles mínimos de iluminación NOM-025-STPS-2008 y de eficiencia en sistemas de iluminación en edificios no comerciales NOM-007-ENER-2014.

1.7.2. Objetivos Específicos

- Determinar la situación actual del sistema de iluminación de los edificios D, F y J de la UTZAC.
- Realizar un censo de los equipos de iluminación.
- Evaluar el sistema de iluminación actual con base el cumplimiento de las NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014.
- Proponer una mejor tecnología del sistema de iluminación.
- Verificar que el sistema de iluminación propuesto cumpla con las NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014.
- Verificar los resultados del sistema de iluminación propuesto mediante un software de iluminación.
- Evaluar los resultados y emitir recomendaciones.

Capítulo II. Marco teórico conceptual

2.1. Energía

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios o transformación en ellos mismos o en otros cuerpos. La unidad de medida que utilizamos para cuantificar la energía es el joule (J), en honor al físico inglés James Prescott Joule.

La energía tiene 4 propiedades básicas (Endesa (a), 2022):

- **Se transforma.** La energía no se crea, sino que se transforma y es durante esta transformación cuando se manifiestan las diferentes formas de energía.
- **Se conserva.** Al final de cualquier proceso de transformación energética nunca puede haber más o menos energía que la que había al principio, siempre se mantiene. **La energía no se destruye.**
- **Se transfiere.** La energía pasa de un cuerpo a otro en forma de calor, ondas o trabajo.
- **Se degrada.** Solo una parte de la energía transformada es capaz de producir trabajo y la otra se pierde en forma de calor o ruido (vibraciones mecánicas no deseadas).

2.2. Eficiencia energética

La eficiencia energética es la optimización del consumo de energía que permite alcanzar los mismos niveles de confort y calidad de vida con la implementación de mecanismos para ahorrar energía y evitar pérdidas durante todo el proceso, busca un equilibrio entre un consumo de energía y el uso de los servicios básicos que se necesitan día a día (Endesa (b), 2022).

2.3. ¿Qué es la luz?

Luz es una radiación electromagnética y generalmente se refiere a la que es visible. La luz se transmite en forma de ondas cuyo reflejo ilumina las superficies permitiéndonos, de esta manera, ver los objetos y los colores a nuestro alrededor.

Lo que llamamos luz es la parte del espectro electromagnético que puede ser percibido por el ojo humano (Figura 6). Existen, aparte de la luz, diversas formas de radiación electromagnética en el universo, que se propaga por el espacio y transporta energía de un lugar a otro (como la radiación ultravioleta o los rayos x), pero a ninguna de ellas podemos percibir las naturalmente (Significados.com, 2022).

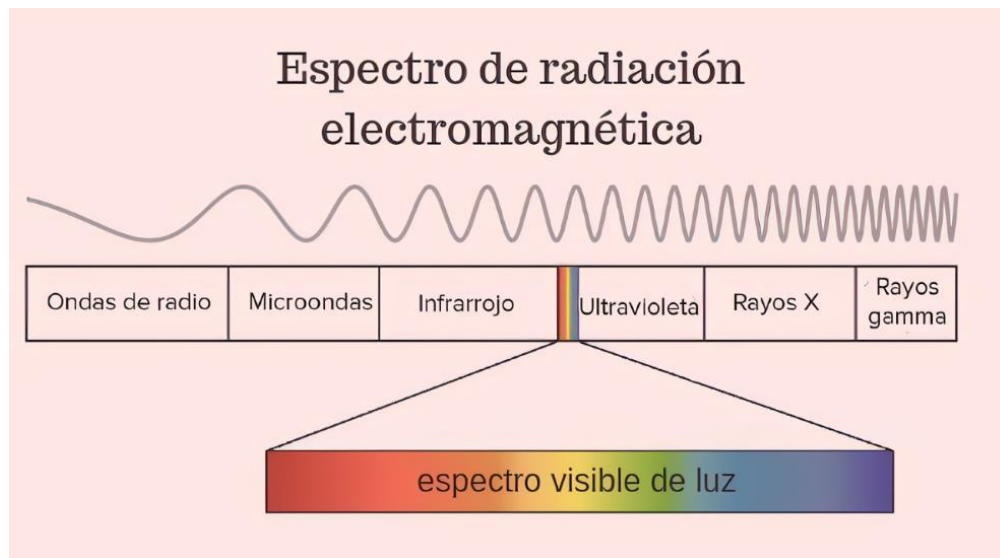


Figura 6. Espectro de radiación electromagnética
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

Propiedades de las ondas (Figura 7). La velocidad de la luz en el vacío no puede ser superada por la de ningún otro movimiento existente en la naturaleza. En cualquier otro medio, la velocidad de la luz es inferior. La energía transportada por las ondas es proporcional a su frecuencia, de modo que cuanto mayor es la frecuencia de la onda, mayor es su energía.

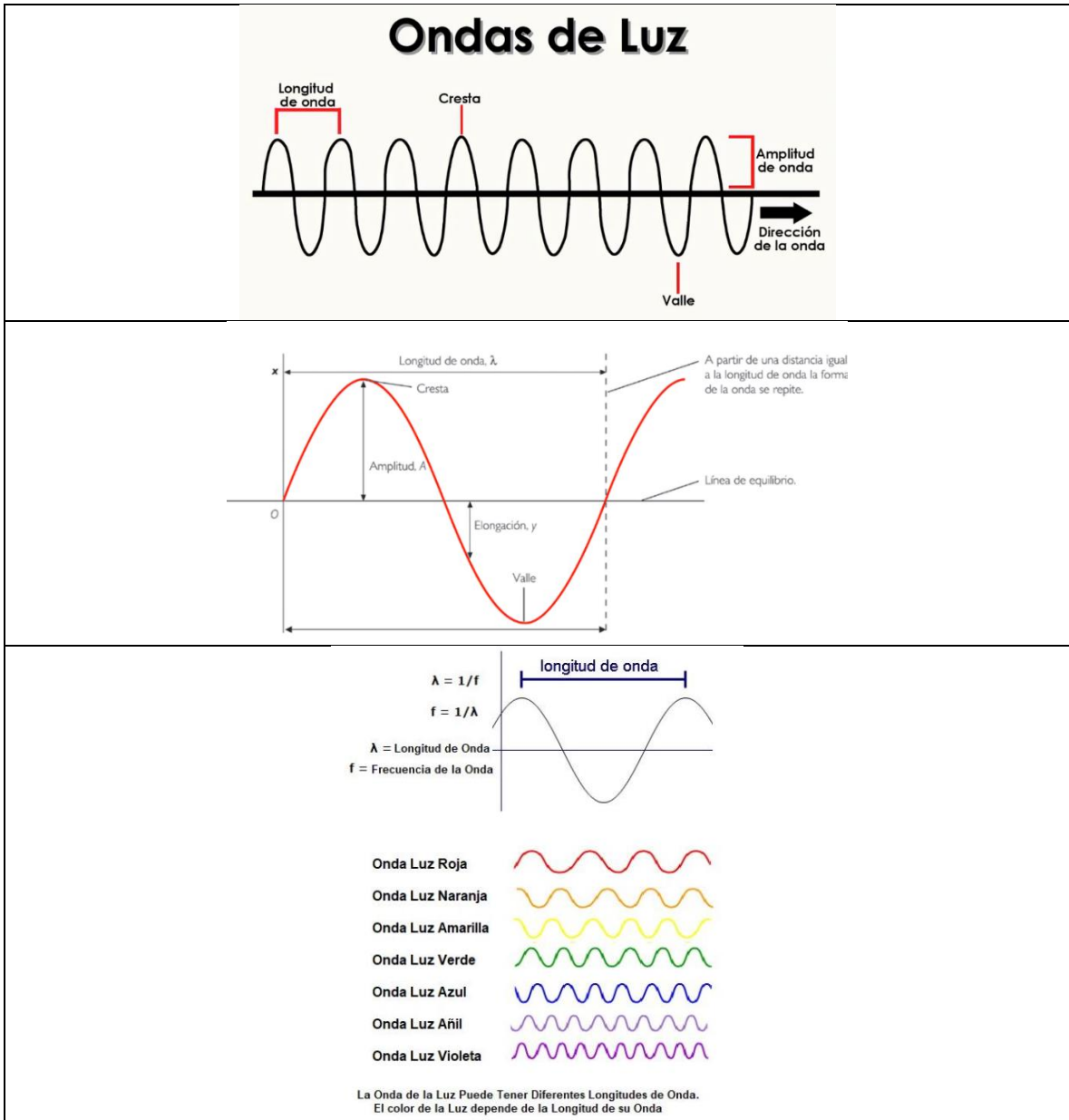


Figura 7. Características de la onda de luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.3.1. Luz visible

La luz visible (Figura 8), es una pequeña región del espectro electromagnético cuyas ondas tienen una longitud que va desde los 750 nanómetros de la luz roja a unos 380 en la violeta. Esta pequeña región del espectro es la luz que percibe el ojo humano y nos permite ver los objetos (Aleph.org.mx, 2021).

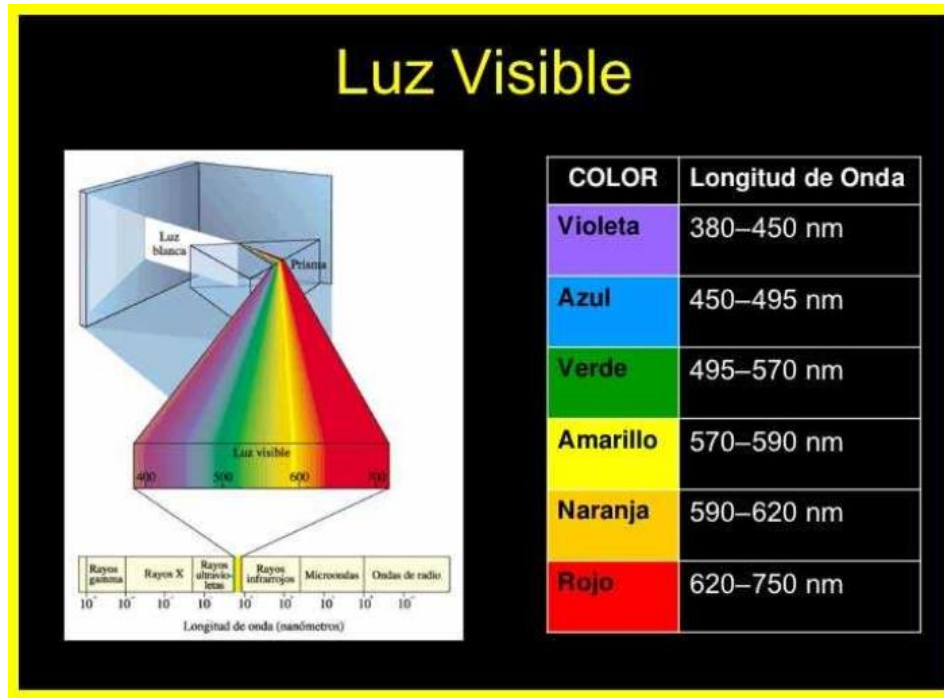


Figura 8. Luz visible
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.3.2. Luz natural

La **luz natural** es, simplemente, una fuente de iluminación que reproduce de cerca la luz solar natural (Figura 9). La luz natural, como la luz solar en su forma pura, tiene una temperatura de **color** de alrededor de 5,000 K y un espectro completo natural de luz. Esto significa que todos los colores del espectro se combinan para producir una luz azul-blanca (Tiposde.com, 2022).



Figura 9. Luz natural
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.3.3. Luz artificial

La luz artificial es aquella fabricada por el hombre a partir de otra fuente de energía (Figura 10). La mayoría de nuestras actividades no existirían si no tuviéramos una fuente de luz alterna. La ventaja que se tiene sobre las fuentes artificiales es que se pueden manipular, se puede modificar la intensidad, la cantidad de luz y ajustarla a cada situación. Sin embargo, la luz artificial tiene menos calidad si se compara con la luz natural.

El principal propósito de la luz artificial es iluminar durante la oscuridad.

EJEMPLOS: *una vela, una bombilla, una linterna, una farola, una lámpara* (Sites.google.com, 2022).



Figura 10. Luz artificial
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.4. Teorías acerca de la naturaleza de la luz a través de la Historia

A lo largo de la Historia el ser humano se ha preguntado acerca de los fenómenos físicos que tienen que ver con la luz (Figura 11). Esta curiosidad nos ha llevado a entender cómo es la luz y su papel en el desarrollo de la Ciencia, sin olvidar lo mucho que nos falta por aprender y descubrir.



Figura 11. Fenómenos físicos relacionados con la luz
 Fuente: <https://www.uil.es/eventos/luz-conocimiento>

La luz ha sido considerada a lo largo de la Historia unas veces como onda y otras como partícula. Las teorías de la antigua Grecia consideraban que la luz era algo que emanaba del ojo, del objeto, o de ambos. Estas hipótesis, que responden a concepciones filosóficas acerca de la realidad, perdurarán, con sucesivas modificaciones, durante unos 1500 años.

Los tratados de óptica de Euclides (325 a.C. – 265 a.C.) y Ptolomeo (100 – 170), perfilan las leyes de la óptica geométrica, aportando además una explicación de los fenómenos físicos desde el punto de vista matemático. Hasta la época de

Descartes y Newton, los avances en el conocimiento de la naturaleza de la luz se deben principalmente a los grandes pensadores del mundo árabe.

El matemático, físico y astrónomo Al-Hazen (965 – 1039), fue el primero en distinguir claramente la luz del sentido de la vista. Su tratado de óptica en 7 volúmenes sentó las bases del estudio científico de la luz, la visión y los instrumentos ópticos como las lentes y la cámara oscura.

La óptica moderna comienza en 1637, con la publicación de “El discurso del método” de Descartes. En su Dióptrica, se deduce la famosa ley de Snell de la refracción.

En el S. XVII al hablar de ciencia hay que hacerlo sobre la base de la experimentación. Ello propicia el estudio científico de los fenómenos físicos, produciéndose una serie de descubrimientos que influirán notablemente en las teorías sobre la naturaleza de la luz. En particular en 1676 Ole Romer, observando los eclipses de las lunas de Júpiter, prueba que la velocidad de la luz es finita y permite calcularla.

Hay dos hipótesis principales: la teoría corpuscular, defendida por Isaac Newton (Óptica 1704), y la ondulatoria, apoyada por científicos como Christian Huygens (Tratado sobre la luz, 1690).

Según la teoría corpuscular, los rayos luminosos están compuestos por partículas diminutas, arrojadas por los cuerpos luminosos a gran velocidad y que al penetrar en el ojo e incidir sobre la retina estimulan la visión.

Para la teoría ondulatoria, la luz emitida por una fuente está formada por ondas que se propagan en todas direcciones a través de un medio sutil denominado éter.

La gran autoridad y prestigio de Newton hizo que sus ideas prevalecieran durante más de un siglo, oscureciendo que algunos fenómenos como la difracción eran mejor explicados por la teoría ondulatoria (Ull.es., 2015).

2.5. Propagación de la luz

La luz se propaga en línea recta a una velocidad de 299.792.4458 metros por segundo en el vacío. Si le toca atravesar medios densos o complejos, se mueve a velocidades menores. La luz se propaga en el vacío, es decir, no necesita un soporte material para su propagación. En un medio isótropo, la luz se propaga en línea recta (Concepto.de., 2022).

El conjunto de rayos se denomina *haz* de rayos. Puede ser *Convergentes*, cuando todos los rayos que lo forman tienen un punto en común y el sentido hacia dicho punto, *Divergente*, si las direcciones de todos los rayos tienen un punto en común, que es el origen de estos y *paralelo*, cuando todos los rayos tienen la misma dirección y sentido (Todoenfísica, 2022).

El fenómeno de las sombras también tiene que ver con la propagación de la luz: al impactar contra un objeto opaco, la luz proyecta su silueta sobre el fondo, delineando la porción bloqueada por el objeto. Existen dos grados de sombra: una más luminosa, llamada penumbra; y otra más oscura, llamada umbra (Concepto.de., 2022).

2.5.1. Reflexión

Al impactar sobre determinadas superficies, la luz es capaz de “rebotar”, es decir, de cambiar su trayectoria describiendo ángulos determinados y predecibles. Por ejemplo, si el objeto sobre el que impacta con cierto ángulo es liso y posee propiedades reflectivas (como puede ser la superficie de un espejo), la luz se reflejará formando un ángulo igual al incidente, pero en dirección contraria. Es así como funcionan los espejos, como se muestra en la Figura 12 (Concepto.de., 2022).

Ley de la reflexión

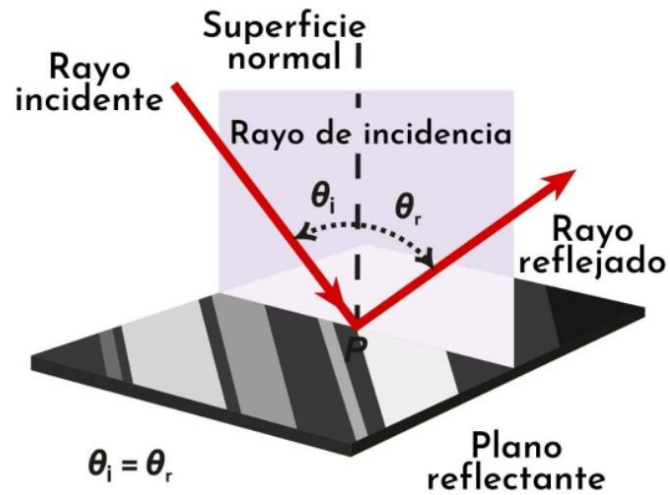


Figura 12. Reflexión de la luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.5.2. Refracción

Cuando la luz pasa de un medio transparente a otro, con diferentes densidades se da un fenómeno conocido como refracción (Figura 13). El ejemplo clásico lo constituye el paso de la luz entre el aire (menos denso) y el agua (más densa), cosa que puede evidenciarse al introducir un cubierto en un vaso con agua y notar cómo la imagen del cubierto parece interrumpirse y duplicarse, como si hubiera un “error” en la imagen. Esto se debe a que el agua cambia la dirección de propagación al pasar de un medio al otro (Concepto.de., 2022).

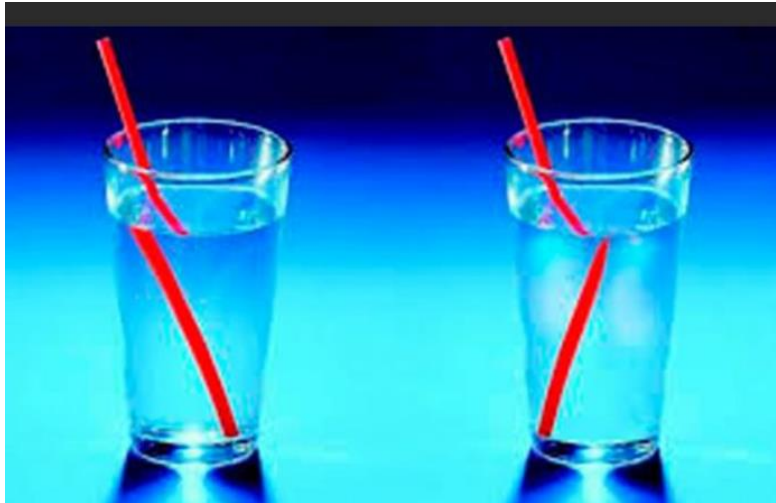


Figura 13. Refracción de la luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.5.3. Difracción

Cuando los rayos de luz rodean a un objeto o pasan a través de aberturas en un cuerpo opaco, experimentarán un cambio en su trayectoria, produciendo un efecto de apertura, como ocurre con los faros de un automóvil durante la noche (Figura 14). Este fenómeno es propio de todas las ondas (Concepto.de., 2022).



Figura 14. Difracción de la luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.5.4. Dispersión

Esta propiedad de la luz es la que nos permite obtener el espectro de color completo al dispersar el haz de luz (Figura 15), es decir, es lo que ocurre cuando la hacemos atravesar un prisma, o lo que ocurre cuando la luz atraviesa las gotas de lluvia en la atmósfera y genera así un arcoíris (Concepto.de., 2022).

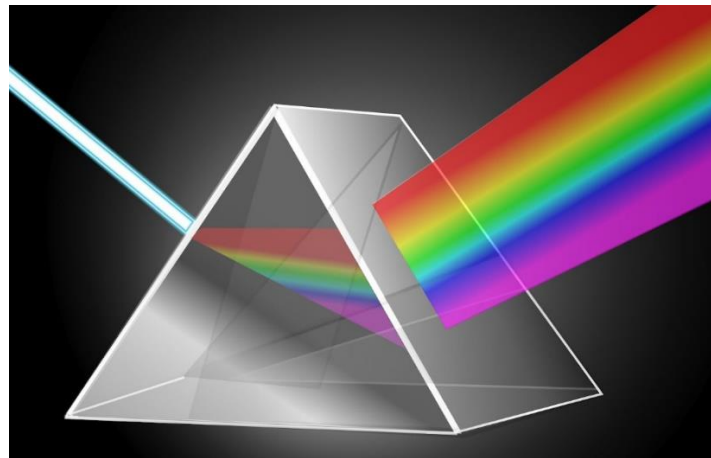


Figura 15. Dispersión de la luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.5.5. Polarización

La luz está compuesta por oscilaciones del campo eléctrico y magnético que pueden tener distintas direcciones (Figura 16). La polarización de la luz es un fenómeno que ocurre cuando, por ejemplo, por medio de un polarizador (como pueden ser los anteojos de sol) se disminuyen las direcciones de oscilación de manera que la luz se propaga con menos intensidad (Concepto.de., 2022).

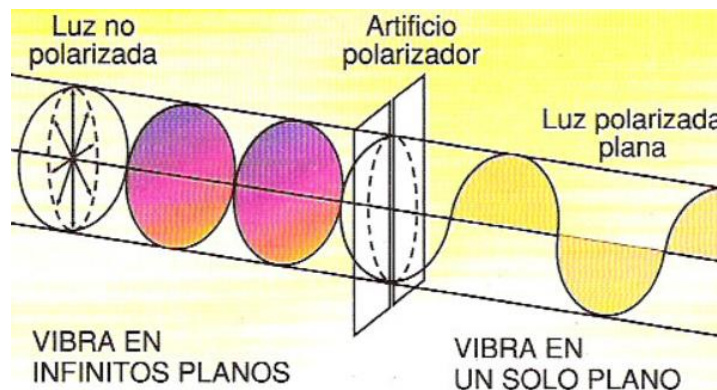


Figura 16. Polarización de la luz
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.6. Flujo luminoso

El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida (Figura 17). Difiere del flujo radiante, la medida de la potencia total emitida, en que está ajustada para reflejar la sensibilidad del ojo humano a diferentes longitudes de onda (Diccionario.sensagent (a), 2013).

Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el lumen (lm)



Figura 17. Flujo luminoso
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.7. Intensidad luminosa

La intensidad luminosa se define como la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido (Figura 18). Su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es la candela (cd) (Diccionario.sensagent (b), 2022).



Figura 18. Intensidad luminosa
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.8. Iluminancia

Es la cantidad de luz que incide sobre una superficie o un área específica (Figura 19). La unidad de medición en el SI de la iluminancia es el lux (lx) y equivale a $1 \text{ lm}/\text{m}^2$ o lumen/metro cuadrado (Iluxion, 2022).

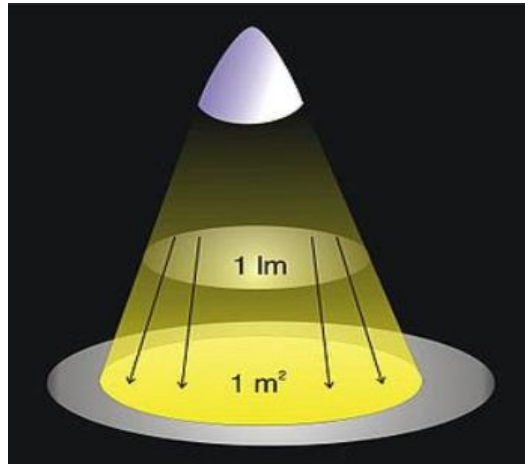


Figura 19. Iluminancia
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.9. Luminancia

Es la cantidad de luz que percibe el ojo tras incidir en una superficie determinada (Figura 20). De este modo la luminancia mide el brillo de una fuente de luz, después de incidir, reflejar o atravesar diferentes superficies. La unidad usada para cuantificar la luminancia es la Candela por metro cuadrado (cd/m^2) (Fesiluz.com, 2022).

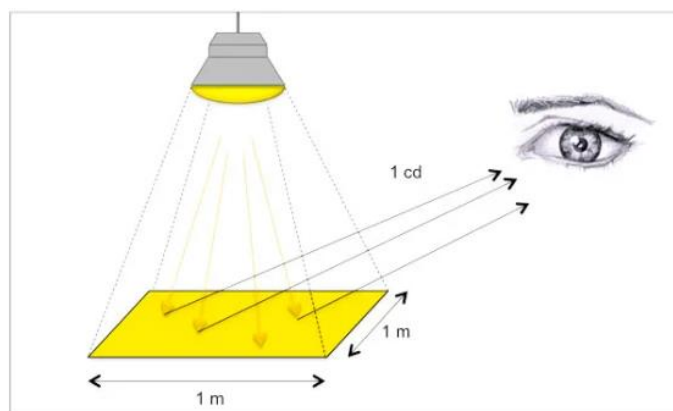


Figura 20. Luminancia
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.10. Sistema de iluminación

Un sistema de iluminación es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara y los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas. Esto se realiza seleccionando las mejores luminarias y lámparas que proporcionan el nivel de iluminación adecuado para cada tarea y se minimicen efectos de brillo directo y reflejado buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo

Lámparas. Son las encargadas de transformar la energía eléctrica en luminosa.

Luminarios. Son los gabinetes que contienen a las lámparas y en algunos casos también el balastro, además sirven para controlar y dirigir el flujo luminoso de una o más lámparas.

Balastos. Son dispositivos electromagnéticos, electrónicos o híbridos, los cuales limitan la corriente de las lámparas y cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido.

Dispositivos de control. Son dispositivos tales como apagadores, fotoceldas, controladores de tiempo, sensores de movimiento, etc. Para el control de los sistemas de iluminación (Ptolomeo.unam, 2022).

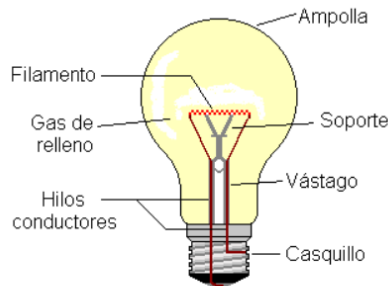
2.10.1. Lámpara

Una lámpara eléctrica o bombilla es un dispositivo eléctrico que produce luz a partir de energía eléctrica. Esta conversión puede realizarse mediante distintos métodos como el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, por fluorescencia de ciertos metales ante una descarga eléctrica o por otros sistemas.

Tipos de lámparas:

- a) La lámpara incandescente es la más popular por su bajo precio y el color cálido de su luz (Figura 21). También es la que menor vida útil tiene, unas

1000 horas. No ofrece muy buena reproducción de los colores, ya que no emite en la zona de colores fríos. Su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. Otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en ondas no perceptibles (Luz ultravioleta e infrarroja) que acaban convirtiéndose en calor (Cefire.edu.gva.es, 2022).



Partes de una bombilla

Figura 21. Lámpara incandescente
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

- b) Lámparas halógenas de alta y baja tensión, el funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno (Figura 22). Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000 W) según el uso al que estén destinadas (Cefire.edu.gva.es, 2022).



Figura 22. Lámpara halógena
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

- c) Las lámparas de descarga son fuentes luminosas que producen luz mediante una descarga eléctrica en gases o vapores metálicos presentes en el interior de la ampolla. Para encender las lámparas de descarga se requiere de un dispositivo llamado reactancia o balastro, que produce el encendido con un alto voltaje inicial y luego disminuye la energía eléctrica al nivel operativo normal. Los balastos electromagnéticos son los tradicionales de filamentos de cobre, que ya están siendo reemplazados por balastos electrónicos.

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros (Cefire.edu.gva.es, 2022).

Las fluorescentes son lámparas de descarga de baja presión en forma de tubo, rellenas en su interior de vapor de mercurio. A través de la descarga eléctrica, se emite una radiación UV invisible que se convierte en luz gracias al polvo fluorescente. La radiación ultravioleta generada por la descarga de mercurio se convierte en luz visible por los fluorescentes que se encuentran en la pared interior del depósito de descarga. Mediante distintos fluorescentes se consiguen una serie de colores de luz y distintas calidades de reproducción cromática (Figura 23). La lámpara fluorescente posee generalmente electrodos calentados y puede así encenderse con tensiones en comparación bajas. Las lámparas fluorescentes requieren de balastos, reactancias o reactancias electrónicas (Cefire.edu.gva.es, 2022).



Figura 23. Lámparas fluorescentes
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

Ventajas

- Consumo de corriente hasta tres veces menor que la de una lámpara incandescente
- Los colores son más fieles al color real.
- La emisión de luz es de 4 a 6 veces mayor que la de una lámpara incandescente de la misma potencia
- Provee una luz más uniforme y menos deslumbrante, porque el área de iluminación es mayor
- Calentamiento reducido
- Duración promedio de vida es de 7500 horas en condiciones normales.

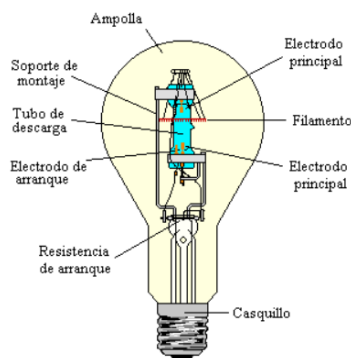
La lámpara fluorescente está compuesta de un tubo de vidrio que está revestido por su parte interior con una sustancia fluorescente. Dentro del tubo hay gases y vapor de mercurio a baja presión. Este tubo tiene, en sus dos extremos, un filamento y un electrodo sensor.

Existen lámparas fluorescentes en diversos formatos: tubulares, circulares y en forma de "U", así como lámparas fluorescentes compactas.

Las lámparas fluorescentes compactas que por la combinación de varios depósitos de descarga cortos o de un depósito de descarga doblado alcanzan dimensiones especialmente compactas. Las lámparas fluorescentes compactas se sujetan y conectan en el portalámparas de un solo lado (Cefire.edu.gva.es, 2022).

- d) Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente (Figura 24). El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K. La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas (Cefire.edu.gva.es, 2022).

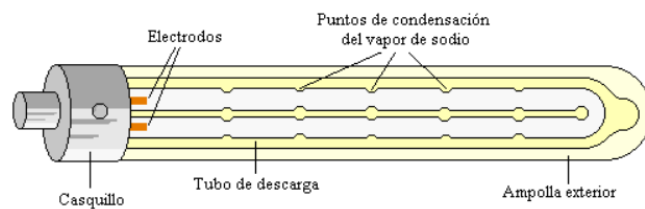


Lámpara de luz de mezcla

Figura 24. Lámpara de luz de mezcla

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

e) Lámparas de vapor de sodio a baja presión (Figura 25), la descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.



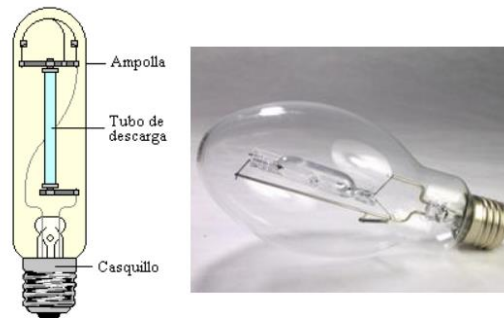
Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Figura 25. Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga (Cefire.edu.gva.es, 2022).

f) Lámparas de vapor de sodio a alta presión (Figura 26), tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{color} = 2100\text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($IRC = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas. La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas (Cefire.edu.gva.es, 2022).



Lámpara de vapor de sodio a alta presión

Figura 26. Lámpara de vapor de sodio a alta presión

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

g) El Led es un diodo emisor de luz (Figura 27), es decir, un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por la corriente eléctrica; es un proyector electroluminiscente que emite luz mediante la recombinación de los pares de portadores de carga de un semiconductor. Led viene de las siglas en inglés *Light Emitting Diode*: Diodo Emisor de Luz. La luz no se genera a través de un filamento incandescente sino por electroluminiscencia. Esto significa que se liberan fotones (luz) debido a electrones que cambian de nivel de energía durante su desplazamiento por el material semiconductor (diodo) (Cefire.edu.gva.es, 2022).

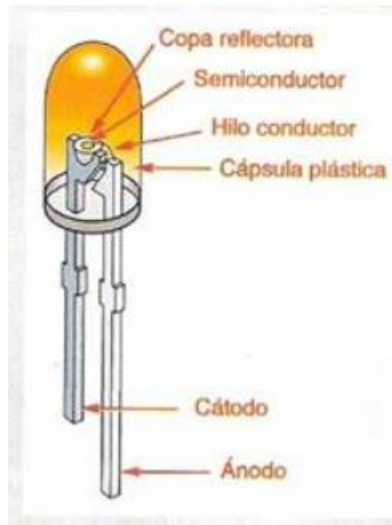


Figura 27. Lámpara Led

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

Ventajas:

- Elevada resistencia física: elementos 100% sólidos, resisten golpes y vibraciones mucho mejor que lámparas convencionales.
- Mayor duración, por no depender de que el filamento se quemara
- Elevada eficiencia de conversión de la electricidad entrante hacia la energía luminosa: mientras el rendimiento energético de una bombilla de tungsteno es del 10%, los diodos Led aprovechan hasta el 90%.
- Con el equivalente a una bombilla de tungsteno se pueden construir aproximadamente 10 Leds.
- Si algún Led se rompe es posible reemplazarlo
- Baratos y fáciles de fabricar
- Larga vida útil: Hasta 100.000 horas de vida útil comparado con 8000 horas de una lámpara convencional.
- Pueden emitir hasta 16 millones de colores distintos.

- No emiten radiaciones infrarrojas y/ o ultravioletas. Muy importante para la iluminación de obras de arte, donde habitualmente la radiación deteriora el objeto a iluminar.
- No explotan
- No contaminan ni poseen elementos contaminantes
- No emiten calor, por lo que son muy adecuados iluminar objetos inflamables y ahorrar energía necesaria para regular la temperatura ambiental.
- Resisten bien las variaciones en temperatura por lo cual son adecuados para iluminación de exteriores.
- Reducido tamaño: pocos milímetros cúbicos.
- Elevado tiempo de respuesta: su velocidad de transmisión permite utilizarlos en los displays alfanuméricos o en aplicaciones de telecomunicación por aire o por fibra óptica.
- Funcionan con corriente continua, por lo que se reducen los riesgos de manipulación y electrocución por descuido.
- Muy adecuado para aplicaciones en zonas con elevada afluencia de público: centros comerciales, discotecas, teatros, discotecas, etc. (Cefire.edu.gva.es, 2022).

2.10.2. Luminario

La luminaria (Figura 28), es un utensilio que cumple la función de distribuir, transformar y propagar la luz a través de una o varias lámparas, cumpliendo con su propósito de manera eficiente a través de sus propiedades ópticas, mecánicas y eléctricas fundamentalmente, lo que a su vez le permite ser clasificada, contiene todos los accesorios necesarios para fijarla, protegerlas y conectarlas (Diccionarqui, 2022).



Figura 28. Luminario

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.10.3. Balastro

Es un dispositivo que se usa para regular la corriente eléctrica de un tubo fluorescente. La función de un balastro es estabilizar y limitar la intensidad de la corriente en las lámparas fluorescentes principalmente. Aunque la función de ambos balastos es la misma, la forma de funcionamiento es diametralmente opuesta y cuando conoces qué es un balastro electrónico y para qué se usa, se aprecian sus virtudes, frente a los ya casi desfasados balastos electromagnéticos (Mapfre, 2022).

Funciones del balastro

Los balastos electrónicos son elementos esenciales que utilizan componentes electrónicos en lugar del tradicional transformador. Los tubos fluorescentes necesitan de un balastro, principalmente para realizar dos funciones.

- El balastro aporta tensión suficiente para que la lámpara fluorescente pueda encenderse.
- Durante el uso del tubo fluorescente, mientras que está encendido, el balastro limita la corriente que pasa a través de él para que el funcionamiento e iluminación sea la adecuada.

De acuerdo con estas dos funciones principales, el balastro electrónico se presenta como un elemento imprescindible para el correcto funcionamiento de una lámpara fluorescente, en el mercado existen balastros electrónicos de diferentes potencias para adaptarse a todas las necesidades y posibilidades (Figura 29).



Figura 29. Balastro

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.10.4. Dispositivo de control

La forma más común de control de iluminación eléctrica es el interruptor de encendido / apagado “alternar”. Otras formas de control de iluminación incluyen sensores de ocupación, sensores de luz natural, interruptores de reloj, una variedad de dispositivos de atenuación automáticos y manuales y controles centralizados (Electricaplicada, 2022).

Los dispositivos más empleados para el control de la iluminación son atenuadores, controles de escenarios, fotoceldas, microcontroladores y sensores de presencia (Figura 30).



Figura 30. Dispositivos de control

Fuente: <https://www.bing.com/images/>

2.11. Potencia eléctrica

La Potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La potencia eléctrica se representa con la letra P y la unidad de medida es el watt (W).

Un watt es 1 joule por segundo.

Un kilowatt es igual a mil watts.

Un hp o caballo de potencia es igual a 745.7 watts (Ecured, 2022).

2.12. Consumo eléctrico

El consumo eléctrico es aquella cantidad de energía consumida en un determinado periodo de facturación por el usuario. El consumo eléctrico se mide en kilowatts hora (kWh) (Pepeenergy, 2022).

2.13. Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA)

Especificaciones: Los valores de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) que deben cumplir los sistemas de alumbrado interior de los edificios indicados en el campo de aplicación de la presente Norma Oficial

Mexicana, no deben exceder los valores indicados en la Tabla 3 (Gob.mx, 2014).

Tabla 3. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)

Tipo de edificio	DPEA (W/m ²)
Oficinas	
Oficinas	12
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	15
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
Hoteles	
Hoteles	12
Moteles	14
Restaurantes	
Bares	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15
Restaurantes	14
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	10
Recreación y Cultura	
Salas de cine	12
Teatros	15
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	14
Museos	14
Templos	14
Talleres de servicios	
Talleres de servicio para automóviles	11
Talleres	15
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	10
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	13

Fuente: NOM-007-ENER-2014

Método de cálculo de la DPEA: La determinación de las DPEA del sistema de alumbrado de un edificio no residencial nuevo, ampliación o modificación de alguno ya existente, de los tipos cubiertos por esta Norma Oficial Mexicana, deben ser calculados a partir de la carga total conectada de alumbrado y el área total por iluminar de acuerdo con la metodología indicada a continuación.

La expresión genérica para el cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) es:

Fórmula 2.1

$$DPEA = \frac{\text{Carga total conectada para alumbrado}}{\text{Área total iluminada}}$$

donde la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) está expresada en W/m², la carga total conectada para alumbrado, que incluye la potencia total del sistema de alumbrado, está expresada en watts y el área total iluminada está expresada en metro cuadrado (Gob.mx, 2014).

Los valores de DPEA que se incluyen en la Tabla 4, tienen como único fin el de orientar sobre los desgloses de los espacios que se encuentran en diferentes tipos de edificios, de acuerdo con su uso, se están analizando para ser considerados a futuro como valores máximos permitidos de DPEA en las normas (Gob.mx, 2014).

Tabla 4. Valores DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios

Tipo de espacio específico	DPEA (W/m ²)
Almacén médico (hospital)	13.67
Área de casilleros	8.07
Área de equipaje Centrales / aeropuertos	8.18
Área de lectura (biblioteca)	10.01
Área de exhibición (centro de convenciones)	15.61
Áreas de ventas	18.08
Asientos auditorio	8.50
Asientos centro de convenciones	8.83

Asientos estadios	4.63
Asientos templos	16.47
Aulas	13.35
Bancos	14.85
Bar	14.10
Bodegas	6.78
Bodegas para material frágil	10.23
Cafetería (hospital)	11.52
Catálogo de biblioteca	7.75
Celdas de centros de readaptación (penales)	11.84
Consultorios	17.87
Enfermería (hospital)	9.47
Escaleras	7.43
Estacionamiento	2.05
Estantes de biblioteca	18.41
Farmacia (hospital)	12.27
Gimnasio	12.92
Habitaciones de hospital	6.67
Habitaciones de hotel	11.95
Juzgado	12.59
Laboratorio escolar	13.78
Laboratorio médico, industrial, investigación	19.48
Lavandería (hospital)	6.46
Manufactura detallada industria	13.89
Oficina abierta	10.55
Oficina cerrada	11.95
Oficina postal	10.12
Pasillo central (templos)	6.89
Pasillos	7.10
Pasillos fábricas / industria	4.41
Pasillos hospital	9.58
Preparación de comida	10.66
Probadores de tiendas	9.36
Pulpito, coro (templos)	16.47
Radiología e imagen (hospital)	14.21
Recuperación (hospital)	12.38

Restauración (museos)	10.98
Restaurante	9.58
Restaurante de hotel	8.83
Salas de cine sección de asientos	12.27
Salas de exhibición (museos)	11.30
Salas de juntas	13.24
Salas de lectura	13.35
Teatro sección de vestidores (camerinos)	4.31
Tiendas de autoservicio	11.84
Salas de usos múltiples	13.24
Salas de capacitación	13.35
Sanitarios	10.55
Talleres	17.11
Talleres de servicio automotriz	7.21
Teatro sección de asientos	26.16
Terapia física (hospital)	9.80
Terminal centrales / aeropuertos	11.63
Urgencias (hospital)	24.33
Vestíbulo	9.69
Vestíbulo de cine	5.60
Vestíbulo de elevador	6.89
Vestíbulo de hotel	11.41
Vestíbulo de teatro	21.53

Fuente: NOM-007-ENER-2014

2.14. Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo

Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o área de trabajo, son los establecidos en la Tabla 5 (Stps.gob.mx, 2008).

Tabla 5. Niveles de iluminación

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

Fuente: NOM-025-STPS-2008

2.14.1. Ubicación de los puntos de medición

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base a la Tabla 5, la ubicación de las luminarias respecto a los planos de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

Las áreas de trabajo se deben dividir en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la Tabla 6, y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas; en caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la Tabla 13. En caso de coincidir nuevamente el centro geométrico de cada zona de evaluación con la ubicación del punto focal de la luminaria, se debe mantener el número de zonas previamente definido (Stps.gob.mx, 2008).

Tabla 6. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Fuente: NOM-025-STPS-2008

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:

Fórmula 2.2

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x+y)}$$

Donde:

IC = índice del área.

x, y = dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas (Stps.gob.mx, 2008).

2.14.2. Factor de reflexión

Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación, según lo establecido en el Apéndice B, y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la Tabla 7 (Stps.gob.mx, 2008).

Tabla 7. Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, Kf
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión (Kf) supere los valores establecidos en la Tabla 15

Fuente: NOM-025-STPS-2008

Para evaluar el factor de reflexión de las superficies en áreas y puestos de trabajo seleccionados, los puntos de medición deben ser los mismos que se establecen en el Apéndice A.

Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- a) Se efectúa una primera medición (E_1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición (E_2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y
- c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente (Stps.gob.mx, 2008):

Fórmula 2.3

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100)$$

Capítulo III. Metodología

3.1. Verificar el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008

Es importante determinar los niveles de iluminación en todos y cada uno de los espacios de los edificios en estudio, tomando como referencia los criterios establecidos en la NOM-025-STPS-2008, realizando una serie de cálculos para determinar el número de mediciones necesarios para determinar realmente si el sistema actual de iluminación cumple o no cumple con los lineamientos en dicha norma.

3.1.1. Instrumentos de medición

Es indispensable determinar las dimensiones de los espacios en estudio mediante el uso de un flexómetro (figura 31), con este instrumento de medición se obtienen los datos de largo, ancho y altura. Con estos datos se calcula el área (m^2) que son datos necesarios para aplicar los procedimientos de las normas energéticas.



Figura 31. Flexómetro
Fuente: <https://www.bing.com/images/>

Otro instrumento de medición utilizado es el luxómetro (Figura 32), con el cual se obtienen las mediciones de los niveles de iluminación actuales en cada una de las áreas en estudio, de acuerdo con lo establecido en la NOM-025-STPS-2008.



Figura 32. Luxómetro Extech
Fuente: <https://www.bing.com/images/>.

3.1.2. Ubicación de los equipos de iluminación por edificio

Para facilitar el conteo y conocer la ubicación actual de los diversos equipos de iluminación que actualmente están instalados, se realiza un levantamiento y se plasman en los croquis sin escala de cada uno de los edificios.

El croquis de la ubicación de los equipos de iluminación que actualmente está instalado en el edificio D, se muestra en la Figura 33.

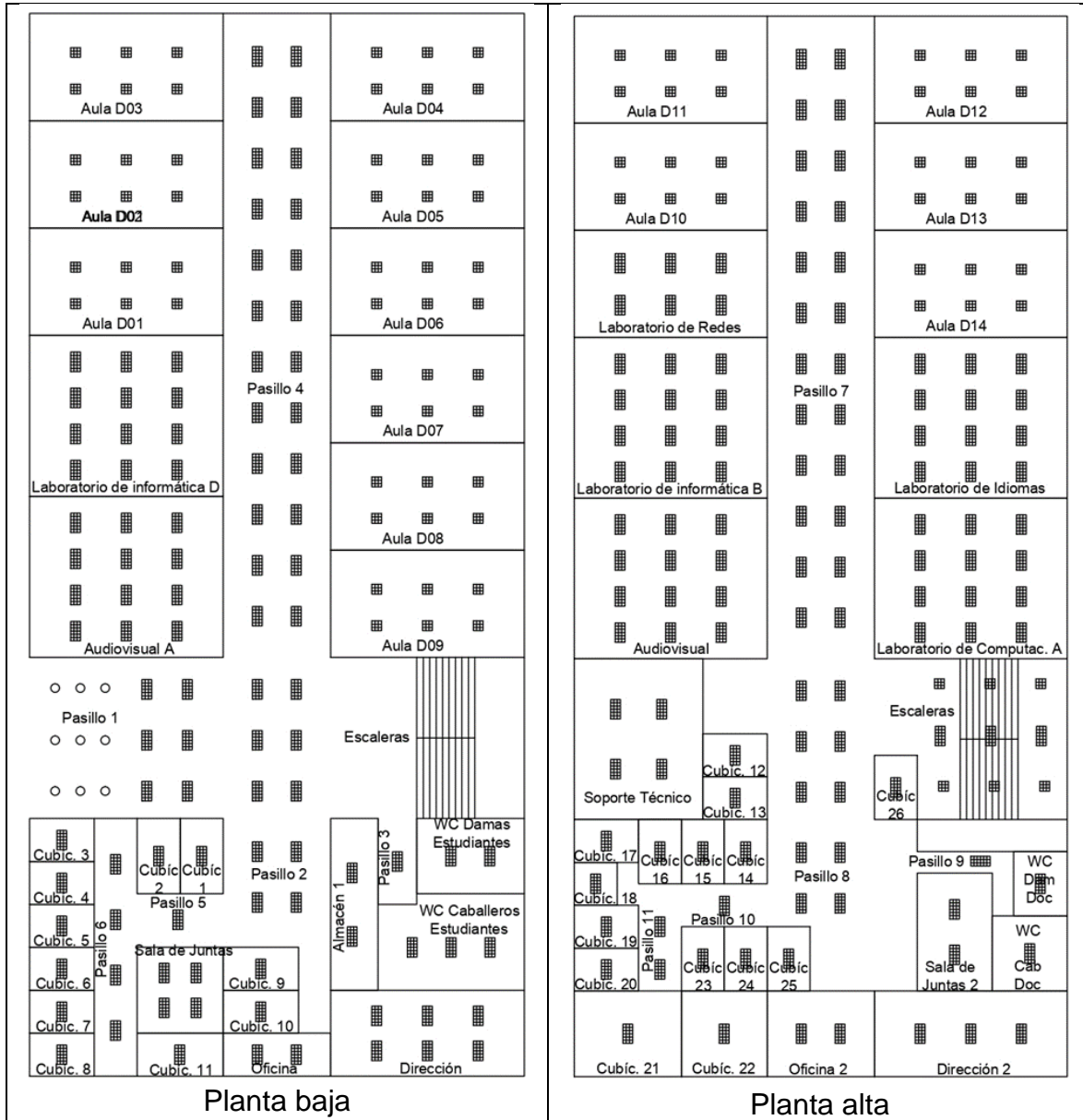


Figura 33. Ubicación de equipos de iluminación del edificio D
Fuente: Elaboración propia

El croquis de la ubicación de los equipos de iluminación que actualmente está instalado en el edificio F, se muestra en la Figura 34.

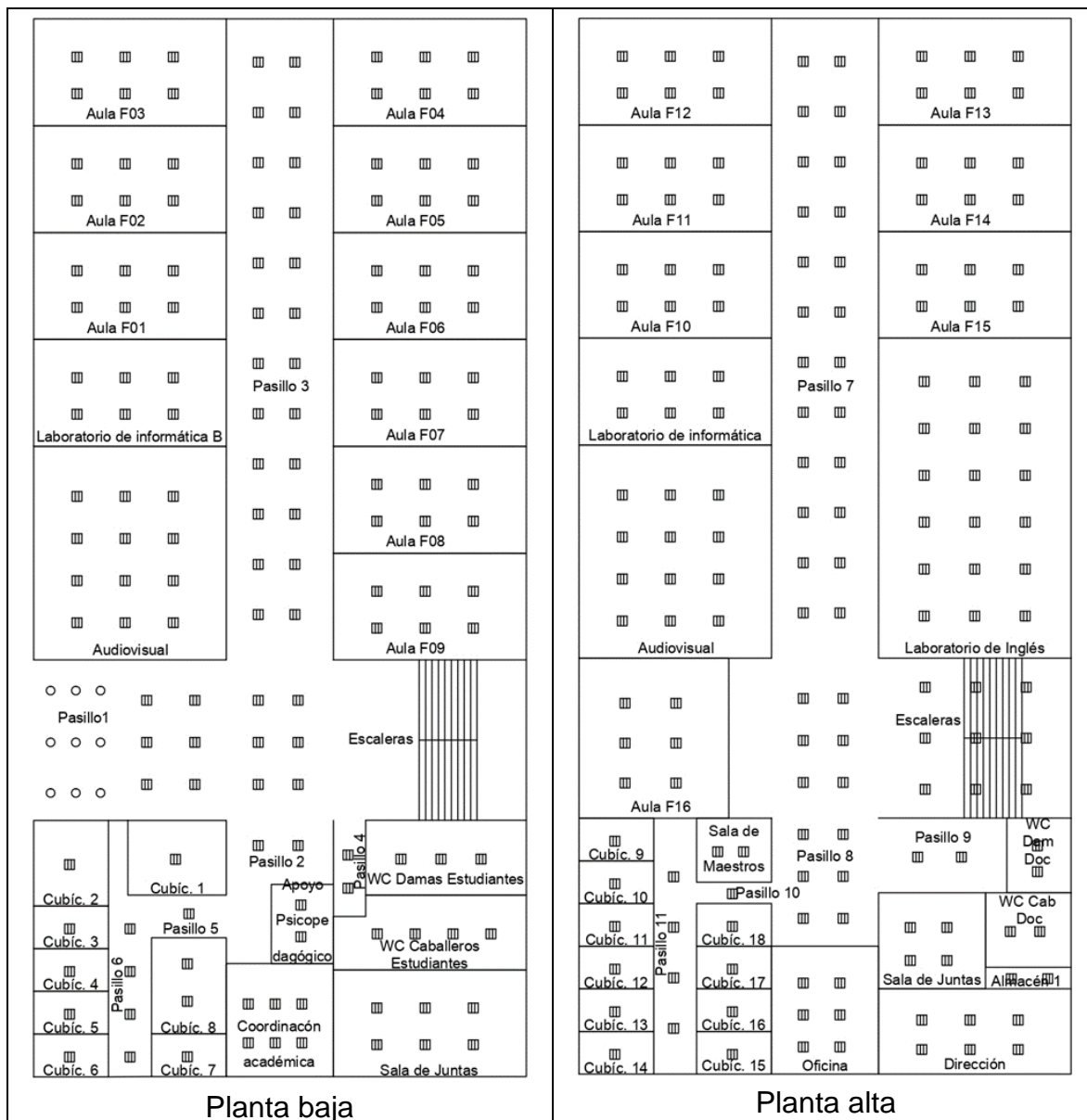


Figura 34 . Ubicación de equipos de iluminación del edificio F
Fuente: Elaboración propia

El croquis de la ubicación de los equipos de iluminación que actualmente está instalado en el edificio J, se muestra en la Figura 35.

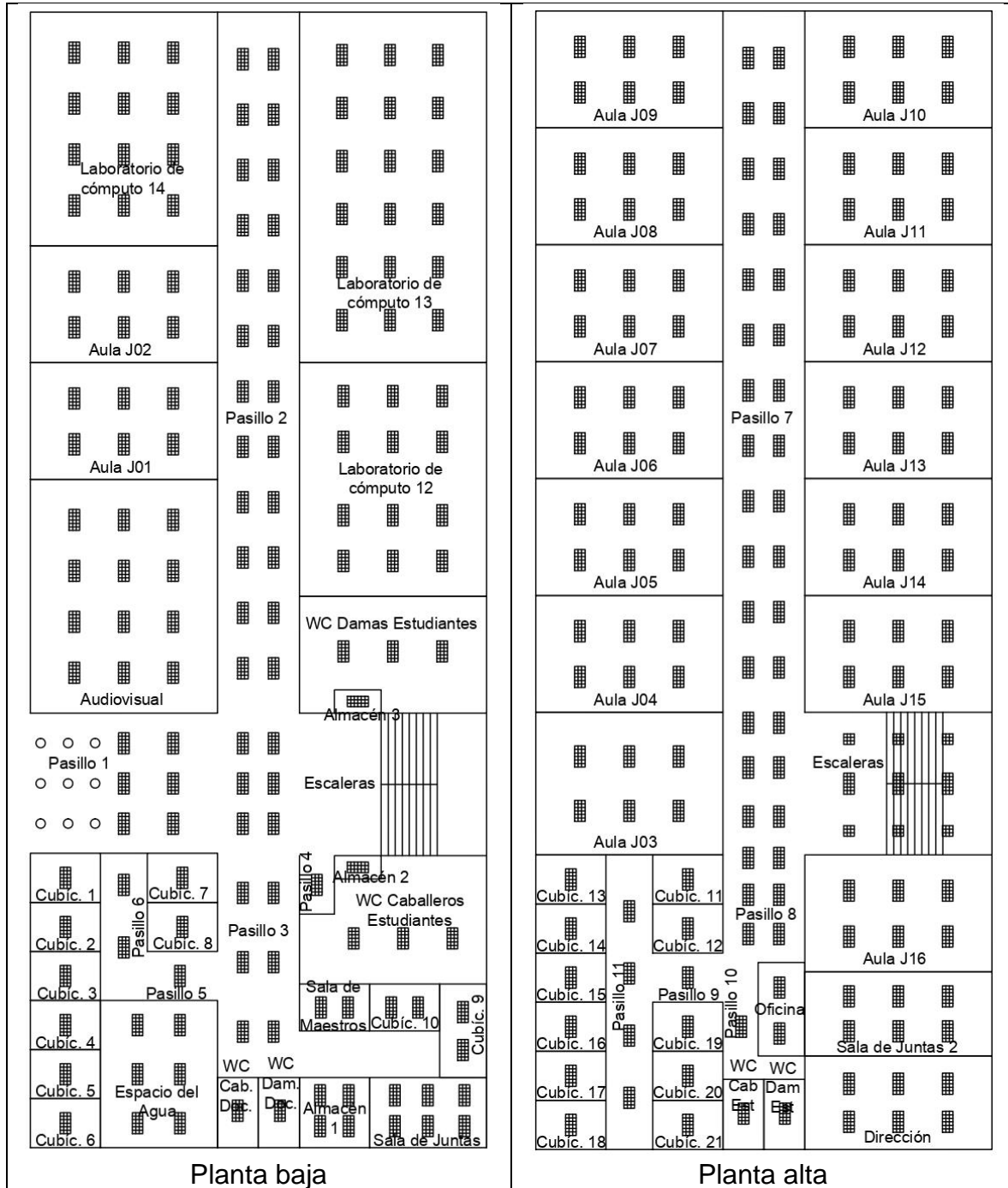


Figura 35. Distribución de luminarias en la planta baja del edificio J
Fuente: Elaboración propia

3.2. Verificar el cumplimiento de la NOM-007-ENER-2014

Con los datos obtenidos de las mediciones de las dimensiones, el número de equipos y sus características técnicas que conforman el sistema de iluminación que actualmente se tiene en la UTZAC, se verifica el cumplimiento de lo establecido en la NOM-007-ENER-2014 en cada una de las áreas que se analizan.

3.3. Evaluación del consumo de energía

Con la cantidad de la potencia instalada (W), se determina el tiempo de operación mensual del sistema de iluminación para calcular el peso en energía (kWh/mes) del sistema de iluminación.

Una vez que se conoce el consumo de energía (kWh) del sistema de iluminación, se puede visualizar las posibles oportunidades de mejora del sistema, para reducir el consumo de la energía.

3.4. Propuesta de nuevo sistema de iluminación

Con los resultados obtenidos de la verificación del cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 y de la NOM-007-ENER-2014, si los resultados indican que el sistema de iluminación actual no cumple con lo establecido en las normas, entonces el sistema de iluminación es deficiente y requiere que se realicen mejoras para convertirse en un sistema de iluminación eficiente que si cumpla con las normas.

Capítulo IV. Resultados

4.1. El consumo de energía eléctrica en la UTZAC, facturación

Comisión Federal de Electricidad factura a la UTZAC con los siguientes datos:

Universidad Tec. del Edo. de Zac.

20 de noviembre, Cieneguitas

Cieneguita, Zac. C. P. 98658

Tarifa: GDMTH **Carga conectada kW:** 170 **Demanda contratada:** 170

De los datos de la factura eléctrica, se destaca que la categoría tarifaria es gran demanda media tensión horaria (GDMTH), donde se tiene una carga conectada de 170 kW, para la cual se tiene una demanda contratada en CFE de 170 kW.

Durante el año 2019, la UTZAC tuvo un consumo de energía de 314,648 kWh, el mayor consumo se registra en el horario intermedia, además el promedio de las demandas máximas de energía es de 78 kW, que en todos los meses se presenta en el horario de intermedia que es cuando se realizan la mayoría de las actividades académicas, una característica que refleja la facturación eléctrica es el factor de potencia del 100%, esto es un indicador que la energía reactiva es casi nula por presentar valores muy pequeños cercanos a 0 kVArh. El promedio de pago de facturación de CFE es de \$72,966.36 al mes, en la Tabla 8 se muestra el desglose de la facturación mensual.

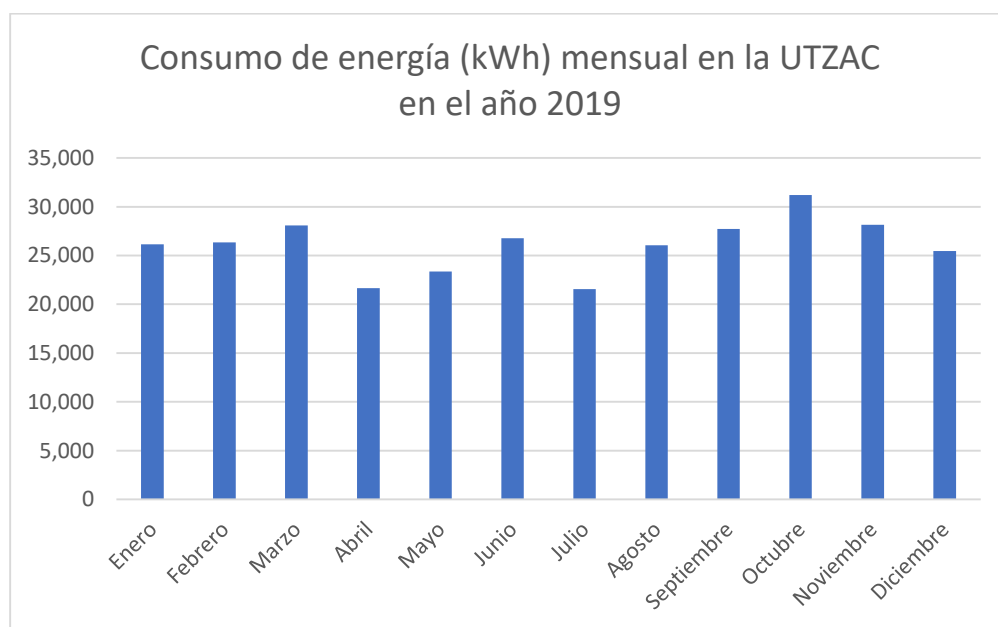
Tabla 8. Consumo de energía en la UTZAC en el año 2019

Mes	kWh	kWh	kWh	kWh	Dmax (kW)			kVArh	Factor de Potencia (%)	TOTAL A PAGAR
	Base	Intermedia	Punta	T o t a l	B	I	P			
Enero	6,300	16,354	3,479	26,133	43	86	55	1	100.00	\$78,277.00
Febrero	6,650	16,441	3,256	26,347	36	83	56	4	100.00	\$75,805.00
Marzo	6,650	17,811	3,638	28,099	39	85	56	1	100.00	\$80,199.00
Abril	5,600	14,307	1,762	21,669	32	77	40	2	100.00	\$61,699.00

Mes	kWh Base	kWh Intermedia	kWh Punta	kWh Total	Dmax (kW)			kVArh	Factor de Potencia (%)	TOTAL A PAGAR
					B	I	P			
Mayo	6,350	17,404	1,746	25,500	42	75	49	1	100.00	\$72,760.36
Junio	7,000	18,495	1,278	26,773	55	81	42	1	100.00	\$72,276.00
Julio	6,300	13,989	1,257	21,546	32	65	38	1	100.00	\$59,677.00
Agosto	6,650	18,055	1,339	26,044	37	80	43	1	100.00	\$70,822.00
Septiembre	7,350	19,101	1,276	27,727	39	74	40	1	100.00	\$71,650.00
Octubre	7,514	21,716	1,960	31,190	37	71	53	1	100.00	\$80,184.00
Noviembre	7,108	17,458	3,588	28,154	37	80	60	0	100.00	\$79,702.00
Diciembre	8,156	14,158	3,152	25,466	65	78	59	1	100.00	\$72,544.00
Total	81,628	205,289	27,731	314,648						\$875,595.36

Fuente: Elaboración propia con los recibos de CFE

Los consumos de energía de la UTZAC para el año 2019 se muestra en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Consumo de energía en la UTZAC en el año 2019
Fuente: Elaboración propia

4.2. Potencia instalada y consumo del sistema actual de iluminación

La potencia instalada en las 203 áreas, considerando los equipos del sistema de iluminación actual, es de 61.2 kW. La demanda de este sistema al estar en operación al 100% durante las actividades académicas representa un 77.05% de la

demanda máxima promedio. En la Tabla 9 se especifica la potencia eléctrica instalada del sistema de iluminación actual.

Tabla 9. Potencia eléctrica instalada

Espacio	Potencia instalada (kW)
Edificio D	26.4
Edificio F	16.2
Edificio J	18.6
T o t a l	61.2

Fuente: Elaboración propia

El consumo de energía del sistema de iluminación que actualmente está instalado, considerando 8 horas diarias de uso, es de 10,548 kWh/mes. Las cantidades de los consumos de energía por edificio se muestran desglosadas en la Tabla 10.

Tabla 10. Consumo de energía al mes

Espacio	Consumo de energía (kWh/mes)
Edificio D	4,518
Edificio F	2,803
Edificio J	3,227
T o t a l	10,548

Fuente: Elaboración propia

El consumo promedio mensual en la UTZAC es de 26,221 kWh/mes de los cuales 10,548 kWh/mes corresponden al sistema de iluminación que está en estudio, que representa un 40.22% del consumo total, y los 15,673 kWh/mes corresponden al consumo del resto de la instalación eléctrica de la UTZAC, las cantidades de los consumos se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Consumo de energía

	Consumo de energía (kWh/mes)
Sistema de iluminación	10,548
Resto de instalación eléctrica	15,673
t o t a l	26,221

Fuente: Elaboración propia

Como el porcentaje de consumo de energía del sistema de iluminación actual es significativo, se presenta una oportunidad para analizar y proponer mejoras en el sistema para disminuir el consumo y hacer un uso eficiente de la energía.

4.3. Cumplimiento de las normas energéticas

Los niveles de iluminación promedio obtenidos del sistema de iluminación actual de cada uno de los espacios son comparados con los valores mínimos establecidos en la norma NOM-025-STPS-2008. Si los niveles obtenidos de la medición son menores a los niveles que establece la norma, entonces no cumplen, pero si los niveles obtenidos son mayores que los niveles que establece la norma, entonces si cumplen con la NOM-025-STPS-2008.

Asimismo, se verifica que los espacios cumplan con la densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para garantizar el uso eficiente de la energía. Para ello se toma en cuenta el uso específico de cada espacio, la superficie y con los valores de la potencia eléctrica instalada (en watts) del sistema de iluminación. En la verificación del cumplimiento de la NOM-007-ENER-2014, primero se determina el valor actual con las mediciones correspondientes de la DPEA en cada uno de los espacios, si el valor obtenido de la medición es menor que el valor establecido en la norma, entonces sí cumple, pero si el valor medido es mayor que el valor establecido en la norma, entonces no cumple con la NOM-007-ENER-2014.

Los resultados del cumplimiento de las NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014, para los edificios D, F y J se muestran en las Tablas 12, 13 y 14, respectivamente.

Tabla 12. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio D

Zona	DPEA W/m ²	NOM 007 W/m ² Actual	Cumple NOM 007	Prom Luxes Actual	NOM-025	Cumple
					Luxes	NOM-025
Cubículo 1	13.0	11.95	No	198.5	300	No
Cubículo 2	13.0	11.95	No	200.5	300	No
Cubículo 3	15.2	11.95	No	211.5	300	No
Cubículo 4	15.2	11.95	No	185.5	300	No
Cubículo 5	15.2	11.95	No	207.8	300	No
Cubículo 6	15.2	11.95	No	176.3	300	No
Cubículo 7	15.2	11.95	No	241.0	300	No
Cubículo 8	15.2	11.95	No	263.5	300	No

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom Luxes Actual	NOM-025	Cumple
					Luxes	NOM-025
Cubículo 9	13.0	11.95	No	246.0	300	No
Cubículo 10	13.0	11.95	No	191.3	300	No
Cubículo 11	11.4	11.95	Sí	194.0	300	No
Sala de juntas	22.8	13.24	No	277.4	300	No
Oficina	18.2	11.95	No	182.5	300	No
Almacén 1	11.4	6.78	No	181.3	100	Sí
Dirección	15.2	11.95	No	252.8	300	No
WC Damas	10.0	10.55	Sí	248.2	200	Sí
WC Hombres	8.7	10.55	Sí	248.3	200	Sí
Pasillo 1	12.1	7.10	No	186.2	100	Sí
Pasillo 2	12.1	7.10	No	250.2	100	Sí
Pasillo 3	12.6	7.10	No	236.0	100	Sí
Pasillo 4	14.8	7.10	No	289.3	100	Sí
Pasillo 5	11.4	7.10	No	209.8	100	Sí
Pasillo 6	15.2	7.10	No	176.0	100	Sí
Audiovisual A	16.2	12.27	No	294.6	300	No
Lab. Informática D	16.2	13.78	No	191.4	300	No
Aula D01	7.9	13.35	Sí	254.6	300	No
Aula D02	7.9	13.35	Sí	250.2	300	No
Aula D03	7.9	13.35	Sí	249.1	300	No
Aula D04	7.9	13.35	Sí	251.9	300	No
Aula D05	7.9	13.35	Sí	252.7	300	No
Aula D06	7.9	13.35	Sí	261.9	300	No
Aula D07	7.9	13.35	Sí	254.8	300	No
Aula D08	7.9	13.35	Sí	252.1	300	No
Aula D09	7.9	13.35	Sí	254.9	300	No
Cubículo 12	15.2	11.95	No	198.5	300	No
Cubículo 13	15.2	11.95	No	201.8	300	No
Cubículo 14	15.2	11.95	No	209.0	300	No
Cubículo 15	15.2	11.95	No	187.0	300	No
Cubículo 16	15.2	11.95	No	208.3	300	No
Cubículo 17	15.2	11.95	No	177.8	300	No
Cubículo 18	22.8	11.95	No	236.5	300	No
Cubículo 19	15.2	11.95	No	265.3	300	No
Cubículo 20	15.2	11.95	No	242.0	300	No
Cubículo 21	4.6	11.95	Sí	254.9	300	No
Cubículo 22	5.7	11.95	Sí	255.3	300	No
Cubículo 23	15.2	11.95	No	263.3	300	No
Cubículo 24	15.2	11.95	No	241.3	300	No

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom Luxes Actual	NOM-025	Cumple
					Luxes	NOM-025
Cubículo 25	15.2	11.95	No	187.8	300	No
Cubículo 26	15.2	11.95	No	210.0	300	No
Dirección	7.6	11.95	Sí	253.4	300	No
Oficina 2	9.1	11.95	Sí	252.7	300	No
WC Damas	10.1	10.55	Sí	236.5	200	Sí
WC Hombres	7.4	10.55	Sí	262.5	200	Sí
Sala de juntas	9.5	13.24	Sí	254.2	300	No
Soporte técnico	9.7	11.95	Sí	254.2	300	No
Audiovisual	16.2	12.27	No	191.6	300	No
Lab. informática B	16.2	13.78	No	293.3	300	No
Lab. de redes	12.1	13.78	Sí	252.4	300	No
Aula D10	7.9	13.35	Sí	251.2	300	No
Aula D11	7.9	13.35	Sí	251.4	300	No
Aula D12	7.9	13.35	Sí	253.0	300	No
Aula D13	7.9	13.35	Sí	253.2	300	No
Aula D14	7.9	13.35	Sí	255.0	300	No
Lab. de idiomas	16.2	13.78	No	291.8	300	No
Lab. Computación A	16.2	13.78	No	291.0	300	No
Pasillo 7	16.5	7.10	No	292.9	100	Sí
Pasillo 8	13.7	7.10	No	175.6	100	Sí
Pasillo 9	20.2	7.10	No	144.8	100	Sí
Pasillo 10	11.4	7.10	No	174.0	100	Sí
Pasillo 11	18.2	7.10	No	189.8	100	Sí
Escaleras	4.0	7.10	Sí	191.4	100	Sí

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio F

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Cubículo 1	3.1	11.95	Sí	252.7	300	No
Cubículo 2	3.6	11.95	Sí	250.7	300	No
Cubículo 3	7.1	11.95	Sí	199.3	300	No
Cubículo 4	7.1	11.95	Sí	194.5	300	No
Cubículo 5	7.1	11.95	Sí	188.0	300	No
Cubículo 6	7.1	11.95	Sí	187.8	300	No
Cubículo 7	7.1	11.95	Sí	206.3	300	No
Cubículo 8	3.2	11.95	Sí	252.1	300	No

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Ap. psicopedagógico	8.3	11.95	Sí	234.8	300	No
Coord. académica	10.9	11.95	Sí	251.8	300	No
Sala de juntas	6.7	13.24	Sí	252.3	300	No
Wc damas	5.7	10.55	Sí	253.4	200	Sí
Wc caballeros	6.3	10.55	Sí	258.9	200	Sí
Audiovisual	6.7	12.27	Sí	293.2	300	No
Lab. informática	6.7	13.78	Sí	252.6	300	No
Aula F01	6.7	13.35	Sí	250.8	300	No
Aula F02	6.7	13.35	Sí	251.0	300	No
Aula F03	6.7	13.35	Sí	252.9	300	No
Aula F04	6.7	13.35	Sí	253.7	300	No
Aula F05	6.7	13.35	Sí	259.0	300	No
Aula F06	6.7	13.35	Sí	254.9	300	No
Aula F07	6.7	13.35	Sí	252.3	300	No
Aula F08	6.7	13.35	Sí	251.2	300	No
Aula F09	6.7	13.35	Sí	251.0	300	No
Sala exhibición	5.7	11.30	Sí	253.1	300	No
Pasillo 1	4.4	7.10	Sí	190.2	100	Sí
Pasillo 2	5.7	7.10	Sí	249.9	100	Sí
Pasillo 3	8.0	7.10	No	294.0	100	Sí
Pasillo 4	14.8	7.10	No	155.8	100	Sí
Pasillo 5	7.1	7.10	No	173.0	100	Sí
Pasillo 6	11.1	7.10	No	191.8	100	Sí
Cubículo 9	7.1	11.95	Sí	194.5	300	No
Cubículo 10	7.1	11.95	Sí	194.8	300	No
Cubículo 11	7.1	11.95	Sí	208.8	300	No
Cubículo 12	7.1	11.95	Sí	188.5	300	No
Cubículo 13	7.1	11.95	Sí	210.8	300	No
Cubículo 14	7.1	11.95	Sí	186.5	300	No
Cubículo 15	7.1	11.95	Sí	239.5	300	No
Cubículo 16	7.1	11.95	Sí	254.3	300	No
Cubículo 17	7.1	11.95	Sí	243.0	300	No
Cubículo 18	7.1	11.95	Sí	192.8	300	No
Sala de maestros	9.5	13.24	Sí	189.8	300	No
Oficina	10.0	11.95	Sí	254.2	300	No
Dirección	8.3	11.95	Sí	253.4	300	No
Sala de juntas	8.9	13.24	Sí	252.0	300	No
Almacén 1	25.0	6.78	No	256.8	100	Sí

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Wc damas	10.0	10.55	Sí	243.5	200	Sí
Wc caballeros	8.2	10.55	Sí	176.5	200	No
Aula F10	6.7	13.35	Sí	256.6	300	No
Aula F11	6.7	13.35	Sí	252.2	300	No
Aula F12	6.7	13.35	Sí	250.7	300	No
Aula F13	6.7	13.35	Sí	253.2	300	No
Aula F14	6.7	13.35	Sí	252.6	300	No
Aula F15	6.7	13.35	Sí	260.2	300	No
Aula F16	5.7	13.35	Sí	293.7	300	No
Audiovisual	3.3	12.27	Sí	295.4	300	No
Lab. informática	6.7	13.78	Sí	278.5	300	No
Lab. De ingles	6.7	13.78	Sí	289.7	300	No
Pasillo 7	8.0	7.10	No	293.3	100	Sí
Pasillo 8	9.2	7.10	No	252.7	100	Sí
Pasillo 9	5.6	7.10	Sí	254.4	100	Sí
Pasillo 10	14.3	7.10	No	177.3	100	Sí
Pasillo 11	8.3	7.10	No	193.5	100	Sí
Escaleras	6.7	7.10	Sí	190.9	100	Sí

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema actual en el edificio J

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Cubículo 1	9.4	11.95	Sí	200.0	300	No
Cubículo 2	9.4	11.95	Sí	201.5	300	No
Cubículo 3	9.4	11.95	Sí	215.0	300	No
Cubículo 4	9.4	11.95	Sí	187.8	300	No
Cubículo 5	9.4	11.95	Sí	213.0	300	No
Cubículo 6	9.4	11.95	Sí	178.0	300	No
Cubículo 7	9.4	11.95	Sí	237.5	300	No
Cubículo 8	9.4	11.95	Sí	265.0	300	No
Cubículo 9	14.8	11.95	No	243.0	300	No
Cubículo 10	7.4	11.95	Sí	190.8	300	No
Sala de maestros	7.4	13.24	Sí	259.5	300	No
Sala de juntas 1	23.6	13.24	No	299.6	300	No
Almacén 1	26.2	6.78	No	185.0	100	Sí
Wc damas	22.5	10.55	No	185.3	200	No
Wc caballeros	22.5	10.55	No	182.8	200	No

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Espacio del agua	11.8	13.35	Sí	192.0	300	No
Audiovisual	8.9	12.27	Sí	191.8	300	No
Aula J01	8.9	13.35	Sí	254.9	300	No
Aula J02	8.9	13.35	Sí	292.1	300	No
Lab. cómputo 12	8.9	13.78	Sí	293.7	300	No
Lab. cómputo 13	8.9	13.78	Sí	293.5	300	No
Lab. cómputo 14	8.9	13.78	Sí	295.0	300	No
Wc damas	4.9	10.55	Sí	213.4	200	Sí
Wc Caballeros	4.0	10.55	Sí	175.8	200	No
Almacén 2	29.5	6.78	No	232.5	100	Sí
Almacén 3	29.5	6.78	No	191.3	100	Sí
Pasillo 1	7.4	7.10	No	171.7	100	Sí
Pasillo 2	14.0	7.10	No	187.6	100	Sí
Pasillo 3	11.2	7.10	No	158.2	100	Sí
Pasillo 4	15.7	7.10	No	159.0	100	Sí
Pasillo 5	6.6	7.10	Sí	173.0	100	Sí
Pasillo 6	9.8	7.10	No	191.5	100	Sí
Cubículo 11	9.4	11.95	Sí	198.5	300	No
Cubículo 12	9.4	11.95	Sí	201.5	300	No
Cubículo 13	9.4	11.95	Sí	210.5	300	No
Cubículo 14	9.4	11.95	Sí	187.0	300	No
Cubículo 15	9.4	11.95	Sí	210.5	300	No
Cubículo 16	9.4	11.95	Sí	178.0	300	No
Cubículo 17	9.4	11.95	Sí	237.3	300	No
Cubículo 18	9.4	11.95	Sí	264.5	300	No
Cubículo 19	9.4	11.95	Sí	242.3	300	No
Cubículo 20	9.4	11.95	Sí	264.3	300	No
Cubículo 21	9.4	11.95	Sí	241.0	300	No
Dirección	11.1	11.95	Sí	254.8	300	No
Sala de juntas 2	12.6	13.24	Sí	254.8	300	No
Wc damas	11.2	10.55	No	188.3	200	No
Wc caballeros	11.2	10.55	No	211.0	200	Sí
Oficina	14.8	11.95	No	177.3	300	No
Aula J03	7.4	13.35	Sí	254.2	300	No
Aula J04	8.9	13.35	Sí	255.1	300	No
Aula J05	8.9	13.35	Sí	254.3	300	No
Aula J06	8.9	13.35	Sí	254.0	300	No
Aula J07	8.9	13.35	Sí	250.8	300	No
Aula J08	8.9	13.35	Sí	251.0	300	No

Zona	DPEA W/m2	NOM 007 W/m2 Actual	Cumple NOM 007	Prom	NOM-025	Cumple
				Luxes Actual	Luxes	NOM-025
Aula J09	8.9	13.35	Sí	254.0	300	No
Aula J10	8.9	13.35	Sí	254.0	300	No
Aula J11	8.9	13.35	Sí	262.3	300	No
Aula J12	8.9	13.35	Sí	255.0	300	No
Aula J13	8.9	13.35	Sí	253.9	300	No
Aula J14	8.9	13.35	Sí	254.6	300	No
Aula J15	8.9	13.35	Sí	254.6	300	No
Aula J16	8.9	13.35	Sí	254.2	300	No
Pasillo 7	13.2	7.10	No	255.0	100	Sí
Pasillo 8	7.9	7.10	No	235.8	100	Sí
Pasillo 9	9.8	7.10	No	263.0	100	Sí
Pasillo 10	9.8	7.10	No	238.8	100	Sí
Pasillo 11	9.4	7.10	No	264.0	100	Sí
Escaleras	3.7	7.10	Sí	255.7	100	Sí

Fuente: Elaboración propia

De manera general se determinó que de los 203 espacios analizados, 153 (75.37%) no cumplen con los niveles de iluminación establecidos en la NOM-025-STPS-2008 y 74 (36.45%) no cumplen con los valores de la DPEA establecidos en la NOM-007-ENER-014, para hacer uso eficiente de la energía los espacios deben de cumplir con las 2 normas a la vez, 33 espacios no cumplen con las 2 normas a la vez, esto es un indicador que el sistema de iluminación actual es deficiente, en este escenario se presenta la oportunidad de analizar y proponer un sistema de iluminación eficiente y funcional.

4.4. Sistema de iluminación propuesto

Se propone instalar un sistema de iluminación a base de luminarias led vptf 4ft clp lithonia lighting que sea eficiente y verifica que cumpla con las 2 normas simultáneamente.

4.4.1. Cumplimiento de las normas energéticas del sistema propuesto

Con las características y especificaciones del nuevo sistema de iluminación, se determina la potencia instalada (kW), los niveles de iluminación del sistema de iluminación propuesto, con las dimensiones y uso específico de cada uno de los espacios, se verifica el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 y de la NOM-007-ENER-2014.

El nuevo sistema de iluminación presenta niveles de iluminación adecuados con una densidad de potencia menor a las que establece la norma, lo que significa que cumple al 100% con las 2 normas simultáneamente, esto indica que el nuevo sistema de iluminación propuesto es eficiente, los resultados se muestran en las Tabla 15.

Tabla 15. Cumplimiento de las normas energéticas del nuevo sistema de iluminación

ESPACIO	Cantidad	Led	Potencia a instalar	Consumo de energía	Niveles Mínimos de iluminación NOM 025 STPS	Iluminación con el nuevo sistema	Cumple con la NOM 025 STPS	DPEA max. De la NOM 007	DPEA nuevo sistema	Cumple con la NOM 007
		40W	kW	kWh/mes	Lux	Lux	W/m2	W/m2	NOM 007	
Almacén (a)	1	1	0.042	6	100	152	Si	6.78	2.64	Si
Almacen 1 (a)	1	1	0.042	6	100	112	Si	6.78	3.75	Si
Almacén 1 (b)	1	1	0.042	6	100	260	Si	6.78	4.69	Si
Almacén 2 (c)	1	1	0.042	6	100	106	Si	6.78	3.50	Si
Almacén 3 (d)	1	1	0.042	6	100	106	Si	6.78	3.50	Si
Apoyo psicopedagógico (a)	1	2	0.084	12	300	422	Si	11.95	7.03	Si
Audiovisual	1	9	0.380	56	300	423	Si	12.27	4.75	Si
Audiovisual (a)	1	9	0.380	56	300	383	Si	12.27	4.22	Si
Audiovisual (a)	1	4	0.169	25	300	383	Si	12.27	4.22	Si
Aula D01 (a)	31	124	5.233	771	300	301	Si	13.35	3.75	Si
Aula F16 (b)	1	4	0.169	25	300	301	Si	13.35	3.75	Si
Aula J01	16	64	2.701	398	300	333	Si	13.35	4.22	Si
Coordinación académica (a)	1	3	0.127	19	300	341	Si	11.95	4.60	Si
Cubículo (a)	42	42	1.772	261	300	301	Si	11.95	6.03	Si
Cubículo (b)	2	4	0.169	25	300	341	Si	11.95	5.24	Si
Cubículo ©	21	21	0.886	131	300	327	Si	11.95	6.70	Si
Dirección (a)	3	18	0.760	112	300	533	Si	11.95	7.03	Si
Dirección (b)	1	4	0.169	25	300	394	Si	11.95	5.28	Si

ESPACIO	Cantidad	Led	Potencia a instalar	Consumo de energía	Niveles Mínimos de iluminación NOM 025 STPS	Iluminación con el nuevo sistema	Cumple con la NOM 025 STPS	DPEA max. De la NOM 007	DPEA nuevo sistema	Cumple con la
		40W	kW	kWh/mes	Lux	Lux		W/m2	W/m2	NOM 007
Escaleras (c)	1	2	0.084	12	100	144	Si	7.10	1.76	Si
Escaleras (a)	1	3	0.127	19	100	163	Si	7.10	1.88	Si
Escaleras (b)	1	3	0.127	19	100	163	Si	7.10	1.88	Si
Espacio del agua	1	3	0.127	19	300	318	Si	13.35	4.22	Si
Laboratorio de cómputo 12 (c)	2	18	0.760	112	300	423	Si	13.78	4.75	Si
Laboratorio de cómputo 13 (d)	1	10	0.422	62	300	327	Si	13.78	3.52	Si
Laboratorio de inforática D (a)	6	36	1.519	224	300	326	Si	13.78	3.75	Si
Laboratorio de informática (e)	2	24	1.013	149	300	355	Si	13.78	3.75	Si
Laboratorio de redes (b)	1	4	0.169	25	300	301	Si	13.78	3.75	Si
Oficina (c)	1	3	0.127	19	300	318	Si	11.95	4.22	Si
Oficina (d)	1	1	0.042	6	300	543	Si	11.95	10.55	Si
Oficina (a)	1	2	0.084	12	300	454	Si	11.95	8.44	Si
Oficina (b)	1	3	0.127	19	300	435	Si	11.95	6.33	Si
Pasillo 1 (a)	1	2	0.084	12	100	109	Si	7.10	1.25	Si
Pasillo 1 (k)	1	2	0.084	12	100	109	Si	7.10	1.25	Si
Pasillo 1 (rr)	1	2	0.084	12	100	144	Si	7.10	1.76	Si
Pasillo 10 (aa)	1	1	0.042	6	100	337	Si	7.10	7.03	Si
Pasillo 10 (i)	1	1	0.042	6	100	271	Si	7.10	5.28	Si
Pasillo 10 (q)	1	1	0.042	6	100	112	Si	7.10	3.75	Si
Pasillo 11 (r)	1	2	0.084	12	100	211	Si	7.10	3.52	Si
Pasillo 11 (ba)	1	2	0.084	12	100	203	Si	7.10	3.38	Si
Pasillo 11 (j)	1	1	0.042	6	100	227	Si	7.10	4.22	Si
Pasillo 2 (b)	1	1	0.042	6	100	106	Si	7.10	1.41	Si
Pasillo 2 (l)	1	1	0.042	6	100	160	Si	7.10	2.41	Si
Pasillo 2 (s)	1	5	0.211	31	100	134	Si	7.10	1.67	Si
Pasillo 3 (ll)	2	12	0.506	75	100	120	Si	7.10	1.35	Si
Pasillo 3 (c)	1	1	0.042	6	100	288	Si	7.10	5.86	Si
Pasillo 3 (t)	1	2	0.084	12	100	195	Si	7.10	2.68	Si
Pasillo 4 (m)	1	1	0.042	6	100	286	Si	7.10	6.25	Si
Pasillo 4 (u)	1	1	0.042	6	100	135	Si	7.10	4.00	Si
Pasillo 5 (d)	1	1	0.042	6	100	271	Si	7.10	5.28	Si
Pasillo 5 (n)	1	1	0.042	6	100	301	Si	7.10	6.03	Si
Pasillo 5 (V)	1	1	0.042	6	100	260	Si	7.10	4.69	Si
Pasillo 6 (e)	1	2	0.084	12	100	211	Si	7.10	3.52	Si
Pasillo 6 (ñ)	1	1	0.042	6	100	137	Si	7.10	2.34	Si

ESPACIO	Cantidad	Led	Potencia a instalar	Consumo de energía	Niveles Mínimos de iluminación NOM 025 STPS	Iluminación con el nuevo sistema	Cumple con la NOM 025 STPS	DPEA max. De la NOM 007	DPEA nuevo sistema	Cumple con la
		40W	kW	kWh/mes	Lux	Lux		W/m2	W/m2	NOM 007
Pasillo 6 (w)	1	1	0.042	6	100	195	Si	7.10	3.52	Si
Pasillo 7 (f)	2	12	0.506	75	100	120	Si	7.10	1.35	Si
Pasillo 7 (x)	1	5	0.211	31	100	118	Si	7.10	1.47	Si
Pasillo 8 (g)	1	2	0.084	12	100	167	Si	7.10	2.11	Si
Pasillo 8 (o)	1	2	0.084	12	100	198	Si	7.10	2.60	Si
Pasillo 8 (y)	1	1	0.042	6	100	263	Si	7.10	5.63	Si
Pasillo 9 (h)	1	1	0.042	6	100	101	Si	7.10	3.30	Si
Pasillo 9 (p)	1	1	0.042	6	100	153	Si	7.10	2.34	Si
Pasillo 9 (z)	1	1	0.042	6	100	337	Si	7.10	7.03	Si
Sala de juntas (c)	1	3	0.127	19	300	398	Si	13.24	5.63	Si
Sala de juntas (e)	1	3	0.127	19	300	324	Si	13.24	4.52	Si
Sala de juntas (a)	1	2	0.084	12	300	344	Si	13.24	5.28	Si
Sala de juntas (b)	1	3	0.127	19	300	444	Si	13.24	6.58	Si
Sala de juntas (d)	1	2	0.084	12	300	354	Si	13.24	5.63	Si
Sala de maestros	1	2	0.084	12	300	543	Si	13.24	10.55	Si
Sala de maestros (a)	1	2	0.084	12	300	466	Si	13.24	8.04	Si
Sala exhibición (a)	1	2	0.084	12	300	319	Si	11.30	4.82	Si
Soporte técnico (a)	1	4	0.169	25	300	352	Si	13.78	4.50	Si
Wc Caballeros (alumnos) (k)	1	3	0.127	19	200	232	Si	10.55	2.88	Si
Wc caballeros (docentes) (d)	1	1	0.042	6	200	209	Si	10.55	3.44	Si
Wc caballeros (docentes) (h)	1	1	0.042	6	200	209	Si	10.55	3.44	Si
Wc caballeros (estudiantes) (b)	1	2	0.084	12	200	202	Si	10.55	2.68	Si
Wc caballeros (estudiantes) (f)	1	3	0.127	19	200	293	Si	10.55	4.02	Si
Wc damas (docentes) (c)	1	1	0.042	6	200	260	Si	10.55	4.69	Si
Wc damas (docentes) (g)	1	1	0.042	6	200	238	Si	10.55	4.22	Si
Wc damas (docentes) (i)	2	2	0.084	12	200	208	Si	10.55	2.34	Si
Wc damas (docentes) (l)	2	2	0.084	12	200	364	Si	10.55	8.04	Si
Wc damas (estudiantes) (e)	1	2	0.084	12	200	228	Si	10.55	3.22	Si
Wc damas (estudiantes) (a)	1	2	0.084	12	200	309	Si	10.55	4.64	Si
Wc damas (estudiantes) (j)	1	2	0.084	12	200	208	Si	10.55	2.34	Si

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Potencia instalada del nuevo sistema de iluminación

El nuevo sistema de iluminación tiene una potencia eléctrica instalada de 22.8 kW que representa un 37.94% de la potencia instalada actualmente, se tiene un ahorro de 37.3 kW en potencia instalada lo que representa un ahorro del 62.06%, estos valores indican que el sistema de iluminación propuesto es más eficiente que el actual, los valores se describen en la Tabla 16.

Tabla 16. Potencia instalada del nuevo sistema de iluminación

	Potencia instalada (kW)
Sistema de iluminación actual	61.2
Sistema de iluminación propuesto	22.8
Ahorro	38.4

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Peso en energía del nuevo sistema de iluminación

Con la potencia instalada del nuevo sistema de iluminación y las actividades que se realizan cotidianamente, se tiene un consumo de 3,950 kWh/mes el cual representa el 37.44% del consumo del sistema actual de iluminación mensual, se obtiene un ahorro de 6,598 kWh/mes equivalente a un 62.55% al mes, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Consumo de energía (kWh/mes) del sistema de iluminación

	Consumo de energía (kWh/mes)
Sistema de iluminación actual	10,548
Sistema de iluminación propuesto	3,950
Ahorro	6,598

Fuente: Elaboración propia

4.4.4. Software de iluminación

Con el uso del *software lithonia lighting* se determinan la cantidad de luminarias, la ubicación y orientación de las luminarias, la iluminancia y la DPEA de cada uno de los espacios que cumplen con las normas energéticas, estas características hacen eficiente al nuevo sistema de iluminación, un ejemplo de los resultados que arroja el software se muestra en las Figuras 36 (Visual, 2022).

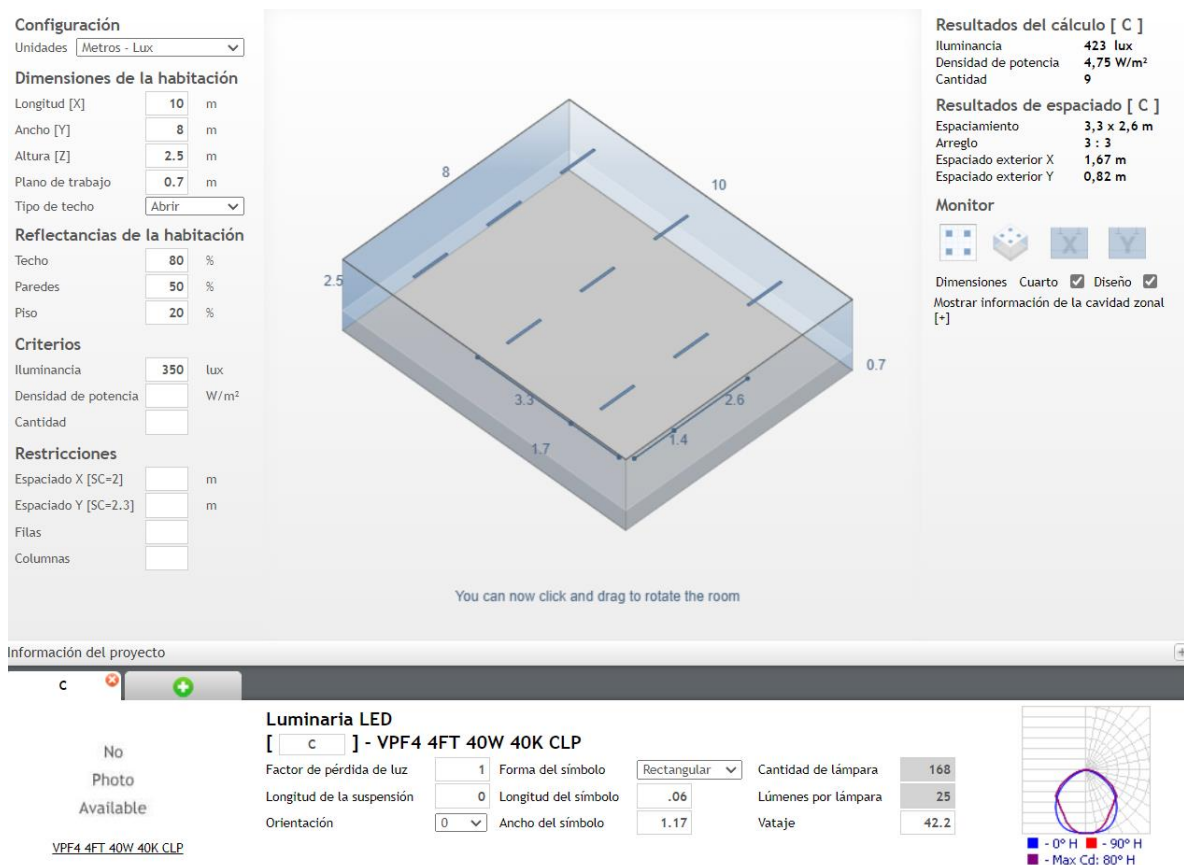


Figura 36. Software lithonia lighting
Fuente: <https://lithonia.acuitybrands.com/>

Con el uso del software se puede obtener las gráficas de la fotometría de acuerdo con las características técnicas del luminario Led, como se muestra en la Figura 37.

Test #: 37249P1
 Test Lab: SCALED PHOTOMETRY
 Catalog: MRS L48 1750LM 80CRI 835 XXXX
 Description: MRS L48 1750LM 80CRI 835 XXXX
 Series: MRS L Strip Light
 Lamp Output: Total luminaire Lumens: 1722.1, *absolute photometry*
 *
 Input Wattage: 13.74
 Luminous Opening: Rectangle w/Luminous Sides (L: 1.08M, W: 0.04M,
 H: 0.02M)
 Cie Class: Direct
 Max Cd: 538.5 at Horizontal: 90°, Vertical: 2.5°
 Spacing Criterion: @ 0 = 1.2 / @ 90 = 1.3



Product Links

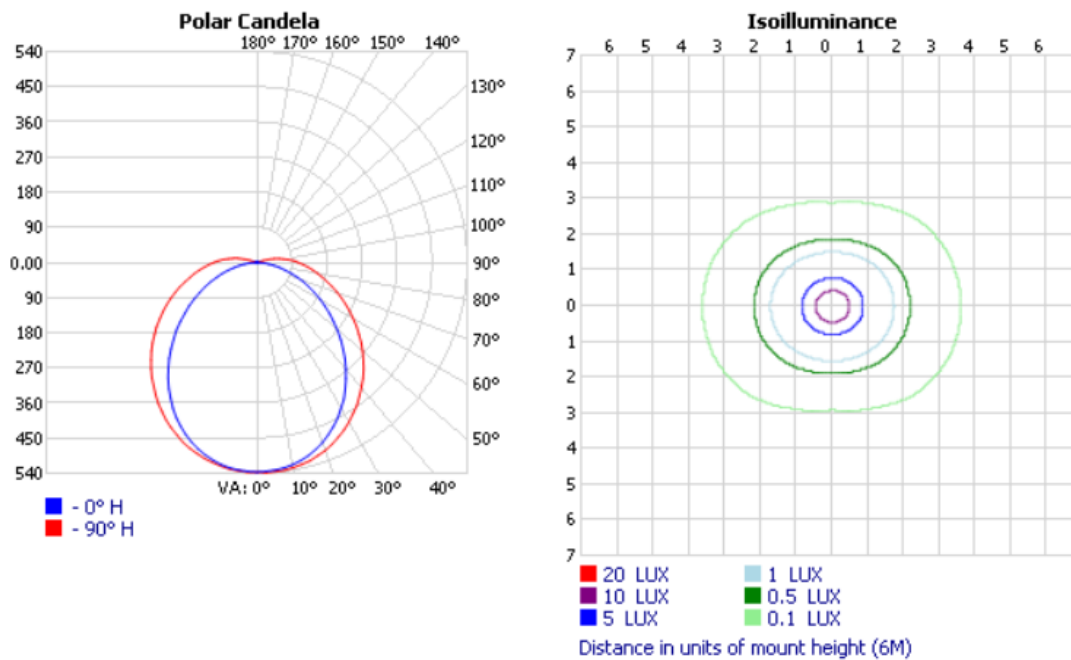


Figura 37. Fotometría del luminario Led
 Fuente: <https://lithonia.acuitybrands.com/>.

Con el software se obtienen los coeficientes de luminancia y tabla de candelas, como se muestra en las Figuras 38 y 39.

Zonal Lumen Summary

Zone	Lumens	% Luminaire
0-30	417.2	24.2%
0-40	680.8	39.5%
0-60	1,201.5	69.8%
60-90	454.0	26.4%
70-100	302.5	17.6%
90-120	66.5	3.9%
0-90	1,655.5	96.1%
90-180	66.5	3.9%
0-180	1,722.1	100%

Lumens Per Zone

Zone	Lumens	% Total	Zone	Lumens	% Total
0-10	50.9	3.0%	90-100	52.8	3.1%
10-20	145.9	8.5%	100-110	13.6	0.8%
20-30	220.4	12.8%	110-120	0.1	0%
30-40	263.6	15.3%	120-130	0.000	0%
40-50	271.8	15.8%	130-140	0.000	0%
50-60	248.9	14.5%	140-150	0.000	0%
60-70	204.3	11.9%	150-160	0.000	0%
70-80	151.2	8.8%	160-170	0.000	0%
80-90	98.6	5.7%	170-180	0.000	0%

Average Luminance (Cd/m2)

	0	45	90	135	180	225	270	315	360
0	12549	12549	12549	12549	12549	12549	12549	12549	12549
45	10110	8123	7929	8168	10078	7987	7868	8055	10110
55	9004	6961	6935	7035	8887	6863	6956	7011	9004
65	7776	5908	5985	5992	7776	5852	6103	5992	7776
75	6222	5095	5075	5195	6388	5095	5239	5263	6222
85	4458	4252	4389	4339	4458	4296	4522	4469	4458

Coefficients Of Utilization - Zonal Cavity Method

Effective Floor Cavity Reflectance: 20%

RCC %:	80				70				50				30				10				0
RW %:	70	50	30	0	70	50	30	0	50	30	20	50	30	20	50	30	20	50	30	20	0
RCR: 0	1.18	1.18	1.18	1.18	1.15	1.15	1.15	.96	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	1.04	.98	.98	.98	.96			
1	1.06	1.00	.95	.91	1.03	.98	.93	.78	.93	.89	.86	.88	.85	.82	.84	.81	.79	.77			
2	.96	.87	.79	.73	.93	.84	.78	.64	.80	.74	.69	.76	.71	.67	.73	.69	.65	.63			
3	.87	.76	.67	.60	.84	.74	.66	.54	.70	.63	.58	.67	.61	.56	.64	.59	.55	.52			
4	.80	.67	.58	.51	.77	.65	.57	.46	.62	.55	.49	.59	.53	.48	.57	.51	.47	.44			
5	.73	.60	.50	.43	.71	.58	.50	.40	.56	.48	.42	.53	.47	.41	.51	.45	.41	.38			
6	.68	.54	.44	.38	.65	.53	.44	.35	.50	.43	.37	.48	.41	.36	.46	.40	.36	.33			
7	.63	.49	.40	.33	.61	.48	.39	.31	.46	.38	.33	.44	.37	.32	.42	.36	.32	.29			
8	.58	.44	.36	.30	.56	.44	.35	.28	.42	.34	.29	.40	.34	.29	.39	.33	.28	.26			
9	.54	.41	.32	.27	.53	.40	.32	.25	.39	.31	.26	.37	.31	.26	.36	.30	.25	.24			
10	.51	.38	.30	.24	.50	.37	.29	.23	.36	.29	.24	.34	.28	.23	.33	.27	.23	.21			

Figura 38 Coeficientes de utilización
Fuente: <https://lithonia.acuitybrands.com/>

Candela Table - Type C																	
	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	360
0	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537	537
5	534	536	536	537	538	538	537	537	534	535	534	535	536	535	536	536	534
10	526	528	530	533	534	533	532	530	526	527	527	529	530	529	529	529	526
15	512	515	519	524	526	524	520	517	511	513	515	518	520	519	517	515	512
20	491	496	503	510	513	510	504	498	490	492	497	504	506	504	500	495	491
25	464	470	481	492	494	492	484	474	463	466	476	484	487	486	478	470	464
30	431	441	456	468	472	469	458	443	431	437	448	461	466	463	452	440	431
35	395	407	426	441	447	443	426	408	394	401	419	435	441	436	422	406	395
40	355	368	391	412	417	412	393	370	353	364	385	406	412	408	388	366	355
45	313	329	356	379	387	381	358	328	312	324	350	375	384	378	353	326	313
50	270	289	319	346	354	348	321	288	270	283	313	343	353	345	318	287	270
55	228	248	281	313	320	315	284	247	225	243	277	312	321	314	283	247	228
60	187	205	243	277	285	278	247	205	185	203	241	278	288	281	246	205	187
65	147	167	210	242	251	244	213	168	147	166	208	244	256	247	213	168	147
70	110	133	178	210	218	212	181	135	109	131	178	214	223	216	183	135	110
75	75	102	151	179	185	179	154	106	77	102	151	182	191	185	156	106	75
80	46	78	122	150	157	151	124	83	47	78	123	154	163	155	127	83	46
85	21	56	98	123	131	124	100	58	21	54	99	127	135	129	103	58	21
90	5	34	75	100	107	101	77	38	5	34	76	103	111	105	80	38	5
95	4	16	52	76	83	76	53	18	4	17	53	79	88	81	57	20	4
100	3	1	28	52	58	53	30	1	3	1	30	55	62	56	33	1	3
105	1	0	1	24	31	24	2	0	1	1	2	25	34	27	4	0	1
110	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 39. Valores de candela
Fuente: <https://lithonia.acuitybrands.com/>

También con la aplicación del software su puede descargar la ficha técnica de la luminaria, donde se especifican las características de funcionamiento del luminario Led, que son esenciales para tomar la decisión en el nuevo sistema de iluminación, como se muestra en la Figura 40.



FEATURES & SPECIFICATIONS

INTENDED USE — The MRSL retrofit kit is designed to convert existing strip-based fixtures to LED technology. Flexible kit allows easy retrofit which reduces energy consumption for existing strip fixtures that are 4"–5" in width and approximately 2" in depth. **Certain airborne contaminants can diminish the integrity of acrylic and/or polycarbonate.** [Click here for Acrylic/Polycarbonate Compatibility table for suitable uses.](#)

Certain airborne contaminants may adversely affect the functioning of LEDs and other electronic components, depending on various factors such as concentrations of the contaminants, ventilation, and temperature at the end-user location. [Click here for a list of substances that may not be suitable for interaction with LEDs and other electronic components.](#)

CONSTRUCTION — Die-formed channel cover secured by self-tapping screws for quick, secure mounting.

Finish-Paint process ensures superior paint adhesion and rust resistance. White paint finish is standard.

OPTICS — LEDs provide 80 CRI at 4000 K and 5000 K.

ELECTRICAL — Utilizes LEDs integrated on a two-layer circuit board, ensuring cool-running operation.

Electronic LED driver is multi-volt, 0–10V dimming standard. Luminaires Surge Protection Level-Designed to withstand up to 2.5kV/0.75kA per ANSI C82.77-5-2015.

INSTALLATION — Channel cover installs quickly and securely using provided self-tapping screws.

LISTINGS — UL listed to US and Canadian safety standards. Damp location listed. Listed for 95°F (35°C) ambient.

DesignLights Consortium® (DLC) qualified product. Not all versions of this product may be DLC qualified. Please check the DLC Qualified Products List at www.designlights.org/DLP, to confirm which versions are qualified.

WARRANTY — 5-year limited warranty. For use in damp locations with ambient temperatures ranging from -4°F(-20°C) to 95°F(35°C). Complete warranty terms located at: www.acuitybrands.com/support/warranty/terms-and-conditions

NOTE: Actual performance may differ as a result of end-user environment and application. All values are design or typical values, measured under laboratory conditions at 25 °C. Specifications subject to change without notice.

Catalog Number	
Notes	
Type	

LED Striplight Retrofit Kit



MRSL

Specifications			
All dimensions are shown in inches (parentheses) unless otherwise noted. (weight and dimensions could vary based upon options)			
LENGTH	WIDTH	DEPTH	WEIGHT
48 (121.92)	5 (12.7)	2.25 (5.72)	5 lbs. (2.26kg)



ORDERING INFORMATION Lead times will vary depending on options selected. Consult with your sales representative.

Example: MRSL L48 1750LM 840 SBR10

Series	Length	Nominal Lumens ¹	Voltage	CRI/Color Temp ²	Options
MRSL	L48	1750LM 3500LM 5000LM	(Blank) 120-277V	840 80CRI 40K 850 80CRI 50K	E7W Emergency battery pack, 7Wh, CA Title 20 Noncompliant PLR1G Plug in wiring PLR10VG Plug in wiring, low voltage ³ SBR10 Integrated dimming occupancy sensor L/Lens Lens Lens
	L96 ¹	3500LM 7000LM 10000LM			

Notes

- 1 96 fixtures come as 2 4' sections, one master and one satellite.
- 2 Consult factory for additional options.
- 3 The Low voltage wiring is not compatible on fixtures with sensors. Use PLR1G.

OPERATIONAL DATA

Product	Lumens		Wattage	LPW	
	40K	50K		40K	50K
MRSL L48 1750LM	1794	1852	13.74	131	135
MRSL L48 3500LM	3689	3514	27.01	137	138
MRSL L48 5000LM	4063	5121	35.26	141	145
MRSL L96 3500LM	3853	3975	26.40	146	150
MRSL L96 7000LM	6921	7139	48.85	142	146
MRSL L96 10000LM	10492	10826	72.82	144	149



MRSL

COMMERCIAL B3008 One Lithonia Way, Conley, GA 30012 Phone 800-761-SERV (7378) www.lithonia.com techsupport-commercial@acuitybrands.com © 2017-2021 Acuity Brands Lighting, Inc. All rights reserved. Rev. 11/15/21

Figura 40. Ficha técnica de la luminaria
Fuente: <https://lithonia.acuitybrands.com/>

4.5. Inversión

4.5.1. Costo de la inversión inicial

La implementación del nuevo sistema de iluminación requiere el suministro y colocación de 540 luminarias led vpf4 4ft clp lithonia lighting distribuidos y orientados de acuerdo con los resultados que se obtienen del software, cada luminaria tiene un costo de \$109.50 IVA incluido, el costo de mano de obra por instalar cada luminaria es de \$21.00 IVA incluido, el total de la inversión es de \$70,470. Los importes se especifican en la Tabla 19.

Tabla 18. Inversión en el sistema de iluminación

Concepto	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)
Luminaria VPF4 4FT 40W 40K CLP	540	109.50	59,130.00
Plafón texturizado polar 9.6mm x 0.61 x 1.22 m	534	74.92	39,996.60
Plafón texturizado polar 9.6mm x 0.61 x 0.61 m	441	37.46	16,519.86
Retiro de luminarias y colocación de plafones	975	15.00	14,625.00
Instalación de luminaria	540	21.00	11,340.00
Inversión			141,611.46

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Tiempo de recuperación de la inversión

Al reducir el consumo de energía hay una disminución en la facturación en CFE, esos beneficios aportan ahorros económicos y con esto se recupera el monto de la inversión que se requiere.

El ahorro económico por la reducción en el consumo se determina multiplicando la cantidad de kWh/mes ahorrados por el precio de \$/kWh, se calcula de la siguiente manera:

El ahorro por consumo es:

$$\$/\text{kWh} = \frac{\$738,175.08}{314,648 \text{ kWh}} = 2.3460$$

$$\text{Ahorro} = 6,598 \times 2.3460 = \$15,478.91 \text{ mensuales}$$

En estas condiciones se obtiene un ahorro mensual de \$15,478.91 en la disminución de la facturación de CFE.

$$\text{Recuperación de la inversión} = \frac{\$141,611.46}{\$15,478.91} = \mathbf{9.14 \text{ meses}}$$

Por lo tanto, se estima que la inversión se recupera en un plazo de 10 meses.

Conclusiones

El consumo de energía (kWh/mes) del sistema de iluminación de los edificios D, F y J representan un 40.22% del consumo total de universidad motivo por el cual es analizado; para facilitar los cálculos se levantó un censo y se realizaron croquis de los equipos de iluminación actuales, son evaluados con el cumplimiento de las NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014, dadas las pésimas condiciones en las que se encontró el sistema de iluminación actual, debido principalmente al poco mantenimiento y renovación del sistema, se determinó que sólo el 83.74% de los espacios cumplen con las dos normas a la vez, esto indica que es un sistema ineficiente; con ese resultado se presenta una oportunidad de mejorar el sistema de iluminación con una tecnología diferente.

Se propone un nuevo sistema de iluminación mediante el uso del *software lithonia lighting* evaluando el cumplimiento de las NOM-025-STPS-2008 y NOM-007-ENER-2014, dando como resultado que se cumplan las 2 normas simultáneamente en el 100% de los espacios analizados; con los ahorros económicos obtenidos por el nuevo sistema de iluminación, se tiene un periodo de 10 meses en la recuperación de la inversión, es factible la propuesta.

Los objetivos específicos se cumplieron, aunque se presentaron limitantes para realizar las mediciones debido a los protocolos sanitarios de la pandemia y que la población estudiantil no estaba al 100%.

Se recomienda realizar mediciones para profundizar el estudio con el regreso del 100% de la población estudiantil después del confinamiento provocado por la pandemia, para determinar la demanda y el consumo de energía en cada uno de los edificios con las horas de operación de cada uno de los equipos.

Bibliografía

- Aleph.org.mx. (15 de Abril de 2021). *¿Qué es la luz visible y para qué sirve?* Obtenido de <https://aleph.org.mx/que-es-la-luz-visible-y-para-que-sirve#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20luz%20visible%20y%20para%20qu%C3%A9,ojo%20humano%20y%20nos%20permite%20ver%20los%20objetos>.
- bing.com/images. (2022). *bing.com/images*. Obtenido de https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=KK%2fTbYu7&id=6146D7AECCAFA40B5AA6A5C379F7A70DFA0802B&thid=OIP.KK_TbYu7reVy6108oBrFDAHaEp&mediaurl=https%3a%2f%2fhttp2.mlstatic.com%2fd_NQ_NP_955507-MLM40707650127_022020-W.jpg&cdnurl=https%3a%2f%2f
- Cefire.edu.gva.es. (2022). *3.1 Tipos de lámparas*. Obtenido de http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnia/31__tipos_de_lmparas.html
- Concepto.de. (2022). *Luz*. Obtenido de <https://concepto.de/luz/>
- Diccionario.sensagent (a). (2013). *Flujo luminoso*. Obtenido de <http://diccionario.sensagent.com/Flujo%20luminoso/es-es/>
- Diccionario.sensagent (b). (2022). *Intensidad luminosa*. Obtenido de <http://diccionario.sensagent.com/Intensidad%20luminosa/es-es/>
- Diccionarqui. (2022). *Luminaria*. Obtenido de <https://diccionarqui.com/diccionario/luminaria/>
- Ecured. (2022). *Potencia eléctrica*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Potencia_el%C3%A9ctrica
- Electricaplicada. (2022). *Conceptos básicos para el diseño de control de iluminación*. Obtenido de <https://www.electricaplicada.com/conceptos-basicos-para-el-diseno-de-control-de-iluminacion/#:~:text=La%20forma%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn%20de%20control%20de%20iluminaci%C3%B3n,de%20atenuaci%C3%B3n%20autom%C3%A1ticos%20y%20manuales%20y%20controles%20central>
- Endesa (a). (2022). *La energía*. Obtenido de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/que-es-la-energia>

- Endesa (b). (2022). *Eficiencia energética: qué es y por qué es parte fundamental del futuro*. Obtenido de <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/sostenibilidad/eficiencia-energetica>
- Fesiluz.com. (2022). *Luminancia e iluminancia: ¿cuál es la diferencia?* Obtenido de <https://fesiluz.com/luminancia-e-iluminancia-cual-es-la-diferencia>
- Gob.mx. (07 de Agosto de 2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2014*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/181647/NOM_007_ENER_2014.pdf
- Google maps. (2002). *Google maps*. Obtenido de <https://www.google.com.mx/maps/@22.7182591,-102.4878698,16.61z>
- Iluxion. (2022). *Iluminancia*. Obtenido de <https://iluxion.com.mx/iluminancia/>
- Mapfre. (2022). *Balastro electrónico: definición y usos*. Obtenido de <https://www.hogar.mapfre.es/bricolaje/electricidad/que-es-sirve-balastro-electronico/#:~:text=Es%20un%20dispositivo%20que%20se%20usa%20para%20regular,de%20la%20corriente%20en%20las%20l%C3%A1mparas%20fluorescentes%20principalmente.>
- Pepeenergy. (2022). *¿Qué es el consumo eléctrico?* Obtenido de <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-consumo-electrico/>
- Ptolomeo.unam. (2022). *Capítulo2 sistemas de iluminación*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/739/A4%2520%2520SISTEMAS%2520DE%2520ILUMINACI%25C3%2593N.pdf?sequence=4>
- Significados.com. (2022). *Significado de la Luz*. Obtenido de <https://www.significados.com/luz/#:~:text=Luz%20es%20una%20radiaci%C3%B3n%20electromagn%C3%A9tica,los%20colores%20a%20nuestro%20alrededor.#:~:text=Luz%20es%20una%20radiaci%C3%B3n%20electromagn%C3%A9tica%20y%20generalmente%20nos,los%20objetos%20y%20los%20c>
- Sites.google.com. (2022). *Energía de la luz*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/lostiposdeluces/tipos-de-fuentes-de-luz/las-fuentes-de-luz-artificiales>
- Stps.gob.mx. (30 de Diciembre de 2008). *Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008*. Obtenido de <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-025.pdf>

- Tiposde.com. (2022). *Luz Natural*. Obtenido de https://tiposde.com/luz_natural.html
- Todoenfisica. (2022). *Propagación de la Luz*. Obtenido de <https://todoenfisica.wordpress.com/propagacion-de-la-luz/>
- Ull.es. (15 de Abril de 2015). *Historia de la luz (I)*. Obtenido de <https://www.ull.es/eventos/luz-conocimiento/2015/04/15/historia-de-la-luz-i/>
- UTZAC. (2022). *Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas*. Obtenido de http://www.utzac.edu.mx/?page_id=5298
- Visual. (2022). *Visual Interior Tool*. Obtenido de <https://www.visual-3d.com/tools/interior/default.aspx?id=361371>
- Wikipedia. (27 de Marzo de 2022). *Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas*. Obtenido de [es.wikipedia.org:
https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Tecnol%C3%B3gica_del_Estado_de_Zacatecas#:~:text=La%20Universidad%20Tecnol%C3%B3gica%20del%20Estado%20de%20Zacatecas%20se,TSU%20en%20Comercializaci%C3%B3n%20y%20TSU%20en%20Mantenimiento%20Industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Tecnol%C3%B3gica_del_Estado_de_Zacatecas#:~:text=La%20Universidad%20Tecnol%C3%B3gica%20del%20Estado%20de%20Zacatecas%20se,TSU%20en%20Comercializaci%C3%B3n%20y%20TSU%20en%20Mantenimiento%20Industrial).

Anexos

Anexo 1. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio D

Cubículo 1			Cubículo 1			Cubículo 2			Cubículo 2		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
197	202	190	60	69	55	202	208	197	62	66	57
201	206	193	63	68	54	203	206	199	61	65	54
195	200	187	66	70	61	200	204	196	61	65	55
201	204	196	65	68	59	197	201	192	64	67	58
794			254			801			247		
Cubículo 3			Cubículo 3			Cubículo 4			Cubículo 4		
1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
212	220	205	62	64	60	180	185	176	54	57	50
210	216	201	61	62	59	186	190	181	53	56	49
212	219	203	62	65	60	189	192	184	54	58	48
212	217	206	60	62	56	187	190	182	54	56	51
845			245			741			215		
Cubículo 5			Cubículo 5			Cubículo 6			Cubículo 6		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
207	211	200	62	68	57	177	180	174	57	60	55
207	212	199	63	66	59	174	179	170	56	60	53
209	216	201	63	66	58	176	181	172	58	61	54
208	216	198	62	65	57	178	182	175	57	60	55
832			250			705			229		
Cubículo 7			Cubículo 7			Cubículo 8			Cubículo 8		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
241	246	236	62	65	60	259	265	254	65	68	60
237	243	232	65	68	63	265	271	260	65	68	62
243	247	240	63	64	62	267	272	264	64	68	61
243	249	238	63	65	61	263	268	260	64	66	62
964			253			1,055			259		

Cubículo 9			Cubículo 9			Cubículo 10			Cubículo 10		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
246	253	240	62	64	60	192	196	187	43	45	40
247	251	243	63	65	59	191	197	188	42	43	40
247	252	243	62	65	58	193	196	189	42	46	40
244	250	241	65	69	59	189	190	189	42	45	40
984			252			766			169		
Cubículo 11			Cubículo 11			Oficina			Oficina		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
196	204	191	49	52	46	182	187	179	52	55	49
195	198	190	52	55	48	182	187	178	52	56	49
191	198	186	50	52	47	182	187	177	50	53	46
194	197	189	50	53	46	184	188	179	49	53	44
776			201			729			203		

Sala de juntas			Sala de juntas			Dirección			Dirección		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
276	280	270	58	66	53	253	257	249	53	54	51
277	282	271	61	66	58	255	258	251	52	53	50
277	282	272	60	62	57	251	256	248	52	56	50
279	281	276	58	61	55	253	256	251	52	54	50
276	283	270	59	61	55	251	255	248	52	55	50
279	283	277	59	62	56	251	255	247	53	56	50
278	282	275	54	57	51	253	258	250	52	54	51
278	282	275	55	58	53	254	259	251	52	54	50
277	281	273	53	56	50	254	257	252	52	56	50
2,496			517			2,276			470		

Pasillo 3			Pasillo 3		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
235	240	230	56	62	52
237	242	233	58	61	54
237	241	231	53	55	51
235	241	230	56	63	51
945			222		
Pasillo 5			Pasillo 5		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
209	214	204	47	49	45
211	215	206	46	48	44
211	216	208	43	44	41
208	212	201	44	47	40
839			181		
Pasillo 6			Pasillo 6		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
176	177	174	44	48	39
175	179	173	41	45	36
177	180	175	43	49	38
176	178	174	41	49	36
704			170		
Aula D01			Aula D01		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
254	259	249	53	56	51
256	260	250	52	54	50
252	257	249	55	57	51
254	258	251	54	58	51
253	259	248	52	55	50
254	258	250	53	56	50
255	260	251	52	54	51
256	261	252	52	54	50
257	262	253	52	55	50
2,291			476		
Pasillo 4			Pasillo 4		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
295	300	285	52	55	50
291	296	282	54	58	51
283	291	279	53	55	51
287	291	281	51	53	49
290	294	284	49	53	45
292	295	287	46	51	43
292	295	288	48	51	43
289	294	285	52	56	49
293	296	289	46	50	43
289	293	283	49	51	48
289	293	285	49	53	47
290	294	286	46	50	43
287	290	283	48	50	46
287	291	282	47	50	44
288	290	284	48	50	45
286	290	281	45	49	41
4,628			782		
Audiovisual A			Audiovisual A		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
297	300	295	46	50	43
292	296	290	47	49	43
292	298	289	51	54	49
293	296	290	46	50	43
294	297	291	49	51	47
294	297	291	46	51	41
292	295	290	53	56	49
297	301	294	46	50	43
295	297	292	49	51	47
297	301	295	51	53	48
295	299	291	47	50	44
293	297	290	49	50	47
295	299	290	50	52	47
296	298	294	50	51	49
297	300	295	47	49	45
294	299	291	46	50	43
4,714			772		

Laboratorio de inforática D			Laboratorio de inforática D		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
190	192	188	53	55	50
190	193	187	52	55	48
190	193	188	53	56	50
192	195	190	51	55	48
192	194	190	50	53	46
189	191	187	53	55	50
190	193	187	53	54	51
191	193	187	52	54	50
194	196	191	52	55	49
192	194	190	52	54	49
193	195	191	54	57	50
191	193	189	56	60	51
193	194	192	58	61	53
190	191	188	58	62	55
191	193	189	60	63	57
194	196	193	59	62	55
3,061			867		

Aula D02			Aula D02		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	257	244	50	52	47
250	255	242	49	52	46
248	252	241	49	51	46
249	252	243	48	53	44
255	257	251	47	50	45
248	253	240	51	56	47
248	253	242	50	53	46
251	254	247	48	50	44
251	254	249	47	50	45
2,251			440		

Aula D03			Aula D03		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	254	246	48	50	47
251	254	247	49	53	47
245	250	241	47	51	45
247	251	244	49	54	45
247	251	243	46	50	44
248	251	246	48	50	47
250	253	248	50	53	48
252	254	249	47	50	45
251	254	246	44	50	41
2,242			431		

Aula D04			Aula D04		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
248	252	246	48	50	46
250	251	248	47	50	44
251	253	249	46	50	43
252	254	250	51	53	49
254	258	251	50	51	48
252	254	250	52	56	49
252	255	248	50	53	48
254	256	253	49	52	46
254	257	252	49	50	47
2,267			442		

Aula D05			Aula D05		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	256	251	52	55	50
252	257	249	53	55	50
251	254	248	51	53	50
250	253	247	52	54	50
252	256	249	52	55	50
253	256	249	53	56	50
253	255	250	53	54	51
254	257	251	52	53	50
255	257	252	52	55	50
2,274			469		

Aula D06			Aula D06		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
261	264	255	59	61	57
263	269	259	57	60	55
261	265	256	59	61	58
261	265	259	57	58	55
261	265	259	61	63	60
262	266	258	60	62	58
265	268	262	59	61	57
263	267	260	61	63	59
260	264	258	57	61	54
2,358			531		

Aula D07			Aula D07		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	259	252	53	54	51
255	258	249	52	55	50
253	257	250	53	55	51
254	259	251	54	57	50
256	260	251	52	55	50
254	257	250	53	56	51
255	259	251	53	56	51
256	259	253	52	54	50
255	259	252	53	56	50
2,292			475		

Aula D08			Aula D08		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	254	247	49	51	48
254	258	250	53	56	50
251	255	247	50	51	49
253	255	251	52	54	50
251	256	248	50	52	47
251	255	247	53	57	51
252	254	250	52	54	50
253	255	250	50	52	49
253	257	249	49	51	47
2,269			459		

Aula D09			Aula D09		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	259	247	53	55	51
257	260	254	52	54	50
253	256	250	53	55	51
253	255	251	54	56	53
254	256	251	52	54	50
254	257	250	53	56	50
256	260	254	52	54	50
258	260	256	52	53	50
254	258	250	51	52	50
2,294			472		

Cubículo 12			Cubículo 12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
199	204	194	53	56	50
200	207	195	53	55	50
195	202	186	61	63	59
200	206	196	58	61	55
794			224		

Cubículo 13			Cubículo 13		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
205	210	196	52	54	50
204	208	198	58	60	54
196	202	190	57	58	55
202	206	196	57	60	54
807			224		

Cubículo 14			Cubículo 14		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
209	215	201	56	60	52
208	211	202	56	61	53
211	217	200	55	56	53
208	215	203	59	61	58
835			226		

Cubículo 15			Cubículo 15		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
181	187	172	51	54	49
189	193	185	52	56	50
190	193	186	54	58	51
188	192	182	53	56	50
747			210		

Cubículo 16			Cubículo 16		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
208	212	203	56	59	54
210	213	205	55	58	53
207	211	201	60	62	59
208	212	204	58	60	55
834			229		

Cubículo 17			Cubículo 17		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
179	184	175	47	49	44
174	179	170	48	50	46
181	185	176	49	51	47
177	183	174	49	50	48
712			194		

Cubículo 18			Cubículo 18		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
236	240	234	53	55	51
232	236	229	51	53	50
240	241	238	52	54	50
238	240	235	52	55	50
946			208		

Cubículo 19			Cubículo 19		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
267	272	263	51	53	50
265	270	260	50	52	49
264	267	260	53	55	50
265	269	258	50	51	48
1,060			204		

Cubículo 20			Cubículo 20		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
240	243	237	49	51	46
242	245	237	51	55	47
244	247	241	49	51	45
242	244	239	52	55	48
967			201		

Cubículo 21			Cubículo 21		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
256	260	251	51	52	50
255	258	249	52	53	51
255	258	250	50	52	49
253	256	251	53	55	52
256	260	251	51	52	50
255	259	250	54	56	51
255	258	252	53	54	51
255	259	249	52	55	50
254	259	251	51	53	50
2,294			468		

Cubículo 22			Cubículo 22		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
256	260	253	52	54	50
254	258	250	53	55	52
255	259	250	51	52	50
254	256	251	52	54	50
256	260	251	52	55	50
255	259	251	54	56	53
255	260	250	53	54	51
256	261	252	52	53	50
257	262	253	52	54	50
2,298			471		

Cubículo 23			Cubículo 23		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
263	270	259	51	52	49
263	268	260	50	52	48
264	266	262	51	53	47
263	266	260	50	52	48
1,053			201		

Cubículo 24			Cubículo 24		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
244	247	239	51	53	49
240	244	234	52	55	48
242	246	238	52	54	50
239	243	234	52	55	50
965			206		

Cubículo 25			Cubículo 25		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
183	187	177	54	57	50
188	191	185	53	55	51
189	192	184	55	58	52
191	194	188	54	57	50
751			215		

Cubículo 26			Cubículo 26		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
209	215	203	62	66	58
211	216	205	61	63	58
214	220	207	60	64	57
206	212	200	58	60	56
841			241		

Dirección			Dirección		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	259	251	50	53	47
253	256	249	50	53	48
251	255	248	50	52	46
253	256	251	52	55	49
255	258	250	49	51	45
253	258	250	53	56	50
252	254	248	53	54	51
253	256	249	50	52	48
256	260	251	49	51	45
2,281			455		

Wc damas (docentes)			Wc damas (docentes)		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
236	241	230	59	65	55
232	238	228	57	63	54
239	242	236	56	61	51
239	244	234	56	61	52
945			228		

Wc caballeros (docentes)			Wc caballeros (docentes)		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
263	268	257	54	57	52
261	269	255	55	58	51
263	266	258	55	58	51
263	267	260	54	56	52
1,050			218		

Laboratorio de redes			Laboratorio de redes			Aula D12			Aula D12		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	258	244	53	55	51	251	256	247	46	51	43
252	258	242	52	55	50	253	258	248	52	55	50
250	251	249	55	58	51	253	256	251	51	56	48
252	253	251	53	55	51	253	256	250	51	53	50
250	251	248	53	57	50	253	258	251	49	50	48
256	257	255	54	57	50	251	257	246	51	56	48
250	258	242	54	56	51	254	258	250	51	53	50
256	259	252	52	55	50	254	259	249	49	52	46
254	259	249	53	57	50	255	259	251	53	56	50
2,271			479			2,278			452		
Aula D10			Aula D10			Aula D13			Aula D13		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	258	244	48	51	46	256	258	254	51	55	47
252	257	242	47	52	44	257	258	257	54	56	51
250	251	249	51	52	51	249	251	248	49	51	45
254	259	251	50	53	47	249	253	247	51	55	44
252	256	248	51	53	50	254	256	250	51	57	45
250	257	240	50	56	46	252	257	249	51	57	47
254	258	251	51	54	46	253	255	250	52	56	48
247	251	242	49	52	44	256	259	254	49	52	45
252	254	250	49	51	47	253	257	251	50	56	42
2,262			447			2,280			457		
Aula D11			Aula D11			Aula D14			Aula D14		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	254	246	49	51	47	253	263	241	47	50	45
252	258	247	49	53	45	258	269	244	46	48	44
250	251	250	49	52	46	250	261	243	48	51	45
253	255	251	52	54	50	253	260	248	45	48	42
252	256	246	47	51	44	253	259	248	48	55	44
250	257	246	49	51	47	255	261	246	46	50	42
252	254	250	49	53	45	259	266	250	46	49	44
251	254	249	46	50	44	257	263	249	49	50	47
253	257	248	47	51	41	257	259	254	50	53	48
2,264			438			2,296			425		

Laboratorio de informática B			Laboratorio de informática B		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
296	300	290	55	58	51
295	298	293	53	55	51
297	300	294	53	57	50
295	297	294	54	57	50
294	295	292	54	56	51
292	293	291	52	55	50
291	293	288	50	53	47
287	290	282	50	53	46
292	293	291	50	52	46
294	295	294	51	55	44
295	297	293	49	51	45
295	296	293	53	56	47
289	294	282	51	53	48
294	296	291	50	52	46
293	294	293	51	54	45
294	296	292	50	53	46
4,693			826		
Laboratorio de redes			Laboratorio de redes		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	258	244	53	55	51
252	258	242	52	55	50
250	251	249	55	58	51
252	253	251	53	55	51
250	251	248	53	57	50
256	257	255	54	57	50
250	258	242	54	56	51
256	259	252	52	55	50
254	259	249	53	57	50
2,271			479		

Aula D10			Aula D10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	258	244	48	51	46
252	257	242	47	52	44
250	251	249	51	52	51
254	259	251	50	53	47
252	256	248	51	53	50
250	257	240	50	56	46
254	258	251	51	54	46
247	251	242	49	52	44
252	254	250	49	51	47
2,262			447		
Aula D11			Aula D11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	254	246	49	51	47
252	258	247	49	53	45
250	251	250	49	52	46
253	255	251	52	54	50
252	256	246	47	51	44
250	257	246	49	51	47
252	254	250	49	53	45
251	254	249	46	50	44
253	257	248	47	51	41
2,264			438		
Aula D12			Aula D12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	256	247	46	51	43
253	258	248	52	55	50
253	256	251	51	56	48
253	256	250	51	53	50
253	258	251	49	50	48
251	257	246	51	56	48
254	258	250	51	53	50
254	259	249	49	52	46
255	259	251	53	56	50
2,278			452		

Pasillo 7			Pasillo 7		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
298	301	295	52	55	48
296	298	294	52	54	50
292	294	291	52	55	49
290	296	283	51	51	50
290	295	285	49	53	47
295	296	293	51	55	45
295	296	294	49	52	47
299	300	299	49	50	48
295	296	294	50	56	47
289	294	280	50	53	47
293	294	291	50	54	43
291	295	284	51	52	51
291	295	288	56	57	55
294	300	291	49	54	43
293	296	289	49	51	45
286	293	279	51	53	49
4,688			811		

Pasillo 9			Pasillo 9		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
155	161	150	31	33	30
156	162	150	33	36	30
110	159	15	33	35	31
158	162	155	32	34	30
580			129		

Pasillo 10			Pasillo 10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
174	179	170	33	36	31
174	180	169	33	35	31
175	176	174	32	34	30
173	177	170	33	35	30
696			131		

Pasillo 11			Pasillo 11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
192	196	188	55	59	51
191	196	186	61	65	58
186	196	176	57	58	56
190	194	185	56	62	52
759			229		

Escaleras			Escaleras		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
192	196	188	55	57	54
189	191	186	53	55	52
184	190	176	57	58	56
191	194	185	54	56	51
192	193	190	56	58	52
192	196	188	57	60	54
192	196	189	55	58	53
193	196	191	54	56	52
193	196	191	55	57	52
191	193	187	54	56	53
194	196	192	55	60	50
191	194	189	55	60	50
194	196	192	51	55	49
191	193	190	55	57	54
189	192	187	55	56	54
195	197	193	52	58	48
3,062			874		

Anexo 2. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio F

Cubículo 1			Cubículo 1		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	249	52	53	51
252	257	248	51	55	47
254	256	249	54	58	48
251	257	246	50	54	45
251	258	246	51	51	50
251	257	247	52	56	50
251	253	250	51	54	48
255	259	251	51	52	50
255	257	253	53	57	50
2,274			466		

Cubículo 2			Cubículo 2		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
248	254	244	49	51	47
251	258	242	51	56	46
250	251	249	52	54	51
253	254	251	53	55	52
253	256	251	48	50	45
249	255	240	53	56	47
249	254	242	53	54	53
253	256	247	49	52	46
250	254	248	50	54	45
2,256			460		

Cubículo 3			Cubículo 3		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
200	202	198	52	55	50
202	206	199	53	56	51
197	200	192	52	57	50
198	204	191	55	56	54
797			212		

Cubículo 4			Cubículo 4		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
193	208	186	53	55	50
194	206	187	54	58	51
194	196	192	53	58	50
197	201	191	55	57	50
777			215		

Cubículo 5			Cubículo 5		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
190	192	187	54	55	53
190	191	188	57	59	53
185	190	178	57	58	55
187	188	186	56	57	55
752			223		

Cubículo 6			Cubículo 6		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
183	186	178	55	57	54
188	190	186	56	56	55
190	192	189	58	59	57
190	191	188	56	57	54
751			225		

Cubículo 7			Cubículo 7		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
204	206	202	51	55	46
201	206	196	54	57	52
209	217	200	52	56	50
211	216	204	51	54	47
825			209		

Cubículo 8			Cubículo 8		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	254	246	50	51	47
252	258	247	52	55	48
250	251	248	52	58	46
254	257	251	51	54	47
253	256	251	50	51	48
252	255	246	49	56	45
253	258	248	51	54	48
252	256	249	50	52	45
253	259	246	50	51	50
2,268			455		

Apoyo psicopedagógico			Apoyo psicopedagógico		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
235	239	230	52	56	47
231	235	228	53	56	48
238	240	236	50	54	45
235	240	231	51	51	50
939			205		

Coordinación académica			Coordinación académica		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	256	246	50	51	47
250	258	246	50	53	48
249	251	246	50	52	46
253	258	247	51	54	45
253	257	250	51	51	50
252	255	249	50	56	47
251	253	248	50	54	48
253	256	248	47	52	45
253	257	246	48	51	43
2,265			446		

Audiovisual			Audiovisual		
E1			E2		

Sala de juntas			Sala de juntas		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
254	258	250	49	53	43
250	258	242	52	55	50
251	256	247	54	56	49
252	256	249	52	54	50
251	259	242	50	52	48
252	257	250	54	57	50
254	258	251	50	53	47
256	259	253	51	52	50
251	259	240	52	56	50
2,272			465		

Wc damas (estudiantes)			Wc damas (estudiantes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
249	254	243	53	55	51
255	258	249	55	56	53
253	256	251	52	56	50
253	254	253	53	55	51
256	258	254	53	57	50
255	258	249	54	56	50
252	254	250	53	54	51
255	259	253	51	52	50
253	257	251	52	56	50
2,281			476		

Wc caballeros (estudiantes)			Wc caballeros (estudiantes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
257	264	254	51	53	50
254	262	241	52	56	47
256	265	243	49	54	46
261	266	258	47	52	44
261	272	251	51	51	50
259	267	253	50	53	47
262	269	254	50	53	46
262	268	258	50	52	46
258	264	251	51	55	44
2,330			450		

Aula F01			Aula F01		
E1			E2		

Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
299	300	297	53	55	52
296	298	294	56	57	55
296	300	292	56	58	54
295	296	294	55	56	52
292	294	291	56	57	54
293	294	293	54	56	53
291	293	288	56	57	53
289	290	288	53	54	51
292	293	291	53	53	52
296	299	294	55	56	54
297	297	296	55	58	52
293	295	290	57	60	56
284	291	280	58	61	55
293	296	291	58	61	52
293	294	292	62	67	55
292	293	290	59	62	54
4,691			894		

Laboratorio de informática			Laboratorio de informática		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	258	253	49	53	44
255	258	251	53	55	51
252	255	249	54	58	47
249	253	242	50	54	46
252	256	248	48	51	44
254	257	249	55	57	51
251	258	244	54	56	51
251	259	242	51	55	46
254	259	250	51	52	50
2,272			465		

Aula F04			Aula F04		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	254	249	50	53	46

Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
251	256	244	49	51	47
247	258	240	50	53	46
252	254	250	51	52	50
250	253	247	55	56	53
254	256	251	46	50	43
249	255	240	54	56	50
250	254	242	54	56	53
251	256	247	51	52	50
253	255	249	48	50	45
2,256			458		

Aula F02			Aula F02		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
252	255	246	49	51	47
249	258	242	53	57	48
252	256	250	51	56	46
251	253	249	55	58	53
252	256	250	50	51	49
251	255	246	50	56	46
253	256	248	51	54	48
248	256	240	50	53	45
251	254	246	50	51	50
2,259			459		

Aula F03			Aula F03		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
251	258	244	53	55	51
250	258	242	50	55	45
249	251	247	54	56	49
253	256	251	53	54	53
255	259	251	50	52	48
253	257	250	53	57	46
255	258	253	55	56	52
254	259	251	56	58	53
256	259	254	50	50	49
2,276			474		

Aula F07			Aula F07		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
251	254	249	50	53	46

254	258	251	50	53	47
254	258	248	51	55	46
252	257	248	50	56	44
250	253	247	52	54	51
253	259	249	53	57	50
253	255	250	54	57	50
255	258	250	51	54	46
254	257	251	49	52	44
258	259	257	53	57	50
2,283			464		
Aula F05			Aula F05		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
259	264	254	49	56	44
257	262	251	52	54	51
260	265	253	50	51	47
259	266	251	49	55	46
262	272	256	47	52	44
260	267	254	53	56	51
257	269	241	51	55	46
257	268	243	48	52	45
260	264	258	55	57	53
2,331			455		
Aula F06			Aula F06		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
254	259	251	52	57	46
252	257	250	55	58	52
255	258	250	54	58	51
255	260	251	57	59	56
259	261	256	54	55	51
257	258	255	50	55	45
254	259	249	53	56	49
254	259	247	52	53	50
254	259	251	52	56	48
2,294			479		
Sala exhibición			Sala exhibición		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
255	258	251	50	54	45
253	258	250	50	55	44
254	256	251	55	58	51
249	253	240	51	54	47
252	254	251	47	50	45
252	255	247	54	56	50
250	258	242	53	54	51
256	259	252	51	52	50
254	259	249	51	57	45
2,271			461		
Aula F08			Aula F08		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
250	254	244	51	56	47
252	258	242	50	53	46
247	251	240	52	52	51
253	254	251	55	57	53
249	251	247	50	56	45
253	255	251	57	58	56
250	256	242	50	54	48
254	256	251	51	57	44
253	257	249	52	56	50
2,261			469		
Aula F09			Aula F09		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
248	254	244	50	52	47
249	258	242	54	57	52
249	250	247	51	56	46
251	251	251	50	58	45
257	259	256	46	49	44
251	257	246	52	56	50
250	254	242	51	54	47
254	256	249	49	52	46
250	254	246	46	50	41
2,259			449		
Pasillo 2			Pasillo 2		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
255	258	251	50	54	45

252	258	240	55	56	53
254	257	250	54	56	52
250	253	247	53	57	50
254	257	251	49	51	45
253	259	244	54	56	51
251	258	242	50	53	46
255	259	250	53	56	50
254	259	251	54	56	53
2,278			471		

Pasillo 1			Pasillo 1		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
188	190	187	54	56	51
190	191	187	54	57	53
192	193	190	56	58	52
190	191	188	54	57	51
191	193	190	55	57	52
189	191	188	57	59	54
186	191	178	54	55	53
188	192	186	54	56	52
191	197	186	55	57	52
188	190	186	54	56	53
190	192	188	55	57	50
192	194	190	54	58	51
191	195	186	54	60	51
190	193	187	46	47	46
191	193	189	50	53	45
196	198	193	52	56	46
3,043			857		

Pasillo 4			Pasillo 4		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
155	161	150	34	36	31
154	156	150	33	37	30
156	159	151	33	35	31
158	162	153	35	37	31
622			135		

245	250	240	48	51	45
249	254	242	52	56	46
249	250	247	49	52	46
252	254	251	55	57	53
255	256	253	52	56	50
249	255	240	53	56	47
249	254	242	51	53	46
253	256	247	49	52	44
248	254	242	51	57	45
2,248			458		

Pasillo 3			Pasillo 3		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
296	299	294	48	51	44
295	296	294	50	52	48
293	294	291	50	53	47
296	301	291	53	55	51
292	295	290	52	58	47
293	295	292	52	56	46
295	296	295	50	57	44
298	300	295	51	56	45
295	296	294	51	51	50
296	301	293	47	51	43
295	298	293	52	55	50
293	295	291	53	56	49
291	296	288	53	55	50
291	292	291	51	55	48
293	296	289	54	57	49
292	295	287	53	56	50
4,705			819		

Pasillo 5			Pasillo 5		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
174	179	170	32	35	30
170	174	166	33	36	31
174	176	170	33	36	30
174	180	170	32	34	30
691			130		

Pasillo 6			Pasillo 6		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
194	196	192	32	34	30
192	196	190	34	36	31
191	196	187	33	36	30
190	194	185	32	35	31
767			131		

Cubículo 9			Cubículo 9		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
192	199	185	51	55	46
193	198	190	54	56	52
196	200	190	55	57	51
197	202	188	52	54	47
778			212		

Cubículo 10			Cubículo 10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
195	205	186	55	58	53
195	205	186	57	60	54
193	200	188	50	52	46
196	198	192	54	56	52
779			216		

Cubículo 11			Cubículo 11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
209	220	200	55	57	52
211	217	200	54	57	50
212	219	206	53	54	51
203	209	196	54	57	50
835			216		

Cubículo 12			Cubículo 12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
189	192	186	53	55	52
189	191	188	57	58	56
187	189	185	57	58	57
189	190	188	55	57	51
754			222		

Cubículo 13			Cubículo 13		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
214	217	210	57	58	57
211	215	206	55	60	52
206	212	196	51	55	46
212	216	210	53	54	52
843			217		

Cubículo 14			Cubículo 14		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
184	190	177	56	59	53
186	190	179	58	60	56
188	193	180	57	60	51
188	191	182	58	60	55
746			229		

Cubículo 15			Cubículo 15		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
240	243	235	50	51	47
239	243	237	47	48	45
238	241	234	47	52	44
241	246	238	51	53	50
959			195		

Cubículo 16			Cubículo 16		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	259	243	55	58	50
254	260	251	53	56	51
258	266	253	53	55	50
254	261	246	55	57	51
1,017			216		

Cubículo 17			Cubículo 17		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
243	245	240	54	56	51
244	246	242	55	57	54
243	246	241	53	58	50
242	242	241	53	57	51
972			215		

Cubículo 18			Cubículo 18		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
194	198	190	53	55	52
192	200	188	53	58	49
193	199	185	54	57	51
192	198	189	53	56	48
771			213		

Sala de maestros			Sala de maestros		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
191	194	188	52	55	46
189	198	178	51	58	44
188	190	187	53	57	51
191	195	188	52	56	50
759			208		

Oficina			Oficina		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	251	50	53	47
257	258	255	51	55	46
253	258	249	53	58	44
252	253	251	52	53	51
253	259	248	51	52	50
257	258	255	53	56	46
255	258	251	53	54	51
253	259	249	51	52	50
254	259	251	55	57	50
2,288			468		

Dirección			Dirección		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
253	260	244	50	53	47
253	259	242	48	53	46
253	258	250	47	52	44
258	262	253	49	53	44
253	258	251	51	53	50
253	255	251	52	56	46
250	254	242	49	54	46
256	258	254	47	52	44
252	257	249	51	51	50
2,281			444		

Sala de juntas			Sala de juntas		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
253	255	251	51	55	47
249	258	242	54	58	52
255	257	251	49	51	46
251	253	249	50	54	45
251	259	244	49	56	44
249	255	242	51	56	46
251	253	250	50	54	44
254	259	249	51	52	50
255	257	253	47	51	41
2,269			452		

Almacen 1			Almacen 1		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
256	258	253	50	54	48
252	253	251	50	52	46
261	266	256	50	53	46
258	263	251	52	53	50
1,027			202		

Wc damas (docentes)			Wc damas (docentes)		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
244	246	242	50	52	47
247	256	242	53	56	46
243	249	238	51	54	44
240	244	234	51	52	51
974			204		

Wc caballeros (docentes)			Wc caballeros (docentes)		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
174	186	166	32	35	30
178	188	170	33	37	31
176	187	170	33	36	30
178	193	166	33	36	30
706			132		

Aula F13			Aula F13		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
253	258	250	45	47	43
255	259	249	51	53	50
252	257	247	52	56	46
254	256	251	49	50	46
255	259	251	44	48	41
250	257	244	52	57	49
251	258	242	50	53	47
254	259	250	49	52	46
255	259	251	51	56	47
2,279			443		

Aula F10			Aula F10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	259	249	50	53	47
255	258	250	53	55	52
256	262	249	55	58	51
256	260	251	53	55	51
255	259	248	53	57	50
256	262	250	52	56	50
255	261	251	50	54	46
260	266	254	52	54	50
261	272	253	53	57	50
2,309			472		

Aula F11			Aula F11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	258	244	52	53	51
255	265	242	52	56	46
254	260	251	51	54	46
253	259	248	49	53	44
250	257	241	53	57	50
250	255	243	53	56	47
253	259	242	50	54	46
251	256	247	50	55	44
252	254	249	53	58	50
2,270			463		

Aula F12			Aula F12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
250	254	246	49	51	47
252	258	247	48	52	44
250	256	244	51	52	50
246	251	242	50	53	45
253	256	250	48	50	44
249	251	246	49	56	41
254	256	253	50	54	47
251	254	249	50	53	45
251	257	242	49	51	46
2,258			444		

Aula F14			Aula F14			Aula F16			Aula F16		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	254	249	52	53	51	296	300	291	51	53	48
253	258	249	55	56	53	296	298	295	52	56	47
252	256	248	53	56	50	297	300	295	52	55	46
254	257	251	52	54	51	295	296	294	51	58	44
254	256	251	53	57	50	296	300	294	55	57	51
255	258	249	53	56	50	294	296	293	51	57	46
249	254	244	52	54	51	292	294	288	49	56	44
252	259	242	53	56	50	291	295	288	51	52	50
253	257	250	53	56	50	292	294	290	52	53	51
2,272			476			296	299	292	54	57	51
						295	297	294	52	57	49
						295	301	290	50	54	46
						284	291	280	50	54	44
						292	293	291	49	51	46
						294	295	292	48	51	44
						294	299	290	51	56	46
						4,699			817		
Aula F15			Aula F15			Audiovisual			Audiovisual		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
256	264	251	58	63	50	295	298	291	51	54	48
259	262	256	56	57	56	295	296	294	52	53	51
259	265	251	60	65	54	295	300	289	53	57	46
259	266	250	57	63	51	293	296	290	55	58	52
263	272	258	58	67	46	299	300	297	53	56	51
261	267	258	58	68	53	293	296	291	56	57	55
263	269	257	53	56	51	293	294	292	56	58	55
261	268	254	54	58	46	298	301	294	53	56	49
261	264	259	54	61	50	297	299	295	52	54	48
2,341			509			298	301	294	51	56	45
						297	301	294	54	57	51
						294	297	291	50	56	43
						294	299	290	53	57	50
						297	300	293	52	56	46
						295	296	294	52	58	44
						294	299	291	53	55	51
						4,727			845		

Laboratorio ingles			Laboratorio ingles			Pasillo 7			Pasillo 7		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
296	298	295	55	56	54	296	297	294	53	56	50
294	296	291	52	54	50	295	295	295	53	57	51
290	292	289	52	56	48	297	300	290	55	57	51
295	299	290	56	57	54	294	295	292	50	56	45
297	300	293	48	52	44	293	295	290	48	51	44
294	298	290	49	50	46	295	300	292	53	55	50
294	295	292	55	66	47	295	296	293	49	50	47
297	299	296	53	61	48	290	293	288	51	53	46
298	299	297	50	56	41	288	293	282	47	50	44
297	298	296	56	65	49	294	295	293	46	54	41
296	299	294	55	61	46	297	299	296	50	51	48
296	299	293	58	69	44	295	297	293	55	57	53
293	299	290	63	69	51	288	291	282	52	56	50
296	298	293	52	56	48	289	296	280	47	51	41
294	295	293	52	58	46	293	294	293	53	56	48
292	294	290	52	53	50	293	295	292	54	58	45
283	296	263	58	63	50	4,692			816		
286	295	269	58	60	56						
284	301	255	58	61	54						
282	296	259	57	63	52						
284	300	260	56	67	50						
286	300	261	56	62	51						
275	296	262	53	60	50						
272	293	260	56	67	48						
271	286	261	55	61	50						
2,523			507								
Pasillo 8			Pasillo 8			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
253	258	246	49	53	44	253	257	246	53	55	51
252	257	246	53	55	51	251	254	249	55	58	51
251	254	249	55	58	51	252	254	251	50	54	46
252	254	251	50	54	46	251	253	248	51	52	50
251	253	248	51	52	50	255	257	254	55	57	53
255	257	254	55	57	53	255	258	251	54	56	51
255	258	251	54	56	51	251	259	242	55	57	52
251	259	242	55	57	52	254	259	250	51	53	50
254	259	250	51	53	50	2,275			473		

Pasillo 9			Pasillo 9			Pasillo 11			Pasillo 11		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	258	254	53	54	51	194	196	192	55	59	52
250	258	241	51	55	47	193	196	191	56	59	52
249	253	243	49	50	46	193	197	187	55	56	54
255	258	253	49	53	44	194	197	191	54	58	50
255	258	250	51	53	50	774			220		
254	257	251	53	56	51	Escaleras			Escaleras		
258	262	254	51	54	46	E1			E2		
257	260	251	50	52	46	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
257	259	252	48	51	44	190	193	188	55	56	54
2,290			456			190	192	187	54	57	51
Pasillo 10			Pasillo 10			194	197	192	52	57	47
E1			E2			189	191	185	55	56	53
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	191	192	190	54	57	52
176	186	170	33	35	31	189	190	188	56	57	54
177	188	169	34	36	31	191	193	188	54	54	53
181	192	175	33	37	30	193	194	192	54	56	52
175	178	170	33	35	30	193	196	191	56	57	55
709			133			194	198	192	54	56	53
						196	200	192	58	60	57
						187	194	177	58	61	54
						187	195	179	52	53	51
						187	193	180	53	57	47
						189	192	182	49	51	46
						194	197	191	50	55	44
						3,053			862		

Anexo 3. Niveles de iluminación máximos y mínimos por área, edificio J

Cubículo 1			Cubículo 1		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
199	202	195	64	69	56
203	206	199	63	69	55
196	200	189	70	71	70
202	204	200	68	70	67
799			266		

Cubículo 2			Cubículo 2		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
205	208	201	64	66	62
205	206	203	66	70	64
198	200	196	65	66	63
198	201	196	67	69	66
806			262		

Cubículo 3			Cubículo 3		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
215	220	210	61	63	60
216	220	212	62	64	61
214	219	211	61	62	60
215	217	214	62	63	61
860			246		

Cubículo 4			Cubículo 4		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
183	186	178	55	57	54
188	190	186	56	56	55
190	192	189	58	59	57
190	191	188	56	57	54
751			225		

Cubículo 5			Cubículo 5		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
212	214	210	69	69	68
213	215	211	66	67	65
214	217	210	66	68	64
213	216	211	65	67	64
852			266		

Cubículo 6			Cubículo 6		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
178	180	176	59	60	57
176	179	174	58	60	56
179	181	176	60	61	59
179	182	177	59	60	57
712			236		

Cubículo 7			Cubículo 7		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
237	240	235	66	68	65
233	237	229	64	66	63
240	241	238	63	66	61
240	242	238	63	64	61
949			256		

Cubículo 8			Cubículo 8		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
265	270	259	68	70	67
265	269	260	68	70	66
266	269	264	67	69	64
264	268	261	66	67	64
1,059			269		

Cubículo 9			Cubículo 9		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
243	245	240	71	72	70
244	246	242	72	75	70
243	246	241	70	72	68
242	242	241	69	71	68
972			282		

Cubículo 10			Cubículo 10		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
192	196	188	67	68	66
191	195	188	67	69	64
191	194	189	62	62	61
189	190	189	61	63	60
764			257		

Sala de maestros			Sala de maestros		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
259	263	254	62	63	60
258	262	255	59	60	57
260	265	255	62	65	60
261	265	259	59	63	57
1,039			242		

Sala de juntas 1			Sala de juntas 1		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
278	280	277	63	68	56
280	282	278	65	69	60
279	282	276	67	71	60
279	281	276	58	60	55
280	283	276	62	66	60
281	283	278	59	63	56
460	821	276	54	56	51
280	282	277	54	58	51
279	281	276	53	56	51
2,694			536		

Almacén 1			Almacén 1		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
184	187	180	55	59	52
185	188	180	55	57	51
186	189	181	51	53	50
185	190	179	53	56	51
740			215		

Wc damas (docentes)			Wc damas (docentes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
185	188	180	59	62	57
186	189	181	58	61	56
186	189	184	60	62	58
184	186	181	58	60	55
741			236		

Wc caballeros (docentes)			Wc caballeros (docentes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
185	187	182	63	66	60
182	184	180	62	65	59
182	186	179	63	66	60
182	185	179	61	64	58
730			249		

Aula J01			Aula J01		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
256	258	254	51	53	50
256	258	254	53	55	52
252	256	250	53	56	51
253	254	251	54	55	53
255	258	251	52	55	50
254	257	251	56	57	56
255	258	253	54	56	53
256	259	254	51	52	50
257	259	254	52	56	50
2,295			478		

Aula J02			Aula J02		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
293	295	290	62	63	60
292	294	291	62	64	60
291	294	288	62	63	60
294	296	293	64	66	62
291	293	290	63	66	60
296	298	294	63	66	61
293	294	291	61	63	60
292	294	290	64	66	62
287	293	280	62	64	60
2,630			562		

Audiovisual			Audiovisual		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
190	191	188	55	56	54
189	191	187	55	57	53
192	193	190	55	57	52
192	194	190	54	56	51
192	193	190	54	57	52
190	191	188	55	57	54
191	193	189	55	58	53
191	194	187	54	56	52
195	197	191	55	57	52
192	193	190	54	56	53
193	196	191	57	60	55
191	194	189	60	61	58
193	195	192	61	63	60
190	193	188	65	67	62
192	195	189	64	67	61
195	197	193	64	66	62
3,066			917		

Espacio del agua			Espacio del agua		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
192	193	191	65	67	63
192	194	190	63	64	61
194	196	193	64	66	62
190	192	189	60	61	58
768			252		

Laboratorio de cómputo 12			Laboratorio de cómputo 12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
299	300	297	73	76	71
296	298	294	71	74	69
296	300	292	73	75	70
295	296	294	71	73	69
292	294	291	74	77	71
293	294	293	70	74	66
291	293	288	73	76	71
289	290	288	73	75	71
292	293	291	73	76	70
296	299	294	72	76	69
297	297	296	73	75	69
293	295	290	74	77	71
284	291	280	74	76	70
293	296	291	74	76	71
293	294	292	72	75	69
292	293	290	74	76	72
4,691			1,163		

Almacén 2			Almacén 2		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
232	234	230	61	63	59
234	236	230	59	60	58
232	236	229	74	76	72
232	236	228	72	76	69
929			266		

Laboratorio de cómputo 13			Laboratorio de cómputo 13			Laboratorio de cómputo 14			Laboratorio de cómputo 14		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
300	301	299	74	76	71	296	298	295	71	72	70
296	298	294	74	76	72	294	296	291	70	72	69
291	292	291	73	75	71	293	300	289	71	73	69
292	296	290	72	74	70	293	297	290	70	72	68
293	295	291	74	76	73	297	300	293	65	73	60
295	296	293	73	75	71	291	293	290	67	70	63
295	296	294	73	76	70	294	295	292	68	72	66
300	301	299	74	78	71	299	301	296	71	72	69
296	297	294	73	76	71	297	299	295	72	74	70
293	294	291	73	76	71	298	301	296	74	76	71
292	294	290	74	77	70	296	299	294	72	74	70
293	295	291	73	76	71	295	297	293	72	76	69
288	290	287	73	74	71	293	299	290	72	76	69
290	292	288	74	76	73	296	298	293	70	73	68
292	296	289	75	78	72	295	296	294	70	73	67
290	293	287	75	77	72	293	299	290	72	75	70
4,697			1,177			4,721			1,126		

Wc Caballeros (alumnos)			Wc Caballeros (alumnos)			Wc damas (estudiantes)			Wc damas (estudiantes)		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
172	176	170	68	71	66	214	216	210	64	66	61
174	180	170	66	68	63	213	218	210	62	64	60
175	179	172	64	66	61	212	215	208	64	66	61
177	180	172	62	65	59	213	217	211	64	67	60
177	179	173	68	72	64	216	219	213	63	65	61
177	181	175	69	71	67	209	211	207	63	66	60
179	181	177	70	74	68	216	220	214	63	66	61
175	178	173	72	75	70	216	218	213	67	69	64
176	179	172	74	76	70	212	216	209	62	65	60
1,583			613			1,921			571		

Almacén 3			Almacén 3		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
194	196	192	57	59	55
191	194	188	60	62	59
191	196	188	60	64	57
189	192	184	58	61	54
765			235		

Pasillo 1			Pasillo 1		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
172	176	170	49	52	46
175	179	172	50	53	48
173	177	170	52	56	50
170	174	168	46	49	44
173	176	167	50	52	46
174	176	170	49	53	46
171	174	168	51	54	48
168	170	165	49	55	46
169	172	166	47	51	44
1,544			443		

Pasillo 2			Pasillo 2		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
189	194	185	48	51	46
186	191	182	50	53	48
188	192	185	48	51	44
190	194	188	49	53	46
184	188	179	49	51	45
187	191	180	47	51	45
189	191	185	49	52	44
188	193	185	46	51	43
187	192	184	48	52	44
1,686			434		

Pasillo 3			Pasillo 3		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
159	162	155	36	39	34
161	165	159	36	40	33
160	163	157	37	41	35
160	162	156	35	39	32
156	161	152	35	37	31
154	157	152	37	41	35
157	160	151	33	38	30
160	163	155	34	38	31
157	161	154	38	42	35
1,424			321		

Pasillo 4			Pasillo 4		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
158	162	150	32	35	30
158	162	155	35	37	32
159	160	157	34	39	31
161	163	158	32	36	30
635			134		

Pasillo 5			Pasillo 5		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
174	180	170	33	35	31
171	174	169	34	36	31
174	176	172	33	37	30
173	177	170	33	35	30
692			133		

Pasillo 6			Pasillo 6		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
193	196	190	56	59	54
192	196	188	61	65	59
191	196	187	59	64	56
190	194	184	58	62	54
765			235		

Cubículo 11			Cubículo 11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
198	204	194	56	66	50
201	207	197	56	60	54
196	202	188	64	70	60
199	206	195	65	68	61
794			242		

Cubículo 12			Cubículo 12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
204	209	196	56	62	53
203	207	198	61	64	59
197	202	194	60	65	57
202	205	196	61	67	57
807			239		

Cubículo 13			Cubículo 13		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
211	217	201	59	62	56
211	220	202	59	62	54
211	219	200	57	62	53
209	217	203	61	63	58
842			236		

Cubículo 14			Cubículo 14		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
182	187	172	54	57	50
189	194	185	55	59	51
190	193	186	56	59	52
187	190	182	56	59	53
747			221		

Cubículo 15			Cubículo 15		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
209	214	203	62	68	59
211	214	206	62	66	58
211	217	201	65	68	62
211	216	206	64	67	60
842			253		

Cubículo 16			Cubículo 16		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
179	185	175	58	62	56
175	179	171	58	61	55
181	184	176	60	62	57
177	182	174	59	62	56
712			236		

Cubículo 17			Cubículo 17		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
237	242	234	65	68	61
232	238	229	61	64	58
241	245	238	63	66	59
239	242	235	62	64	59
949			250		

Cubículo 18			Cubículo 18		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Normal	Máxima	Mínima
266	271	263	64	68	60
265	269	260	62	68	59
263	266	260	64	69	61
264	268	258	64	67	62
1,059			255		

Cubículo 19			Cubículo 19		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
241	245	237	65	70	61
242	246	237	65	70	60
244	248	241	66	68	64
242	245	239	66	69	62
969			263		

Cubículo 20			Cubículo 20		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
264	272	259	66	68	62
263	267	260	66	68	63
266	269	262	66	69	61
264	268	260	64	67	62
1,056			262		

Cubículo 21			Cubículo 21		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
243	246	239	71	72	70
240	243	234	72	75	70
242	245	238	70	72	68
239	242	234	69	71	68
964			282		

Wc damas (docentes)			Wc damas (docentes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
184	187	178	56	58	54
188	191	186	55	56	53
190	192	187	57	59	55
191	193	188	57	59	54
752			225		

Wc caballeros (docentes)			Wc caballeros (docentes)		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
209	214	203	66	69	62
211	215	205	64	67	61
213	217	207	64	68	60
211	216	206	63	65	59
844			257		

Dirección			Dirección		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
255	258	251	52	54	50
255	258	250	53	55	51
254	257	250	53	56	50
253	255	251	55	57	53
255	258	251	52	56	50
255	259	251	56	57	54
254	258	251	53	56	51
256	259	252	53	56	50
256	259	253	53	56	51
2,294			480		

Sala de juntas 2			Sala de juntas 2		
E1			E2		
Normal	Máxima	Mínima	Normal	Máxima	Mínima
256	259	253	52	55	50
254	257	250	54	56	52
255	258	250	52	56	50
253	255	251	54	55	52
255	259	251	54	56	50
254	257	251	56	57	54
254	258	250	54	56	53
256	259	252	52	55	50
256	259	253	53	56	50
2,293			482		

Oficina			Oficina		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
177	180	174	58	60	55
176	179	173	55	59	51
179	182	176	59	61	56
177	182	171	57	60	53
709			229		

Aula J03			Aula J03		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	251	54	57	51
254	258	249	53	55	50
252	256	248	54	59	51
254	257	251	55	58	53
255	258	250	53	57	50
255	258	251	55	57	52
252	254	249	54	56	53
256	259	254	52	55	50
256	259	251	53	59	50
2,287			483		

Aula J04			Aula J04		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	258	250	52	56	50
256	258	253	55	57	52
255	259	250	53	55	51
254	257	251	53	55	50
256	260	251	53	57	50
255	257	252	56	57	56
254	258	251	56	58	54
255	259	253	52	56	50
256	259	252	53	58	50
2,296			483		

Aula J05			Aula J05		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	249	53	55	51
254	258	248	52	55	50
254	257	250	55	57	52
252	254	248	54	55	52
255	258	250	52	56	50
254	257	249	55	57	51
255	258	252	53	56	50
255	259	251	54	59	50
256	259	252	54	56	50
2,289			481		

Aula J06			Aula J06		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	249	53	55	51
255	258	250	52	55	50
252	256	249	55	58	51
254	257	251	53	55	51
252	258	248	53	57	50
254	257	250	54	57	50
254	258	251	54	56	51
255	259	252	52	55	50
256	259	253	53	57	50
2,286			479		

Aula J07			Aula J07		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
251	256	244	50	53	47
251	258	242	50	53	46
247	251	241	50	52	46
249	253	243	51	55	44
255	258	251	49	51	45
249	255	240	53	56	47
250	254	242	51	54	46
252	256	247	49	52	44
253	257	249	49	51	45
2,258			451		

Aula J08			Aula J08		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
252	256	246	49	51	47
253	258	247	51	53	48
247	251	241	50	52	46
249	253	244	51	54	45
250	256	243	48	51	44
251	255	246	51	56	47
252	254	248	52	54	48
253	256	249	49	52	45
252	257	246	47	51	41
2,259			448		

Aula J09			Aula J09		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	258	250	48	51	43
254	258	249	52	55	50
251	256	247	52	56	49
254	256	251	53	55	50
256	259	251	51	55	48
253	257	250	54	57	49
253	258	248	53	56	50
255	259	253	53	58	50
255	259	252	52	56	49
2,286			468		

Aula J10			Aula J10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	251	53	55	51
255	258	249	55	56	53
252	256	248	52	56	50
251	254	247	53	55	51
255	258	250	53	57	50
254	257	249	54	57	50
254	258	250	54	56	51
255	259	251	51	52	50
256	259	252	52	56	50
2,285			478		

Aula J11			Aula J11		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
260	264	254	61	63	60
263	269	258	58	60	56
260	265	255	62	65	59
262	266	259	59	63	57
264	272	259	65	68	61
262	267	258	65	68	62
266	269	262	63	69	60
264	268	260	64	67	60
260	264	257	56	61	51
2,360			554		

Aula J12			Aula J12		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
255	259	253	54	56	53
255	258	250	53	58	50
253	258	250	53	56	51
255	260	251	57	59	56
256	261	251	52	55	50
254	257	249	55	57	51
255	259	253	56	59	53
256	259	252	52	55	50
256	259	253	54	57	50
2,295			487		

Aula J13			Aula J13		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
253	258	247	52	56	49
257	259	254	56	58	54
251	256	247	52	56	50
254	257	251	54	57	51
254	257	248	54	58	51
253	257	247	56	59	51
254	256	251	54	57	52
254	259	250	52	56	49
255	259	249	53	58	50
2,285			483		

Aula J14			Aula J14		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	247	53	56	51
255	257	254	54	55	53
254	256	250	53	56	51
253	254	251	55	57	53
255	258	251	52	55	50
253	257	248	56	57	56
256	258	254	54	56	53
257	259	256	51	52	50
254	259	250	52	56	50
2,291			481		

Aula J15			Aula J15		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	258	250	54	57	51
256	258	252	53	55	50
252	256	249	53	57	51
253	257	250	52	54	50
254	256	252	54	57	50
256	259	251	53	56	48
255	258	253	55	59	53
255	258	251	54	58	51
256	259	252	54	58	51
2,290			482		

Aula J16			Aula J16		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
254	257	251	53	56	50
254	258	248	52	54	48
254	259	251	52	53	52
254	258	250	53	55	50
255	259	251	54	57	50
256	259	252	54	57	48
253	258	249	56	58	53
253	256	248	53	57	49
255	259	250	54	56	51
2,288			480		

Pasillo 7			Pasillo 7		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
256	259	254	53	57	51
256	258	253	54	56	51
253	256	250	51	53	49
254	257	251	53	56	51
257	258	256	53	57	50
255	257	251	55	60	50
252	254	250	55	57	52
255	259	251	53	59	48
257	259	254	53	56	51
2,295			481		

Pasillo 8			Pasillo 8		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
235	240	230	62	66	55
231	237	228	60	64	54
238	241	236	58	62	51
239	243	234	59	63	52
944			239		

Pasillo 9			Pasillo 9		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
264	268	259	65	68	59
262	269	258	64	68	58
263	266	260	63	68	57
263	267	261	62	66	55
1,053			253		

Pasillo 10			Pasillo 10		
E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
238	245	230	61	65	55
240	246	233	61	63	58
238	243	231	58	68	51
239	242	235	61	68	51
956			240		

Pasillo 11			Pasillo 11			Escaleras			Escaleras		
E1			E2			E1			E2		
Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a	Norma l	Máxim a	Mínim a
265	270	261	55	58	50	255	259	253	49	53	46
264	269	259	55	58	51	256	260	250	50	53	46
265	269	263	57	59	54	256	261	250	51	56	45
262	268	258	56	57	54	256	262	251	51	55	46
1,057			223			256	260	251	48	51	44
						256	259	251	53	57	47
						256	261	253	53	56	50
						255	259	253	51	53	47
						255	259	251	52	56	49
						2,300			459		

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 5 m
Ancho [Y]: 4 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 150 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 492 lux
Densidad de potencia: 6.33 W/m²
Cantidad: 3

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 1.6 x 0 m
Ancho: 3.1 m
Altura [Z]: 2.5 m
Espaciado exterior X: 1.42 m
Espaciado exterior Y: 1.42 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 3 m
Ancho [Y]: 3 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 200 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 266 lux
Densidad de potencia: 4.98 W/m²
Cantidad: 1

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 0 x 0 m
Ancho: 1.1 m
Altura [Z]: 1.47 m
Espaciado exterior X: 0.92 m
Espaciado exterior Y: 0.92 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 3.5 m
Ancho [Y]: 3.5 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 200 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 209 lux
Densidad de potencia: 4.4 W/m²
Cantidad: 1

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 0 x 0 m
Ancho: 1.1 m
Altura [Z]: 1.17 m
Espaciado exterior X: 1.25 m
Espaciado exterior Y: 1.17 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 5.5 m
Ancho [Y]: 3.5 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 350 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 444 lux
Densidad de potencia: 6.58 W/m²
Cantidad: 1

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 1.8 x 0 m
Ancho: 3.1 m
Altura [Z]: 0.92 m
Espaciado exterior X: 0.92 m
Espaciado exterior Y: 1.17 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 7.5 m
Ancho [Y]: 5 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 300 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 352 lux
Densidad de potencia: 5.9 W/m²
Cantidad: 4

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 1.7 x 1.5 m
Ancho: 2.2 m
Altura [Z]: 1.07 m
Espaciado exterior X: 1.07 m
Espaciado exterior Y: 0.67 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 37.5 m
Ancho [Y]: 5 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 100 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 150 lux
Densidad de potencia: 1.28 W/m²
Cantidad: 1

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 4.2 x 0 m
Ancho: 6.1 m
Altura [Z]: 3.22 m
Espaciado exterior X: 1.92 m
Espaciado exterior Y: 1.92 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 5 m
Ancho [Y]: 8 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 150 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 187 lux
Densidad de potencia: 2.19 W/m²
Cantidad: 2

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 4 x 0 m
Ancho: 2.1 m
Altura [Z]: 1.07 m
Espaciado exterior X: 1.07 m
Espaciado exterior Y: 1.92 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración

Unidades: (Factor: Luz)

Dimensiones de la habitación

Longitud [X]: 4 m
Ancho [Y]: 2 m
Altura [Z]: 2.5 m
Plano de trabajo: 0.7 m
Tipo de techo: Abri

Reflectancias de la habitación

Techo: 80 %
Paredes: 90 %
Piso: 20 %

Criterios

Iluminancia: 100 lux
Densidad de potencia: W/m²
Cantidad:

Restricciones

Espaciado X [C-1]: m
Espaciado Y [C-2,3]: m
Fila: m
Columna: m

Resultados del cálculo [C]

Iluminancia: 271 lux
Densidad de potencia: 3.28 W/m²
Cantidad: 1

Resultados de espaciado [C]

Espaciado: 0 x 0 m
Ancho: 1.1 m
Altura [Z]: 1.07 m
Espaciado exterior X: 0.42 m
Espaciado exterior Y: 0.42 m

Monitor

Dimensiones: Cuatro [X] Doble [Y]
Mostrar información de la cantidad zona [I]

You can now click and drag to rotate the room

Información del proyecto

Luminaria LED
[C] - VPF4 4FT 40W 40K CLP

Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámpara: 168
Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Vataje: 42.2

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 10 m
 Ancho [W]: 9 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 183 lux
 Densidad de potencia: 4.22 W/m²
 Cantidad: 1
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 3.3 x 3 m
 Ángulo: 3.1°
 Espaciado exterior X: 1.47 m
 Espaciado exterior Y: 0.92 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 15 m
 Ancho [W]: 9 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 295 lux
 Densidad de potencia: 3.75 W/m²
 Cantidad: 12
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 3.7 x 3 m
 Ángulo: 4.3°
 Espaciado exterior X: 1.92 m
 Espaciado exterior Y: 0.92 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 5 m
 Ancho [W]: 3 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 384 lux
 Densidad de potencia: 2
 Cantidad: 2
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 2.9 x 0 m
 Ángulo: 2.1°
 Espaciado exterior X: 1.32 m
 Espaciado exterior Y: 0.92 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 8 m
 Ancho [W]: 5 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 318 lux
 Densidad de potencia: 4.22 W/m²
 Cantidad: 2
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 2 x 0 m
 Ángulo: 3.1°
 Espaciado exterior X: 0.97 m
 Espaciado exterior Y: 1.92 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 8 m
 Ancho [W]: 5 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 333 lux
 Densidad de potencia: 4
 Cantidad: 4
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 2 x 2.5 m
 Ángulo: 2.2°
 Espaciado exterior X: 1.47 m
 Espaciado exterior Y: 0.47 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 15 m
 Ancho [W]: 8 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 327 lux
 Densidad de potencia: 3.52 W/m²
 Cantidad: 10
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 3 x 4 m
 Ángulo: 5.2°
 Espaciado exterior X: 1.47 m
 Espaciado exterior Y: 2.42 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 36 m
 Ancho [W]: 2.5 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 194 lux
 Densidad de potencia: 1.47 W/m²
 Cantidad: 1
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 7.2 x 0 m
 Ángulo: 5.1°
 Espaciado exterior X: 1.97 m
 Espaciado exterior Y: 1.17 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto

Configuración
 Unidades: (Metric) - (Imperial)
 Dimensiones de la habitación
 Longitud [L]: 3 m
 Ancho [W]: 2 m
 Altura [H]: 2.5 m
 Plano de trabajo: 0.7 m
 Tipo de techo: Abajo

Resultados del cálculo [C]
 Iluminancia: 337 lux
 Densidad de potencia: 7.93 W/m²
 Cantidad: 1
Resultados de espaciado [C]
 Espaciado: 0 x 0 m
 Ángulo: 1.1°
 Espaciado exterior X: 0.47 m
 Espaciado exterior Y: 0.47 m

Configuración de la lámpara
 Factor de potencia de luz: 1 Forma del símbolo: Rectangular Cantidad de lámparas: 168
 Longitud de la suspensión: 0 Longitud del símbolo: .06 Lámparas por lámpara: 25
 Orientación: 0 Ancho del símbolo: 1.17 Votaje: 42.2

Information del proyecto