

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA**



**“Propuesta de diseño del sistema de iluminación utilizando luminarias
convencional e iluminación led para ahorro de energía en el campus
universitario UTP – Sede Piura”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
EN ENERGIA**

AUTORA:

Bach. Ramirez Culcos, Zuleyma Estéfanny

ASESOR:

Ms. Ventura Castillo, José
ORCID: 0000-0002-0905-3024

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ
2023**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de tesis titulado **“Propuesta de diseño del sistema de iluminación utilizando luminarias convencional e iluminación led para ahorro de energía en el Campus Universitario UTP – Sede Piura”**, para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, presentado por el bachiller **Zuleyma Estéfanny Ramirez Culcos**, ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

Ms. Castillo Ventura, José Luis

DNI: 32781530

Código ORCID: 0000-0002-0905-3024

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “Propuesta de diseño del Sistema de iluminación utilizando luminarias convencional e iluminación led para ahorro de energía en el Campus Universitario UTP – Sede Piura” para obtener el título profesional de Ingeniero en Energía, presentado por el bachiller Zuleyma Estéfanny Ramirez Culcos, que tiene como asesor al Ms. José Luis Ventura Castillo, ha sido revisado y aprobado el día 08 de Marzo del 2023, por el siguiente jurado evaluador.

Dr. Mariños Castillo, Gualberto A.

Presidente

DNI: 17890841

Código ORCID: 0000-0001-7514-9908

Mg. Rojas Flores, Amancio Ramiro

Secretario

DNI: 32806031

Código ORCID: 0000-0003-4897-7585

Ms. Castillo Ventura, José Luis

Integrante

DNI: 32781530

Código ORCID: 0000-0002-0905-3024



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

A los ocho días del mes de marzo del año dos mil veintitrés, siendo las diez horas de la mañana, se reunieron en el auditorio de la EPIE, el Jurado Evaluador designado mediante **Resolución N° 008-2023-UNS-CFI**, integrado por los siguientes docentes:

- **Dr. GUALBERTO ANTENOR MARIÑOS CASTILLO** : PRESIDENTE
- **Mg. AMANCIO RAMIRO ROJAS FLORES** : SECRETARIO
- **Mg. JOSE LUIS CASTILLO VENTURA** : INTEGRANTE

Y según la **resolución decanal N° 124-2023-UNS-FI**, se declara expedito al bachiller para dar inicio a la sustentación y evaluación de la Tesis titulada: **"PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN UTILIZANDO LUMINARIAS CONVENCIONAL E ILUMINACIÓN LED PARA AHORRO DE ENERGÍA EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO UTP – SEDE PIURA"** elaborado por la Bachiller de Ingeniería en Energía: **ZULEYMA ESTEFANY RAMIREZ CULCOS** con código de matrícula N° 201211048, teniendo como asesor al docente Mg. JOSE LUIS CASTILLO VENTURA, según Resolución Decanal N° 417-2020-UNS-FI, de fecha 24.11.20.


Terminada la sustentación del Bachiller, respondió las preguntas formuladas por los miembros del jurado y el público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, en concordancia con el artículo 103° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Santa, declara:

BACHILLER	PROMEDIO	PONDERACIÓN
ZULEYMA ESTEFANY RAMIREZ CULCOS	17	Bueno

Siendo las once horas del mismo día, se da por terminado el acto de sustentación, firmando los integrantes del jurado en señal de conformidad.


Dr. GUALBERTO A. MARIÑOS CASTILLO
PRESIDENTE


Mg. AMANCIO R. ROJAS FLORES
SECRETARIO


Mg. JOSÉ L. CASTILLO VENTURA
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A mi querida Madre DELFINA FLORENCIA CULCOS MEJÍA Por su amor incondicional, por siempre darme su apoyo en los momentos más difíciles para mí.

A mi querido Padre AGUSTIN RAMIREZ CABRERA, por sus consejos, apoyo y paciencia en todo momento.

Para mis Hermanos RAUL, HELBER, LEONARDO Y JUNIOR, por ser el apoyo y confiar siempre en mí.

AGRADECIMIENTO

Al Ms. José Castillo Ventura por sus sabios consejos, enseñanzas y su apoyo incondicional en la realización de esta tesis.

A todos los Profesores de la EAP de Ingeniería en Energía Por el apoyo desinteresado y sus enseñanzas durante mi vida universitaria.

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION	3
1.1 Realidad Problemática	3
1.2 Antecedentes	4
1.3 Justificación	8
1.4 Hipótesis	10
1.5 Objetivos	10
CAPITULO II: MARCO TEORICO	11
2.1 Naturaleza de la luz	11
2.2 Fuentes de luz	17
2.3 Evolución de las fuentes luminosas artificiales	18
2.4 Medidas y unidades	40
2.5 Cálculos de iluminación.....	44
2.6 Software DIALUX - EVO	44
2.7 Confort Visual	47
CAPITULO III: MATERIALES Y METODO	50
3.1 Materiales	50
3.2 Método de Investigación	51
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION	52
4.1 Cálculos	59
4.1.1 Cálculos del diseño de alumbrado actual	59
4.1.2 Demanda estimada total actual.....	70
4.1.3 Cálculos del diseño eficiente alumbrado	73
4.1.4 Demanda total con el nuevo diseño eficiente	82
4.1.5 Energía Consumida en 3 años.....	83
4.1.6 Diferencias de demandas máximas	83
4.1.7 Energía Consumida en 3 años.....	83
4.2. Discusiones	85
4.2.1. Análisis de Resultados.....	89
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1. CONCLUSIONES.....	95
5.2. RECOMENDACIONES.....	99
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES	100
CAPITULO VII: ANEXOS	102

SIMBOLOS

Flujo luminoso (Lm)	Φ
Eficiencia luminosa (Lm/W)	η
Potencia Eléctrica (W)	P
Iluminancia (Lux)	E
Superficie o área a iluminar (m ²).....	S
Velocidad (v)	v
Frecuencia.....	f
Longitud de onda	λ
Velocidad (v)	v
Intensidad luminosa.....	I
Angulo Solido	ω
Luminancia o brillo	L
Factor de depreciación	δ
Índice de local.....	K

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 01 Eficiencia Luminosa.....	37
Ecuación N°02 Iluminancia	39
Ecuación N° 03 Intensidad Luminosa.....	39
Ecuación N° 04 Luminancia	40
Ecuación N° 05 Dimensionamiento de local.....	49
Ecuación N° 06 Índice local.....	

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Teoría de la naturaleza de la luz Huygens vs. Newton	12
Figura N° 02: La luz de onda electromagnética.....	13
Figura N° 03: Frecuencia de una onda periódica	14
Figura N° 04: Espectro electromagnético	14
Figura N° 05: Luz visible	16
Figura N° 06: Evolución de las fuentes luminosas.....	20
Figura N° 07: Lámpara incandescente	21
Figura N° 08: Lámpara de descarga	23
Figura N° 09: Lámpara fluorescente.....	24
Figura N° 10: Partes de la lámpara fluorescente	25
Figura N° 11: Casquillos de lámpara fluorescente.....	27
Figura N° 12: Lámpara de mercurio de Alta Presión	28
Figura N° 13: Lámpara mixta	32
Figura N° 14: Lámpara de mercurio de Baja Presión	33
Figura N° 15: Lámpara de vapor de Sodio de Alta presión.....	34
Figura N° 16: Lámpara LED	36
Figura N° 17: Colores LED.....	37
Figura N° 18: Iluminación LED	40
Figura N° 19: Flujo luminoso	40
Figura N° 20: Diagrama de Flujo Potencia Eléctrica consumida.....	41
Figura N° 21: Iluminancia o iluminación	42
Figura N° 22: Intensidad luminosa	43
Figura N° 23: UTP – Piura (Universidad a analizar su diseño lumínico)	45
Figura N° 24: Piso 1 del plano de UTP – Visualización Fotorrealista.....	45
Figura N° 25: Piso 2 del plano de UTP – Visualización Fotorrealista.....	45
Figura N° 26: Piso 1 del plano de UTP – Lúmenes recibidos en el laboratorio de Física y Corredor 2	46
Figura N° 27: Piso 2 del plano de UTP – lúmenes recibidos en el aula de Fluidos y termomáquinas y laboratorio de Procesos industriales.....	47
Figura N° 28: Deslumbramiento en el área de trabajo.....	48

Figura N° 29: Poca iluminación en el área de trabajo.....	49
Figura N° 30: Comparativa de demanda Actual Vs Demanda de diseño eficiente	87
Figura N° 35: Precio aproximado de luminaria fluorescente	90
Figura N° 36: Precio aproximado de luminaria tipo LED	91

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Iluminancias para ambientes en el interior	44
Tabla N°2 Tabla de especificaciones técnicas de luminaria circula.....	54
Tabla N° 3 Especificaciones técnicas de luminarias cuadradas	55
Tabla N° 4 Especificaciones técnicas de luminaria fluorescente	56
Tabla N° 5 Luminarias TL5 – LED.....	57
Tabla N° 6 Máxima Demanda actual generada en el Sótano	59
Tabla N° 7 Máxima Demanda actual generada en el Piso 1.....	60
Tabla N° 8 Máxima Demanda actual generada en el Piso 2.....	61
Tabla N° 9 Máxima Demanda actual generada en el Piso 3.....	62
Tabla N° 10 Máxima Demanda actual generada en el Piso 4.....	63
Tabla N° 11 Máxima Demanda actual generada en el Piso 5.....	64
Tabla N° 12 Máxima Demanda actual generada en el Piso 6.....	65
Tabla N° 13 Máxima Demanda actual generada en el Piso 7.....	66
Tabla N° 14 Máxima Demanda actual generada en el Piso 8.....	67
Tabla N° 15 Máxima Demanda actual generada en el Piso 9.....	68
Tabla N° 16 Máxima Demanda actual generada en el Piso 10.....	69
Tabla N° 17 Demanda estimada total actual	70
Tabla N° 18 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Sótano	71
Tabla N° 19 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 1	72
Tabla N° 20 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 2	73
Tabla N° 21 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 3	74
Tabla N° 22 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 4	75
Tabla N° 23 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 5	76
Tabla N° 24 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 6	77
Tabla N° 25 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 7	78
Tabla N° 26 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 8	79
Tabla N° 27 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 9	80
Tabla N° 28 Máxima Demanda con el nuevo diseño en el Piso 10	81
Tabla N° 29 Máxima Demanda total con el nuevo diseño	82
Tabla N° 30 Comparativa de la demanda actual y de la demanda del diseño eficiente	86
Tabla N° 31 Diferencia de la demanda actual y de la demanda del	

diseño eficiente	88
Tabla N° 32 Cantidad de luminarias a cambiar	92
Tabla N° 33 tabla resumen de demandas máximas del piso 1 al 10	95

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo establecer el diseño óptimo entre dos sistemas de iluminación, para ahorro de energía en el Campus Universitario UTP - Sede Piura. Es una investigación aplicada que estableció una comparación entre la iluminación convencionales y de tipo LED, teniendo como soporte el análisis del Software Dialux Evo, el cual permitió evaluar, analizar e identificar de manera más eficiente las ventajas y desventajas de cada tecnología de iluminación que se evaluó.

Se reestructuró por cada piso determinándose la disminución de luminarias en cada área sin que perdiera estética y se disminuyó la cantidad de lúmenes necesarios para cada actividad, se obtuvo un ahorro energético de 12.09%, sin embargo, debe indicarse que el cambio de luminarias fluorescentes a led se realizó parcialmente en cada piso, considerando el incremento de costos y su posterior reemplazo por tiempo de funcionamiento. las luminarias en algunas áreas son fluorescentes teniendo una vida útil de 1000 horas por lo realizando el cambio a luminarias tipo LED que tienen una vida útil de 30 000 horas. se puede llegar a tener un ahorro de s/ 6 991.20, realizando un nuevo diseño de instalación de luminarias en Dialux - Evo con los parámetros requeridos se observó que es un buen aliado puesto que teniendo las características del ambiente se puede realizar una buena distribución de luminarias, por cada piso y ambiente y de forma rápida, eficiente, puntual y exacta.

PALABRA CLAVE: Ahorro de energía, sistema de iluminación, iluminación convencional, iluminación Led

ABSTRACT

The objective of this work was to establish the optimal design between two lighting systems, for energy savings at the UTP University Campus - Piura Headquarters. It is an applied research that established a comparison between conventional lighting and LED lighting, supported by the Dialux Evo Software analysis, which allowed evaluating, analyzing and identifying more efficiently the advantages and disadvantages of each lighting technology that is used. I evaluate.

It was restructured for each floor, determining the reduction of luminaires in each area without losing aesthetics and the amount of lumens necessary for each activity was reduced, an energy saving of 12.09% was obtained, however, it should be noted that the change from fluorescent luminaires to led was partially carried out on each floor, considering the increase in costs and its subsequent replacement due to operating time. the luminaires in some areas are fluorescent having a useful life of 1000 hours, thus making the change to LED-type luminaires. They have a useful life of 30,000 hours. it is possible to have a saving of s/ 6 991.20, carrying out a new design for the installation of luminaires in Dialux - Evo with the required parameters it was observed that it is a good ally since having the characteristics of the environment it is possible to make a good distribution of luminaires, for each floor and room and quickly, efficiently, punctually and accurately.

KEYWORD: Energy saving, lighting system, conventional lighting, led lighting

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Ante la demanda de universidades cerradas por la SUNEDU en el año 2019 (No cumplían las condiciones mínimas para brindar un servicio educativo de calidad) y las promociones a puertas de salir de los colegios y preparatorias en todo el litoral peruano, la Universidad Tecnológica del Perú (UTP) ha realizado obras de construcción en varias ciudades de nuestro país.

Una de las más representativas por su importancia y dimensión fue en la ciudad de Piura; en cuanto a su distribución, cuenta con un sótano, 10 pisos con aulas, laboratorios de estudio, un techo técnico y un área de estacionamientos a nivel.

Sin embargo, hay muchos aspectos que se deben de cubrir, la luminotecnica es uno de ellos. La iluminación de un centro de estudio es importante puesto que debe proporcionar un alto confort visual, comodidad a los estudiantes y los profesores, se debe conseguir la cantidad y estabilidad de luz apropiada en cada área. Puesto que, si hay mucha iluminación causa deslumbramiento, y si hay poca, causa cansancio, fatiga, estrés y accidentes.

El empleo de luz natural, también se debe de tener en cuenta para permitir el ahorro del consumo energético en un proyecto, pero ésta no es la suficiente para todos los trabajos universitarios, por ejemplo, en la noche; el funcionamiento nocturno y cambios de turnos nos dan la necesidad de requerir luz artificial. Ahora viene un incierto, que es la cantidad de luminarias necesarias que habrá en cada área, como para laboratorios, aulas de clases, biblioteca, pasadizos, etc; se tiene que realizar un diseño (para su control y aplicación) que pueda crear espacios seguros y cómodos que se adapten a diferentes necesidades de acuerdo a cada área y especificaciones de la norma EM.010 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES.

También se nos vino a la mente el tipo de luminaria que se va utilizar:

fluorescente, incandescente o led, se tiene que pensar en la eficiencia energética y el ahorro que se podría generar por el uso de cada luminaria.

Para el diseño del nuevo edificio se tuvo en cuenta estos 3 aspectos muy importantes.

- 1) Cantidad de luminarias.
- 2) Tipos de luminarias.
- 3) Eficiencia energética.

El sistema de iluminación para una universidad debe ser eficiente, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables que posibiliten a los estudiantes y docentes disfrutar de ambientes agradables, puesto que el hombre pasa aprox. **el 90% de su tiempo en espacios interiores** (de Salud, O., & de Andalucía, M. A., 2010), y la luz artificial debe favorecer el bienestar y salud del usuario.

Muchos edificios emplean los recursos tecnológicos más apropiados y evalúan todos los costos que puedan incurrir en una instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación para que se lleguen al menor valor.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se planteó el siguiente problema:

¿Cuál será la propuesta óptima de diseño entre el sistema de iluminación utilizando luminarias convencionales e iluminación led para el ahorro de energía en el campus universitario UTP – Sede Piura?

1.2. ANTECEDENTES:

Se presentan los siguientes antecedentes en la tesis:

En la Norma técnica EM.010. (2019). Instalaciones eléctricas interiores del reglamento nacional de edificaciones, Recuperado de <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/EM.010-2019.pdf>.

Establece que, para la elaboración de un proyecto de instalación eléctrica en edificaciones, se deben realizar cálculos de iluminación (artificial y/o natural) definiendo la calidad de la iluminación (no debe caer por debajo del valor dado) según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes de forma eficiente. Así como no se puede comprometer los aspectos visuales de una instalación de iluminación simplemente por reducir el consumo de energía. También se debe incluir un análisis de la potencia instalada y la máxima demanda que requieran estas instalaciones, las condiciones de iluminación se dan protegiendo la salud de las personas y animales, evitando la contaminación lumínica.

Según el Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (2005). Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios, recuperado de https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10055_GT_aprovechamiento_luz_natural_05_ff12ae5a.pdf.

Concluye que, a la hora de diseñar la iluminación de un área, el ser humano prefiere la luz natural que a la luz artificial o luz eléctrica. Que para iluminar edificios la mejor manera posible es aprovechar la luz natural, pero siempre existe la necesidad de complementarla con el alumbrado eléctrico.

Mayormente el alumbrado eléctrico es controlado mediante sistemas de control de alumbrado en respuesta a la aportación de la luz natural, utilizándose ésta para conseguir una reducción del consumo de energía eléctrica, economía en costes y confort para el usuario.

Así mismo Reyes Pérez, P. (2016). Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y medicina legal de San Joaquin de Flores, Heredia (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Facultad de la Tierra y el Mar, Costa Rica. Los resultados más relevantes durante el estudio fueron, los departamentos de clínica Médico Forense de Medicina Forense y Bioquímica de

Ciencias Forense del OIJ. Estos departamentos tienen un consumo energético correspondiente en iluminación, de un valor aproximado de 30 000.00 kWh/año; en los inventarios también se encontró que la mayor parte de luminaria son fluorescentes tubulares de tipo T12 y T8 de la marca Sylvania y Philips. Ella propuso realizar un cambio; hacer uso de luminarias tipo LED; éste baja los consumos de corriente eléctrica en los cables, disminuyendo las pérdidas por efecto Joule ($P=I^2R$), provocando la disminución de corriente y sobrecarga de los circuitos. También comentó que el edificio no consta de luz natural dentro de las instalaciones, por ende; se utiliza más luz artificial consumiendo más energía eléctrica.

De igual forma, Castro, M, & Poligua, N. (2015). Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas (tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Concluye que para realizar un diseño se tiene que conocer e identificar los diferentes tipos y modelos de luminarias, comparando su fotometría, eficiencia, eficacia, rendimiento y rentabilidad que permitan elegir la más acorde en la elaboración de un proyecto de alumbrado. Que al conocer las nuevas tecnologías de luminaria tipo LED la única preocupación que se tendría es en su rendimiento, durabilidad, variedad de aplicaciones y eficiencia energética.

Aunque ahora las luminarias tipo LED generan un ahorro de energía, la inversión inicial se recupera a largo plazo, por tal motivo en nuestro entorno aun no es rentable desarrollar proyectos con este tipo de luminarias.

Así mismo, Bravo, A, & Pizano, A (2016). Mejora del alumbrado para oficinas Nacionales del inmueble reforma de la comisión Federal de Electricidad (Tesis de Pregrado). Instituto politécnico Nacional, México. Concluyó que al inmueble no se realizó el cálculo de instalación específica de iluminación y que realizar un cálculo correcto de la cantidad de luminarias en estas instalaciones se puede reducir de manera importante el número de las mismas en casi un 42% y así mismo se reducirá el consumo de potencia, aunque el precio de la tecnología LED a comparación de una lámpara Fluorescente es un poco mayor pero esta

inversión puede ser recuperada en un lapso de 4.6 años contando con una garantía de fabricante de 10 años. La tecnología LED es una buena herramienta en la actualidad ya que nos proporciona eficacia y menores costos de mantenimiento que su luminosidad es constante a comparación de los fluorescentes que conforme pasa el tiempo se va reduciendo su intensidad luminosa.

También, Dávila, M (2018). Sistema de iluminación Led que permita reducir el consumo de energía eléctrica del Sistema de Iluminación de la zona Céntrica de Morales. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. El consumo energético con un sistema de iluminación vial a base de LED reduce en un 53% la energía eléctrica. La instalación de luminarias tipo LED en la zona céntrica de Morales se puede tener un ahorro en 12 años por concepto de energía (ya recuperando también los costos de inversión) es de S/28 946.52.

La tecnología LED aparte de tener un ahorro energético ayuda al medio ambiente puesto el índice de contaminación se reduce porque no se usan por los componentes tóxicos de mercurio, elemento que contienen las lámparas de vapor de sodio a alta presión que se desechan aproximadamente cada 3 años. La iluminación a base de tecnología LED proporcionará para la población sitios de recreación, parques y jardines una mayor seguridad debido que tendrán una mejor iluminación.

Y también, Urrutia, J. (2019) Diseño de iluminación Led con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su implementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias. (Tesis de Pregrado). Universidad Tecnológica del Perú, Perú Concluye que las luminarias tipo LED son más eficientes que las lámparas fluorescentes. Se logró dar un mejor uso a la energía y se disminuyó las pérdidas eléctricas por recalentamiento de las convencionales teniendo una potencia activa de 8.9 KW. Se comprobó que es posible optimizar el sistema de iluminación de alumbrado con solo lámparas tipo LED domóticos, con una iluminancia de 500 lux (según la NORMA EM.010) para un área de 1 284.80 m². Con el uso de tecnología convencional se tuvo 39 244.80 Kwh/año y al realizar el cambio a la nueva tecnología el consumo se reduce a 20 380.14

Kwh/año lo que representa una reducción de 51.9 % del consumo de energía. Se tiene reducciones en el mantenimiento obteniendo así un V.A.N. a 10 años de 3 172.94 nuevos soles y un T.I.R. a 10 años de 15 %, con una tasa de descuento del 12% demostrando que el proyecto de alumbrado de interiores en oficinas corporativas de Torre Begonias es económicamente viable.

Con esta nueva tecnología se tiene ahorro de energía eléctrica, ahorro económico, y también se tiene en cuenta el cuidado hacia el medio ambiente ya que no genera gases provocados por el efecto de invernadero como el dióxido de carbono (CO₂) por el uso de combustibles fósiles para la generación eléctrica. Puesto que los fluorescentes tienen en su parte interior gases de vapor de mercurio, gas inerte de argón que luego es lanzado al medio ambiente para ser desechados, situación opuesta sucede con las luminarias tipo LED que no generan este tipo de gases.

1.3. JUSTIFICACIÓN:

La justificación es la siguiente:

La investigación se justifica desde un punto energético, económico, medio ambiental y ergonómico.

JUSTIFICACIÓN ENERGÉTICA:

Con la población creciente, también para la conservación del planeta, con un mínimo aporte en la reducción de energía eléctrica que realicemos valen mucho para nuestra madre tierra. Puesto que la energía eléctrica es fundamental para realizar gran parte de nuestras actividades y más si es una empresa o un lugar de enseñanza, gracias a ella tenemos una mejor calidad de vida. Una de las formas de ahorro de energía eléctrica es en el cambio de luminaria Convencional (fluorescente) que son pocos eficientes a comparación de las luminarias LED. Ya que la carga eléctrica de un fluorescente es 2.5 veces mayor (www.blog.ledbox.es) que una luminaria LED.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA:

Cada vez la energía eléctrica es más cara y el ser humano siempre está en busca nuevas formas de ahorro de dinero. Una manera de reducir los gastos sin hacer muchos cambios en nuestro estilo de vida, ya que se adaptan a diferentes necesidades de acuerdo a cada área específica; es la iluminación LED.

La UTP tendrá también funcionamiento nocturno; es decir uso de iluminación artificial. Las luminarias LED consumen poca energía y las inversiones en gestión de iluminación se normalizarían en un periodo corto (aunque la luminaria LED es más costoso que una luminaria convencional).

JUSTIFICACIÓN HACIA EL MEDIO AMBIENTE:

La iluminación Led o también llamada iluminación ecológica (www.blog.ledbox.es) es la única tecnología lumínica que hasta ahora no utiliza mercurio o gases que producen el efecto de invernadero ni incrementan el calentamiento global que ponen en riesgo nuestra flora y fauna. También no emite mucho calor a comparación de las convencionales generando gran reducción de emisiones de CO₂, no emite rayos UV e infrarrojo y también tienen mayor durabilidad así no genera muchos residuos para el medio ambiente.

JUSTIFICACIÓN ERGONÓMICA:

En los últimos años se ha considerado mucho la seguridad y salud en el trabajo del ser humano (en la Resolución Ministerial N° 375 – 2008 – TR: Normas básicas de Ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos) y el uso de una luminaria adecuada es muy importante ya que se puede evitar deslumbramiento si hay mucha luz, cansancio visual, dolores de cabeza si hay poca iluminación, molestos parpadeos, sonidos ligeros de fluorescente, de esta forma hace que el estudiante o el docente tenga mejor rendimiento en las clases mejorando las condiciones del ambiente que trabajan.

1.4. HIPÓTESIS:

La propuesta de diseño del sistema de iluminación utilizando iluminación Led, permite un ahorro de 30% de consumo de energía comparado con el sistema de iluminación convencional.

1.5. OBJETIVOS:

1.5.1. Objetivo general

Estudiar el diseño óptimo entre dos sistemas de iluminación, para ahorro de energía en el Campus Universitario UTP - Sede Piura.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el cuadro de cargas de ambientes a iluminar en el campus.
- Simular las propuestas para las tecnologías de iluminación propuestas.
- Calcular los parámetros de diseño del sistema de iluminación con lámparas fluorescentes y tecnología Led.
- Determinar el ahorro energético y económico de los sistemas de iluminación propuesta.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. NATURALEZA DE LA LUZ:

Antes de iniciar el siglo XIX, la luz era considerada un flujo de partículas o corpúsculos sin masa que eran emitidas por un objeto observado o emanaban de los ojos del observador. Newton (1643 – 1727), principal arquitecto del modelo de las partículas de la luz, afirmaba que estas eran emitidas por una fuente luminosa y que estimulaban el sentido de la vista al entrar en los ojos del observador.

Newton también propuso las siguientes teorías sobre la luz:

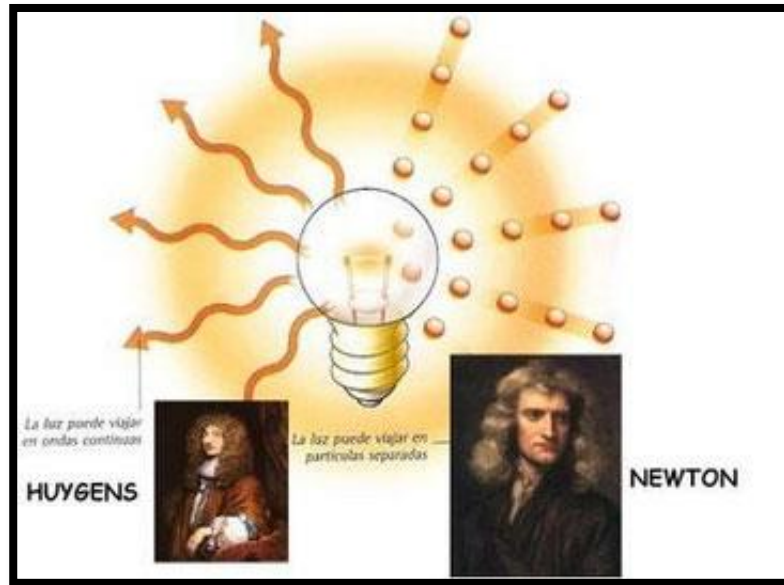
- La luz podría ser una clase de movimiento ondulatorio.
- La trayectoria seguida por los corpúsculos es rectilínea.
- Los corpúsculos no atraviesan obstáculos, así se forman las sombras.
- La reflexión se debe al rebote de los corpúsculos sobre la superficie reflectora.

En 1678 el físico y astrónomo holandés Christian Huygens (1629 – 1695) contemporáneo de Newton quien elaboró una teoría diferente, demostró que una teoría de ondas de luz que correspondían al movimiento específico que sigue la luz al propagarse a través del vacío en un medio insustancial e invisible llamado éter

- La masa de los cuerpos que emiten luz no cambia.
- La propagación rectilínea y la reflexión se puede explicar ondulatoriamente.
- La rapidez de la luz disminuye al penetrar al agua, por ello explica refracción es un fenómeno típico de las ondas.

En sus inicios, esta teoría no fue considerada debido al prestigio de Newton. Pasó más de un siglo para que la teoría de Huygens fuera tomada en cuenta (Pavez y Ramos 2009).

Figura 01: Teoría de la naturaleza de la luz Huygens vs. Newton



Fuente: www.fisic.ch

En 1801, Thomas Young (1773-1829) dio la primera demostración clara de la naturaleza ondulatoria de la luz. Demostró que, bajo condiciones apropiadas, los rayos de la luz se interfieren unos con otros. Tal comportamiento no podía ser explicado en aquel tiempo por una teoría de partículas porque no había forma imaginable que 2 o más partículas pudieran unirse y cancelarse entre sí. Desarrollos adicionales durante el siglo XIX condujeron a la aceptación general del modelo de onda de la luz. El resultado más importante de la obra de James Clerk Maxwell, quien 1873 afirmó que la luz era una forma de onda electromagnética de alta frecuencia.

Argumentando que la luz y las otras ondas se conocían como las de la radio consistían en un mismo fenómeno: que eran ondas electromagnéticas que se diferenciaban sólo en su frecuencia. Hoy consideramos que una onda electromagnética es única, aunque se compone de dos perturbaciones: un campo eléctrico vibrando perpendicularmente a un campo magnético (Serway & Jewett, 2008).

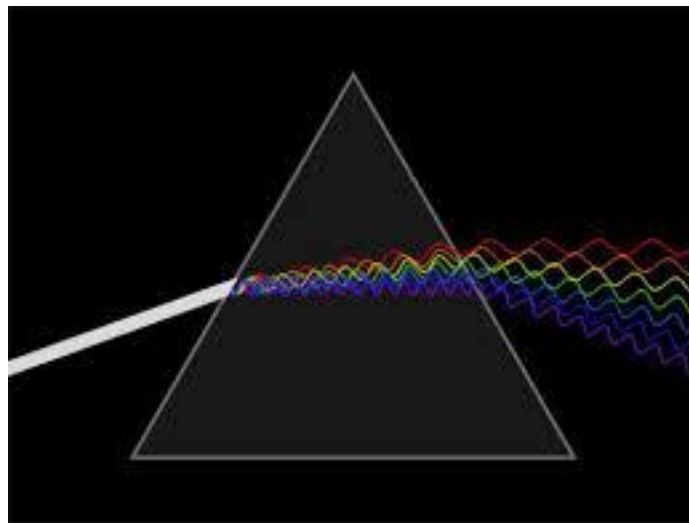
Esto quiere decir la luz es la sensación producida en el ojo humano por las ondas electromagnéticas. Se trata de campos electromagnéticos alternativos que transportan energía a través del espacio y se propagan bajo la forma de oscilaciones o vibraciones.

Al igual que todos los movimientos ondulatorios, las ondas electromagnéticas se caracterizan por la longitud de onda y por la frecuencia.

La velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas es de 300 000 kilómetros por segundo.

La longitud de onda de las ondas electromagnéticas visibles suele medirse en nanómetros (1nm). (León, 2007)

Figura 02: La luz onda electromagnético



Fuente: www.fisic.ch

- **ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO**

Se denomina espectro electromagnético al conjunto de todas las radiaciones de diferente frecuencia en que se puede descomponerse la radiación electromagnética. Dado que la velocidad de propagación de todas ellas en el vacío es la misma, entonces la frecuencia y la longitud de onda se relacionan según la expresión. (www.juntadeandalucia.es)

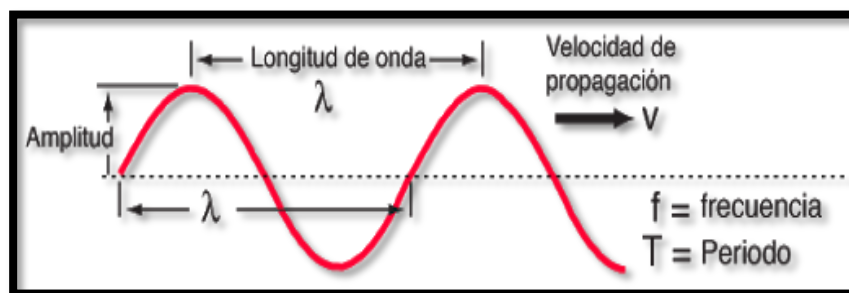
$$v = \frac{f}{\lambda} \quad (1)$$

$v = \text{Velocidad}$

$f = \text{Frecuencia}$

$\lambda = \text{Longitud de onda}$

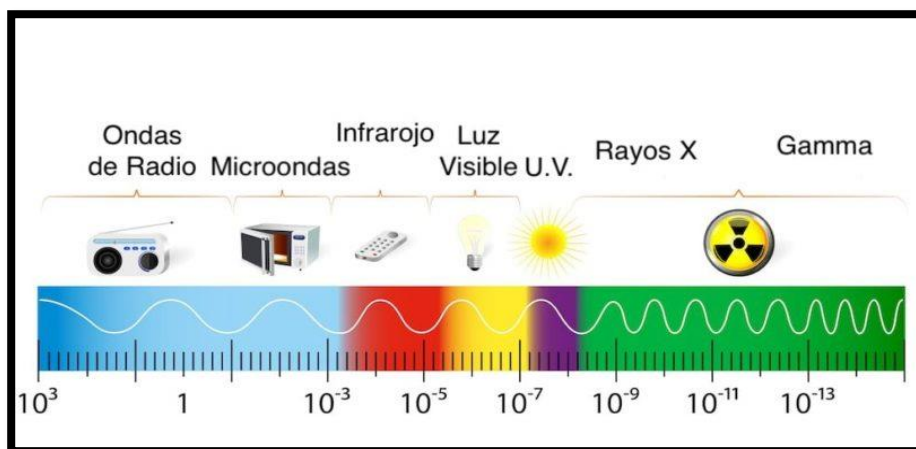
Figura 03: Frecuencia de una onda periódica



Fuente: hyperphysics.phy-astr.gsu.edu

El espectro electromagnético se divide tradicionalmente en 7 zonas. Sin embargo, esta división no presenta límites nítidos. Veamos las características de las ondas correspondientes a las zonas del espectro:

Figura 04: Espectro electromagnético



Fuente: <https://concepto.de/espectro-electromagnetico/>

- **ONDAS DE RADIO**

Son las que tienen longitud de ondas más largas: desde millones de metros hasta unos 30 cm (frecuencia entre 10^2 y 10^9 Hz). En este intervalo encontramos las ondas largas de radio, cuyas longitudes de onda son de kilómetros; las radios AM (centenas de metro), las de FM y televisión (metros) y las de onda corta (centímetros). (www.juntadeandalucia.es)

- **MICROONDAS**

Comprende el intervalo de longitudes de onda que abarca desde los 30 cm hasta 1 mm (frecuencia entre 10^9 y 3×10^{11} Hz). El rango de frecuencias de resonancia de vibración de las moléculas de agua, lo que ha popularizado su empleo en las cocinas de los hogares (horno microondas) para la cocción de los alimentos (que tienen un elevado contenido de agua). Igualmente, su facilidad para penetrar en la atmosfera ha hecho que se utilicen en las comunicaciones con vehículos espaciales. (www.juntadeandalucia.es)

- **INFRAROJO (IR)**

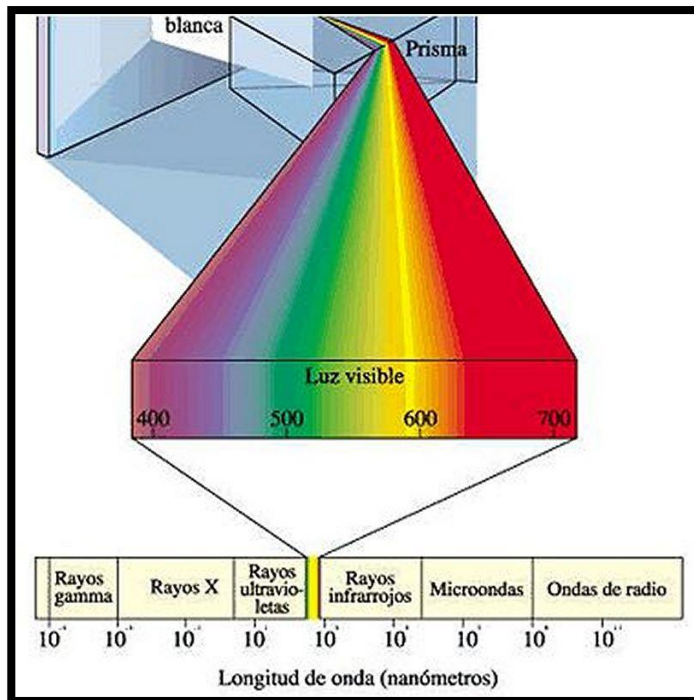
Sus longitudes de onda se extienden desde 1 mm hasta los 10^{-6} m, aproximadamente (frecuencia entre $3 \cdot 10^{11}$ y $3 \cdot 10^{14}$ Hz). Son emitidas por cuerpos calientes, como las brasas de una chimenea. Prácticamente la mitad de la energía radiada por el Sol corresponde a este tipo de radiación. (www.juntadeandalucia.es)

- **LUZ VISIBLE**

Se denomina así porque es la que nuestros ojos son capaces de captar. A este tipo de ondas es al que nos referimos comúnmente como «luz» y constituye la región más estrecha del espectro, pues abarca sólo las longitudes de onda comprendidas entre 10^{-6} m y 390 nm (frecuencias entre $3 \cdot 10^{14}$ y $7 \cdot 10^{14}$ Hz). Se subdivide, a su vez, en los famosos colores del arco iris: Rojo: 620 a 1000 nm; Naranja: 590 a 620 nm; Amarillo: 550 a 590 nm; Verde: 490 a 550 nm; Azul: 430 a

490 nm; Violeta: 390 a 430 nm. (www.juntadeandalucia.es)

Figura 05: Luz visible



Fuente: <https://www.bombillasytubos.com>

- **ULTRAVIOLETA (UV)**

Como su nombre indica, son las radiaciones que se encuentran “más allá del violeta”, con longitudes de onda que abarcan desde los 390 nm hasta 1 nm (frecuencias entre $7 \cdot 10^{14}$ y $3 \cdot 10^{17}$ Hz). Su energía es suficiente para romper enlaces químicos o producir ionizaciones. Es la responsable del tono moreno de nuestra piel al tomar el sol. Fueron descubiertos por Johann Ritter en 1881. (www.juntadeandalucia.es)

- **RAYOS X**

Sus longitudes de onda se encuentran comprendidas entre 1 nm y 10^{-11} m (frecuencias entre $3 \cdot 10^{17}$ y $3 \cdot 10^{19}$ Hz). Así pues, el tamaño de estas longitudes de onda es equiparable al de los átomos y a las distancias interatómicas en los cuerpos sólidos. Esto los ha convertido en instrumentos especialmente útiles en

cristalografía a la hora de determinar las disposiciones atómicas en un cristal por el método de difracción de rayos X, así como en medicina, donde se emplean en las radiografías. Su elevada energía los hace especialmente peligrosos, por lo que las dosis aplicadas en las radiografías se miden cuidadosamente. (www.juntadeandalucia.es)

- **RAYOS GAMMA (γ)**

Sus longitudes de onda van desde los 10^{-11} m, donde acaban los rayos X, hasta perderse en valores infinitesimales (frecuencias superiores a $3 \cdot 10^{19}$ Hz). En consecuencia, su frecuencia es elevadísima, así como su energía, lo que hace que sean muy peligrosos para cualquier forma de vida. Sin embargo, han encontrado curiosamente gran utilidad en la radioterapia para combatir las células cancerosas. Las pequeñísimas longitudes de onda hacen que, en este caso, la naturaleza corpuscular prevalezca sobre la ondulatoria. Se producen en el transcurso de las reacciones nucleares y sólo son absorbidos por el plomo o el hormigón a partir de cierto grosor. (www.juntadeandalucia.es)

2.2. Fuentes de Luz

2.2.1. Luz Natural

Es una fuente luminosa muy eficiente que cubre todo el espectro visible, que proporciona un rendimiento de colores perfecto, con variaciones de intensidad, color y distribución de luminancias, con una dirección variable de la mayor parte de la luz incidente.

La luz natural proviene de la naturaleza. El sol es la más importante fuente de luz y energía natural.

Una exposición moderada a la luz solar beneficia a los humanos, pues incrementa el nivel de energía y el metabolismo, impulsa el sistema inmune y ayuda a constituir la vitamina D.

La energía natural tiene el inconveniente de que no la podemos controlar. Es impredecible, depende de varios factores, como es el tiempo, la estación del año, el clima. (www.iluminadecora.com)

2.2.2. Luz Artificial

Es aquella fuente producida por el ser humano. La iluminación artificial modificó la vida de las personas permitiendo la realización de actividades que eran solamente posibles durante las horas diurnas. Las principales iluminaciones son las bombillas, lámparas, fluorescentes, Led.

Una de las ventajas de la luz artificial es que la podemos controlar a nuestra voluntad.

Con una adecuada iluminación (sea natural o artificial), las personas pueden rendir más, mantener su estado de alerta, mejorar su sueño, influye en su estado de ánimo y por tanto su bienestar.

En ausencia de luz natural utilizamos la luz artificial.

Con la luz artificial creamos un ambiente o atmosfera acentuado también una decoración. (www.iluminadecora.com)

2.3. EVOLUCIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES:

Las primeras fuentes luminosas empleadas por el hombre estuvieron basadas en alguna forma de combustión: el fuego, las antorchas, las velas, etc. Las lámparas más antiguas que se tienen noticias aparecieron en el antiguo Egipto hacia el año 3000 a. C. y consistían en piedras ahuecadas rellenas de aceite, con fibras de vegetales con mechas. Ya en la Edad Media, se fabricaban velas empleando sebo de origen animal. Más tarde, se reemplazó el sebo por cera de abejas o parafina. Las velas modernas pueden considerarse como la evolución de estas lámparas de grasa, pero su uso actual es casi por completo decorativo y ceremonial. (www.edutecne.utn.edu.ar)

Los griegos y romanos fabricaron lámparas de bronce o arcilla, con aceite de oliva u otros aceites vegetales como combustible. (www.edutecne.utn.edu.ar)

La evolución del diseño de estas lámparas condujo al agregado de elementos reflectores para mejorar el aprovechamiento de la luz producida. (www.edutecne.utn.edu.ar)

Con el correr del tiempo se introdujeron muchas mejoras en el diseño y la fabricación de estas lámparas, aunque sin lograr que produjeran luz de manera razonablemente eficiente hasta 1874, cuando el químico suizo Argand inventó una lámpara que usaba una mecha hueca para permitir que el aire alcanzara la llama, obteniendo así una luz más intensa. Luego, a la lámpara de Argand se le agregaría un cilindro de vidrio para proteger la llama y permitirle arder mejor. Con el advenimiento de la industria el petróleo, el kerosén se transformaría en el combustible más utilizado en este tipo de lámparas. (www.edutecne.utn.edu.ar)

Alrededor del año 1800, se hizo muy común resolver el alumbrado de calles con lámparas de gas, que funcionaban prescindiendo de la mecha. Estas lámparas producían luz mediante una llama abierta caracterizada por un parpadeo considerable. (www.edutecne.utn.edu.ar)

Hacia el final del siglo XIX y principio del siglo XX se inició el reemplazo de las lámparas de gas por la lámpara eléctrica. (www.edutecne.utn.edu.ar).

La primera lámpara eléctrica fue la lámpara de arco de carbón, presentada en 1801 por Humphrey Davy, aunque la luz eléctrica sólo se impondría a partir del desarrollo de la lámpara incandescente por Joseph Swan (Inglaterra) y Tomás A. Edison (EE.UU.) trabajando independientemente. Edison patentó su invención en 1879, transformándola posteriormente en el éxito comercial que aún perdura. (www.edutecne.utn.edu.ar)

La cantidad de fuentes luminosas de diversos tipos se ha visto enormemente incrementada durante el siglo XX, considerando las mejoras introducidas a la lámpara de Edison, la aparición de las lámparas de vapor de mercurio alrededor de 1930, la presentación de las lámparas fluorescente en 1939, la introducción de las lámparas de tungsteno halógeno alrededor de 1950, la aparición de las lámparas de sodio de alta presión y las de halogenuros metálicos en los años 1960, la introducción de las lámparas fluorescentes compactas en la década de 1970 hasta el surgimiento de las lámparas sin electrodos en los 1990. (www.edutecne.utn.edu.ar)

Figura 06: Evolución de las fuentes luminosas

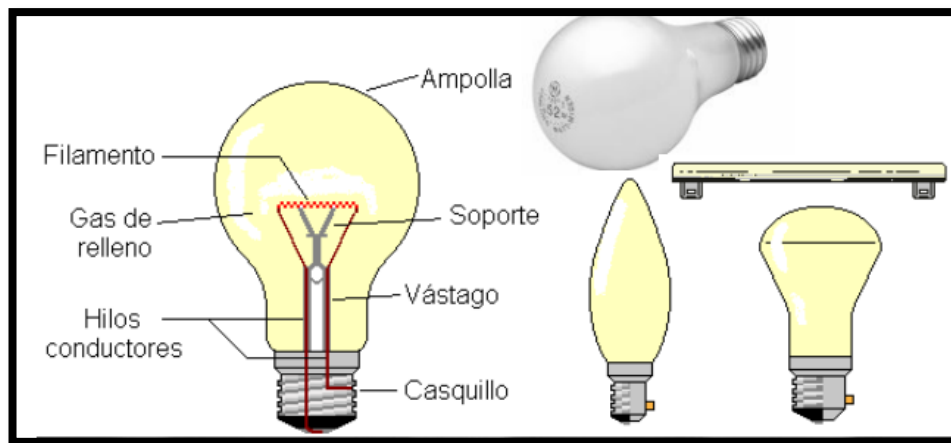


Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Lámpara incandescente**

Son lámparas cuya luz es generada al pasar una corriente eléctrica por un filamento (Tungsteno o wolframio) que se calienta por efecto joule alcanzando temperaturas tan elevadas que empieza a emitir luz visible. Para evitar que el filamento haga combustión en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha sellado al vacío o se ha rellenado con un gas, el rendimiento de este tipo de lámpara es bajo puesto que la mayor parte de su energía se convierte en calor. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 07: Lámpara incandescente



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Filamento:** El utilizado en las lámparas modernas está hecho de wolframio (alto punto de fusión y bajo grado de evaporación) o tungsteno. Se logró mayor eficiencia lumínica enrollado el filamento en forma de espiral. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)
- **Ampolla:** Es una cubierta de vidrio sellado que encierra al filamento y evita que tome contacto con el aire exterior (para que no se queme). Los vidrios más utilizados para la ampolla son el vidrio cal-soda y para temperaturas más altas se utiliza Dioxido de Silicio fundido (cuarzo). (clasesiluminacion.files.wordpress.com)
- **Gas de relleno:** La evaporación del filamento se reduce relleno la

ampolla con gas inerte. Los gases que comúnmente se utilizan con argón y nitrógeno, la presión del gas es aproximadamente 0.9 atmosferas en frío y hasta 1.5 atmosferas cuando están en funcionamiento. (clasesiluminacion.files.wordpress.com).

- **Casquillo:** El casquillo cumple 2 importantes funciones en la lámpara. Por un lado, sirve para conectar el filamento a la corriente eléctrica proveniente del portalámparas. Y por el otro, permite la sujeción de la lámpara a la luminaria evitando su deterioro. En su fabricación se usan habitualmente el latón, el aluminio o el níquel. Los casquillos empleados en alumbrado general son de 2 tipos: Edison (E) y Bayoneta (B). para su nomenclatura se utiliza la inicial de la clase seguida del diámetro en milímetros. Por ejemplo, E25 quiere decir que tenemos una lámpara con casquillo Edison de 25 mm de diámetro. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Soporte para el filamento:** El filamento está fijado a la lámpara por un conjunto de elementos que tienen misiones de sujeción y conducción de la electricidad. Los hilos conductores transportan la electricidad desde el casquillo a los hilos de soporte a través del vástago. Para evitar el deterioro de las varillas de soporte es necesario un material, normalmente se usa el molibdeno, que aguante las altas temperaturas y no reaccione químicamente con el tungsteno del filamento. El vástago es de vidrio con plomo, un material con excelentes propiedades de aislante eléctrico, que mantiene separada la corriente de los conductores que lo atraviesan. Además, gracias a su interior hueco sirve para hacer el vacío en la ampolla y rellenarla de gas (cuando se requiera). (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Estas lámparas tienen la ventaja de que se conectan directamente a la red, no necesitando ningún equipo auxiliar para su funcionamiento.

Los factores externos que afectan al funcionamiento de este tipo de lámparas son la temperatura del entorno donde esté situada la lámpara y las desviaciones en la tensión nominal en los bornes. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

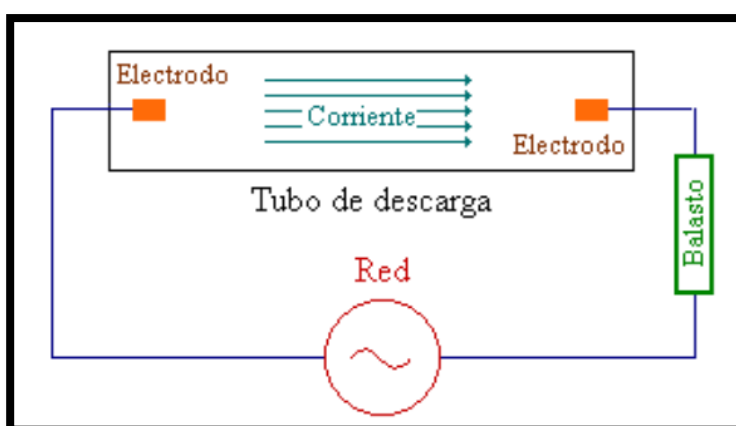
Lámparas halógenas: La alta temperatura del filamento de una lámpara incandescente normal causa que las partículas de wolframio halógeno. A diferencia del vapor de wolframio, se mantiene en forma de gas, siendo la temperatura de la ampolla suficientemente elevada como para prevenir la condensación- Cuando dicho gas se acerca al filamento incandescente, se descompone debido a la elevada temperatura en wolframio, que se vuelve a depositar en el filamento, y en halógeno, que continúa con su tarea dentro del ciclo regenerativo. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Lámparas de descarga: La luz emitida se consigue por una excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre 2 electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas cada una de ellas con sus propias características luminosas. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre 2 electrodos situados en el bulbo lleno con un gas o vapor ionizado.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 08: Lámpara de descarga



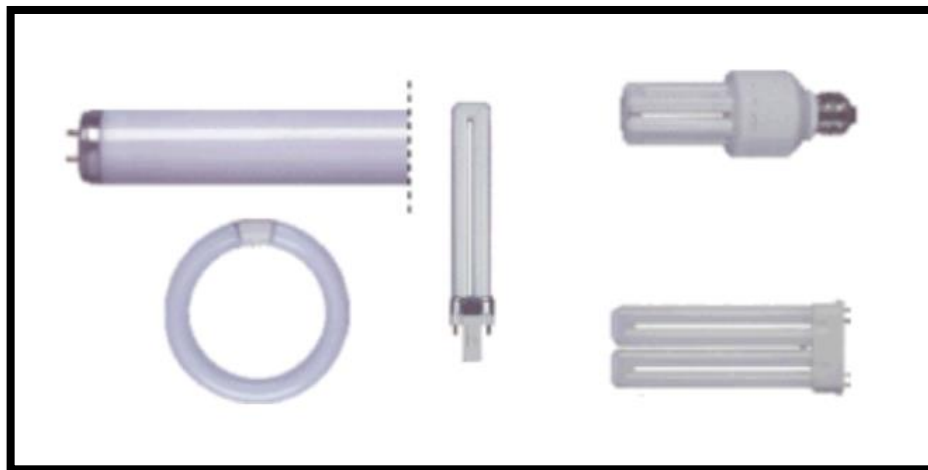
Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Lámparas fluorescentes**

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa) donde se logra el mayor rendimiento de la lámpara. En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7nm. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

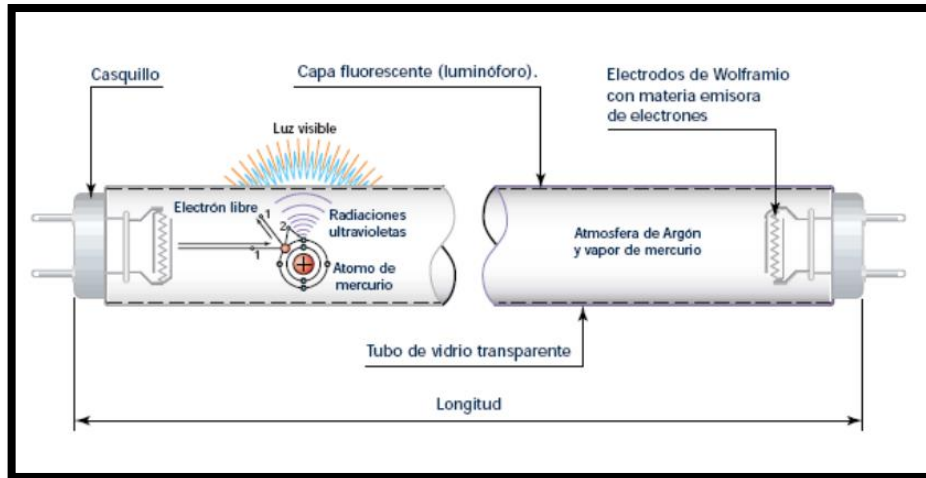
Están formadas por un tubo de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. Los diámetros más comunes son 5/8 pulgadas (16 mm); 1 pulgada (26 mm) y 1 ½ pulgada (38 mm). Las longitudes más comunes son 2 ft (600 mm), 4 ft (1200 mm) y 5 ft (1500 mm). El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte (comúnmente Argón y Kriptón) que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 09: Lámpara fluorescente



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

Figura 10: Partes de la lámpara fluorescente



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

La ampolla de la lámpara fluorescente está hecha de vidrio cal-soda suavizado con óxido de hierro para controlar la transmisión ultravioleta de onda corta.

Las lámparas fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balastro y para el encendido existen varias posibilidades que se pueden resumir en arranque con cebador o sin él. El cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

TIPOS DE FLUORESCENTES

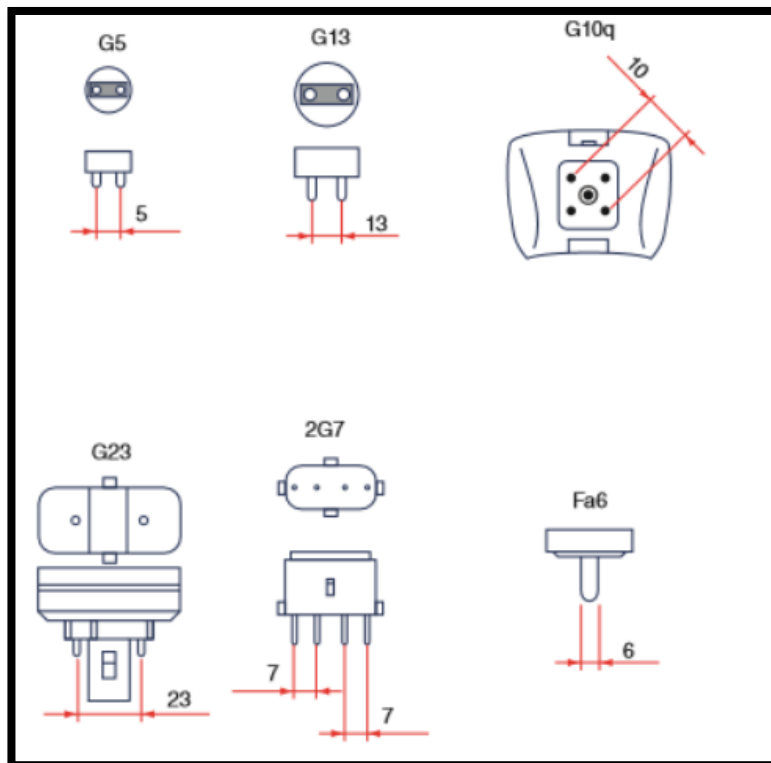
- **Lámparas de electrodos precalentados:** Es la más común de las lámparas con alimentación de red de 220/240 V, necesitan un circuito de precalentamiento para los electrodos y una descarga luminiscente o encendido electrónico. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)
- **Standard (TL) (T12):** Es el fluorescente tubular básico con un diámetro de 38 mm (T12) disponible desde 20 w a 125 w. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Retrofit (TLD):** Son lámparas de 26 mm de diámetro las cuales reemplazan a las TL12 (38 mm) con aproximadamente el mismo flujo luminoso, las potencias de dicha oscilan entre 15 w y 70 w. (clasesiluminacion.files.wordpress.com)
- **Tldhf:** Operan con balastos electrónicos de alta frecuencia HF (hi-frecuency) las potencias de dichas lámparas varían entre 16w a 50w.
- **Miniatura tl (TL5):** Poseen diámetro de 16 mm las potencias varían entre 40w y 13w.
- **TLK (Alto rendimiento):** Poseen mayor flujo luminoso las potencias varían entre 40w y 215w.
- **TLE:** Lámparas fluorescentes circulares.
- **TLU:** Lámparas fluorescentes en forma de U.
- **TLF:** Lámparas fluorescentes reflectoras, poseen una capa reflectora blanca debajo de la capa fluorescente.
- **RS:** Lámparas de encendido rápido. Utilizadas en circuitos sin arrancador.
- **FC:** Fluorescentes Compactas, han sido desarrolladas para ser utilizadas en las aplicaciones que correspondan a las lámparas incandescentes. Tienen muy buena eficiencia (eficacia) y buena producción de los colores de bajo color y larga vida útil (8000 horas). (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

El rendimiento de una lámpara fluorescente es máximo cuando opera a 25 °C sin ventilación forzada, a una temperatura menor de 15°C el rendimiento disminuye rápidamente, igualmente a temperaturas mayores a los 25°C pero con menor velocidad.

La eficiencia lumínica de una lámpara fluorescente dependerá de la temperatura ambiente al igual que la frecuencia y el voltaje de funcionamiento. La depreciación de flujo luminoso durante la vida útil de lámpara después de las 8000 horas aproximadamente tendrá de un 70 a 90 % del valor inicial ya que los polvos fluorescentes se tornan lentamente menos efectivos. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 11: Casquillos de lámparas fluorescentes



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

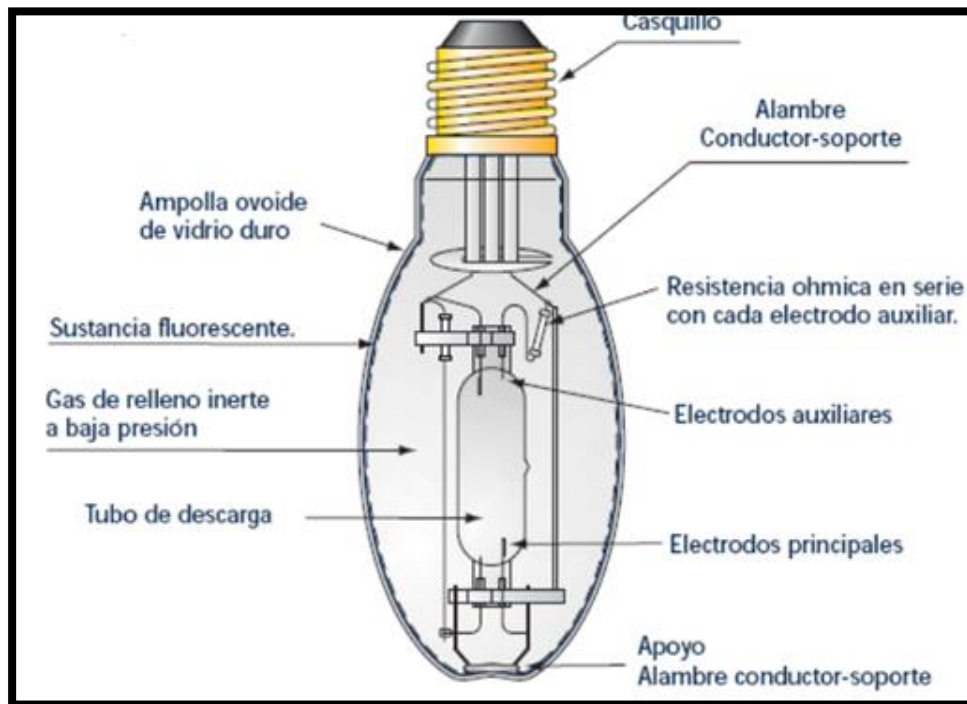
- **LAMPARAS DE MERCURIO DE ALTA PRESION**

La producción de la luz es realizada a través del principio de luminiscencia obtenida por la descarga eléctrica de mercurio gasificado. En estas lámparas la descarga se produce un tubo de descarga de cuarzo que contiene una pequeña cantidad de mercurio a alta presión y un relleno de gas inerte, generalmente argón, para ayudar al encendido. Una parte de la radiación de la descarga ocurre en la región visible del espectro como luz, pero una parte se emite también radiaciones ultravioletas. Cubriendo la superficie interna de la ampolla exterior, en

la cual se encuentra en el tubo de descarga, con un polvo fluorescente se convierte esta radiación ultravioleta en radiación visible.

(www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 12: Lámpara de Mercurio de Alta Presión



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Tubo de descarga y soporte:** El tubo de descarga está hecho de cuarzo, posee la capacidad de soportar las temperaturas de trabajo, se mantiene fijo por medio de un soporte de alambre también cumple con la función de conexión eléctrica principal y el electrodo auxiliar. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)
- **Electrodos:** Cada electrodo principal se compone de una varilla de wolframio o tungsteno, cuyo extremo se encuentra revestido por una serpentina de wolframio impregnado con un material que favorece la emisión de electrones. El electrodo auxiliar es simplemente un trozo de alambre de molibdeno o wolframio colocado cerca de uno de los electrodos principales y conectado al otro mediante una resistencia de 25 kΩ. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Ampolla exterior:** Para lámparas de hasta 125 W de potencia, la ampolla exterior puede ser de vidrio de cal-soda. Sin embargo, las lámparas de potencia mayores se fabrican, generalmente, con vidrio duro borosilicato, ya que puede soportar temperaturas de trabajos mayores y golpes térmicos. La ampolla exterior, que normalmente contiene un gas inerte (argón o una mezcla de argón y nitrógeno) a una presión de 16 kpa, protege al tubo de descarga de cambios en la temperatura ambiente y protege de corrosión a los componentes de la lámpara. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Revestimiento de la ampolla:** En la mayoría de las lámparas de mercurio de alta presión, la superficie interna de la ampolla exterior está cubierta por fosforo blanco para mejorar la reproducción de color de la lámpara y para aumentar el flujo luminoso. El fosforo convierte una gran parte de la energía ultravioleta radiada por la descarga en la radiación visible. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Gas de relleno:** El tubo de descarga está relleno de un gas inerte (argón) y una dosis precisa de mercurio destilado. El primero es necesario para ayudar a originar la descarga y para asegurar una vida razonable para los electrodos de emisión recubiertos. La ampolla exterior está rellena de argón o una mezcla de argón y nitrógeno a presión atmosférica. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Estas lámparas precisan un equipo auxiliar que normalmente es un balastro con resistencia inductiva o transformador de campo de dispersión, además de un condensador de compensación. Cuando la lámpara se acaba, no volverá a arrancar hasta que se haya enfriado lo suficiente para bajar la presión del vapor al punto donde el arco volverá a encender. Este periodo es unos cinco minutos.

La luz emitida por dicha lámpara es de color azul verdoso, característico de la alta presión del mercurio. El rendimiento luminoso va depender de la presión del vapor y de la intensidad de la corriente del arco.

Pertenece a la clasificación conocida con el nombre de Lámpara de Descarga de Alta Intensidad Lumínica HID (High Intensity Discharge). Presentan un voltaje de arranque de aproximadamente 180 – 190 voltios por lo que pueden conectarse a redes de 208-220 voltios. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

El principio de funcionamiento de esta lámpara consiste en tres fases:

Ignición: Se logra por medio de un electrodo auxiliar o de arranque ubicado muy cerca del electrodo principal a través de un resistor de alto valor (25 kW Ω). Cuando se enciende la lámpara un gradiente de alto voltaje ocurre en los electrodos principales y de arranque, e ioniza el gas en forma de descarga luminiscente luego se expande por todo el tubo de descarga bajo la influencia del campo eléctrico entre los dos electrodos principales. Cuando la descarga alcanza al electrodo más distante, la corriente aumenta en forma considerable lo cual produce una descarga de arco, sin que el electrodo auxiliar desempeñe otra función en el proceso a causa de la alta resistencia en serie con el mismo.

En esta fase o etapa la lámpara funciona como una lámpara de descarga de baja presión (semejante a la fluorescente). La descarga se produce por todo el tubo y tiene una apariencia azulada. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com).

Encendido: Habiéndose producido la ionización del gas la lámpara no ofrece la máxima producción de luz, hasta que el mercurio este completamente vaporizado, lo cual ocurre en un tiempo determinado denominado tiempo de encendido, que se define como el tiempo necesario desde el momento de la ignición para alcanzar un 80% de emisión de luz (aproximadamente 4 minutos). Cuando se produce la descarga se genera un aumento de temperatura en el tubo de descarga lo cual genera la vaporización gradual del mercurio aumentando la presión del vapor de mercurio, el arco logra un punto de estabilización a una presión de vapor que oscila entre 2x10⁵ a 15x10⁵ pascal (2 a 15 atmosferas) entonces todo el mercurio se vaporiza y la luz emitida se va tornando más blanca. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Estabilización: Se utiliza un balasto adecuado para estabilizar el flujo de corriente. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

- **Lámparas de luz mixta o luz de mezcla**

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. El control de la intensidad de corriente se consigue mediante una resistencia en forma de filamento de tungsteno colocado en su interior, contribuyendo además a la emisión luminosa. La eficacia de estas lámparas es del orden de 25 Lm/W., y tienen una depreciación del flujo luminoso muy pequeña. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

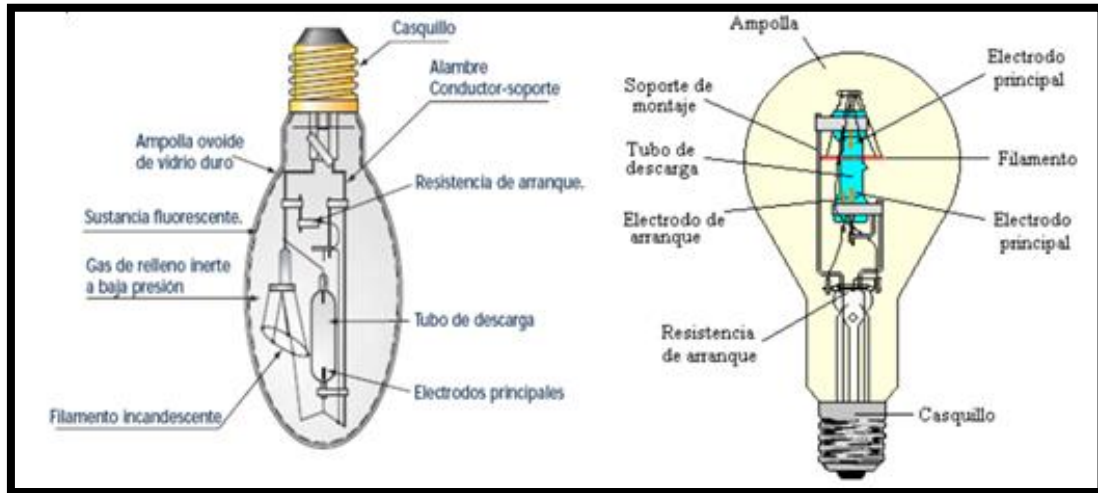
Es importante resaltar en estas lámparas que, durante el periodo de arranque, el exceso de tensión no absorbido por el tubo de descarga sobrecarga considerablemente el filamento, motivo por el que la vida media se ve en gran medida afectada por el número de encendidos, el gas de relleno está compuesto de argón pero con un porcentaje agregado de nitrógeno para evitar el arco en el filamento. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

La ignición y el encendido de una lámpara de luz de mezcla o luz mixta son iguales a los de las lámparas normales de mercurio a alta presión, pero la distribución del flujo luminoso total en el tiempo de encendido es completamente diferente. Inmediatamente después del encendido la tensión del arco del tubo de descarga es bajo, aproximadamente 30v mientras la tensión en el filamento es de aproximadamente 190v en este momento el filamento emite una considerable cantidad de luz mientras que la luz que emite el tubo de descarga es muy baja. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Durante el periodo de encendido que es aproximadamente 3 minutos, la tensión de arco aumenta gradualmente aumentando el flujo luminoso en el tubo de descarga, mientras la tensión y el flujo luminosos en el filamento disminuye, cuando se estabiliza la tensión el flujo luminoso en el tubo de descarga es el doble que la que tiene el filamento. La eficiencia de este tipo de lámparas oscila

entre 11 lm/w y 26 lm/w dependiendo de la potencia de la lámpara. El tiempo de reencendido es de 5 y 10 minutos, no puede ser dimerizada. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 13: Lámpara Mixta



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Lámparas de vapor de sodio a baja presión**

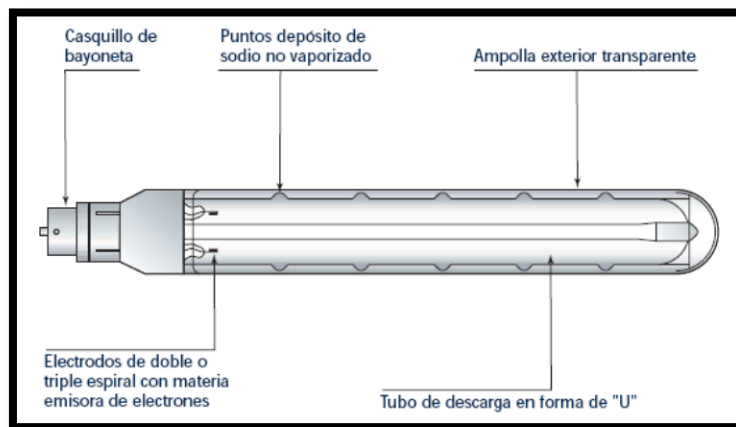
La radiación emitida es de color amarillo. El tubo de descarga de una lámpara de sodio de baja presión es en general, en forma de U y está contenido en una cubierta exterior de vidrio tubular vacío, con capa de óxido de indio en la superficie interna. El vacío, junto con la capa, ayuda a mantener la pared del tubo de descarga a una temperatura de trabajo adecuada. Estas medidas son necesarias para que el sodio al condensarse se deposite en las hendiduras del vidrio y se evapore con una pérdida mínima de calor; debido a eso, se logra la mayor eficiencia luminosa posible. El gas neón presente dentro de la lámpara, sirve para iniciar la descarga y para desarrollar el calor suficiente como para vaporizar el sodio. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

La lámpara alcanza su flujo luminoso establecido en aproximadamente diez minutos. Volverá a arrancar de forma inmediata en caso de que el suministro de alimentación se interrumpa momentáneamente, ya que la presión de vapor es bastante baja y el voltaje aplicado es suficiente como para restablecer el arco.

Posee una eficiencia luminosa de hasta 200 lm/w, se aplica donde la reproducción de color no es de gran importancia, pero si el reconocimiento del contraste como, por ejemplo: autopistas, puertos, playas. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Todas las lámparas de sodio a baja presión, de terminal simple, se componen de un casquillo tipo bayoneta BY22 la ventaja que posee el accesorio bayoneta sobre el roscado es que permite la precisa posición del tubo de descarga. Cuando se enciende la lámpara posee la apariencia de un color rojizo, a medida que se calienta se modifica de forma gradual alrededor de 10 minutos en un color amarillento. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 14: Lámpara de Mercurio de Baja Presión



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Lámparas de vapor de sodio a alta presión**

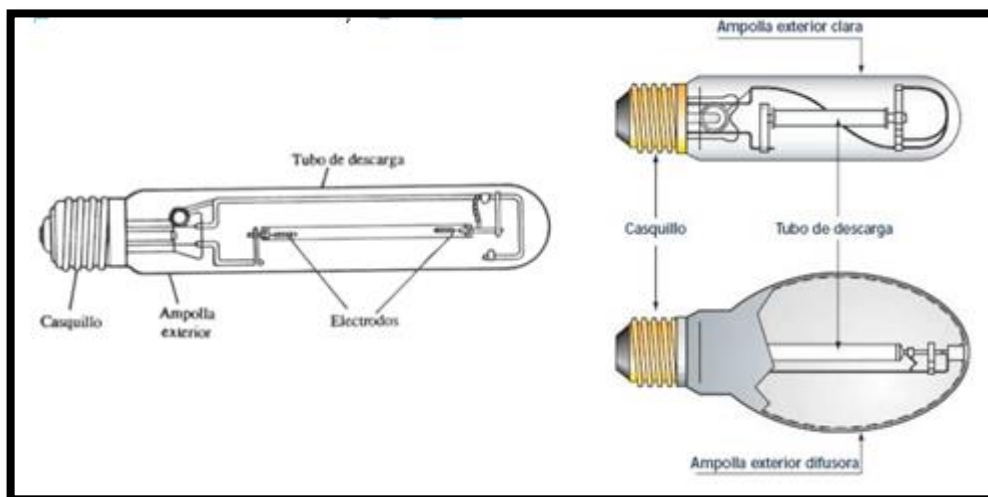
Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha

hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Getter: Es un elemento de la lámpara cuya función es reducir la migración del sodio y conseguir un mejor mantenimiento del flujo luminoso se puede conseguir de diferentes materiales antiguamente era de Bario que no absorbe todas las impurezas del vacío del interior de la lámpara lo cual incide en la confiabilidad de esta. El nuevo material del getter es una mezcla de Zincronio-Aluminio que es mucho más eficaz al eliminar las impurezas del vacío lo cual se traduce en menor facilidad para la migración del Sodio dando como resultado un excelente mantenimiento del flujo luminoso. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 15: Lámpara de vapor de Sodio de Alta Presión



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

- **Lámparas Led**

Tecnología en iluminación SSL (solid state lighting) o LED hace referencia al hecho de que la luz en un LED es emitida por un objeto sólido, en lugar de un gas como es el caso de los tubos fluorescente o lámparas de descarga de alta intensidad. LED viene de las siglas en inglés Lighting Emiting Diode (diodo emisor de Luz).

El LED es un diodo semiconductor que al ser atravesado por una corriente eléctrica emite luz. La longitud de onda de la luz emitida y por tanto el color depende básicamente de la composición química del material semiconductor utilizado. Cuando la corriente atraviesa el diodo se libera energía en forma de fotón. La luz emitida puede ser visible, infrarroja o casi ultravioleta.

Los LED's se producen a partir de una variedad de químicos semiconductores. Los diodos consisten de dos capas de cristal, cada una formada por dos o tres elementos. Las combinaciones más comunes incluyen InGaP (Indio Galio Aluminio Fosforo), AlGaAs (Arsenio de galio y aluminio) AlGaAsP (Fosforo de aluminio y galio), InGaN (Nitruro de Indio y Galio), con una variedad de otras combinaciones que se utilizan para aplicaciones especiales. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

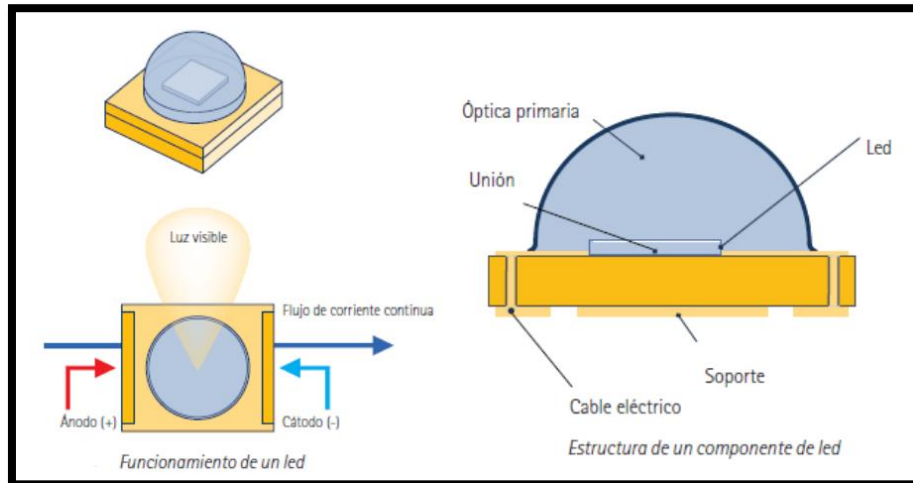
En los LED's, un bajo voltaje de corriente continua (CC) circula a través de dos capas de material semiconductor. Esto resulta en la generación de fotones de luz de un reducido rango de frecuencias. El color de la luz depende del material semiconductor utilizado y del tipo de dopante (impurezas) que se agregue. El semiconductor se aloja en una caja epoxi, que es un polímero termoestable que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador o endurecedor, que además funciona como un sistema óptico (lente), que enfoca la luz producida. Para uso con la red de suministro eléctrico, se necesitan controladores electrónicos y convertidores de voltaje. El nivel de innovación tecnológica y de ingeniería involucrada en los LEDs modernos es mucho mayor que en las fuentes convencionales de luz.

Todos los diodos son unidireccionales: solo se produce luz cuando pasa corriente continua en el sentido "correcto", es decir, del ánodo (polo positivo) al cátodo (polo negativo).

La combinación de un Led (semiconductor), una carcasa y una óptica primaria es lo que se conoce como un componente Led. Este componente Led cubre y lo protege, garantiza la disipación del calor generado internamente e incluye un sistema de óptica primaria, es decir, una pequeña lente que recoge y

emite la luz generada por el Led en un patrón definido.
(www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 16: Lámpara LED

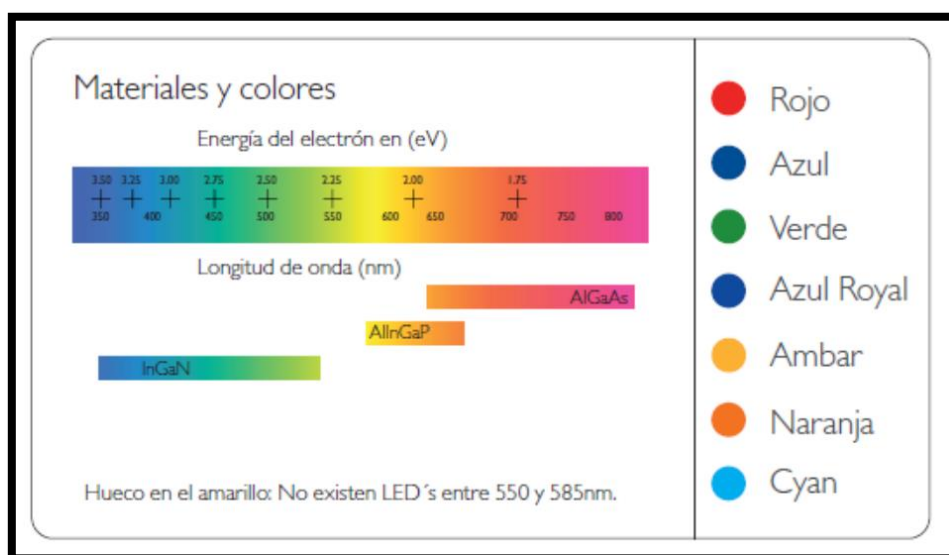


Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

El Led luz monocromática. El color de la luz depende de los materiales empleados para producirla. Se puede generar luz Led en todos los colores saturados del espectro visible, desde el violeta y el azul hasta el rojo, pasando por el verde.

Los LED's convencionales están realizados sobre la base de una gran variedad de materiales semiconductores inorgánicos produciendo los siguientes Colores:

Figura 17: Colores LED



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

➤ ¿Cómo generamos luz blanca?

Puesto que la luz que obtenemos de un LED es monocromática, es decir, una vez fabricado el chip solo emiten en un determinado color de los anteriormente citados, una pregunta interesante sin duda es: ¿cómo podemos producir con un LED luz blanca y de buena reproducción de color? Se puede hacer mediante dos métodos, la mezcla de la luz de tres chips: un chip azul, otro verde y otro rojo o mediante la combinación de un chip azul o ultravioleta y fósforos como se hace con el principio de la fluorescencia. El primer caso rara vez se usa para producir un LED blanco, aunque si se hace para realizar juegos de colores, puesto que regulando la intensidad de cada uno de ellos podemos pasar por todo el espectro de colores. Mediante el segundo caso podemos obtener luz blanca fría o cálida en función de los fósforos que utilicemos. Si usamos LED azul con fósforos amarillos, tendremos un LED blanco frío y relativamente de buena reproducción cromática. Ra sobre 70. En el caso de usar fósforo rojos y verdes junto al chip azul podemos obtener un LED blanco cálido de mejor reproducción cromática, Ra > 80. Para obtener luz blanca de un único LED, se usa un fósforo combinado con un LED azul o UV. Hay una gran variedad de fósforos disponibles. Comúnmente, estos son compuestos de tierras raras o metales de transición. El fósforo generalmente está incrustado en la cubierta.

(www.clasesiluminacion.files.wordpress.com). Las fuentes luminosas led se aplican de distintas formas. De acuerdo con la norma internacional CEI 62504/CIE TC 2-66 (“LED y módulos LED. Términos y definiciones”), se puede distinguir entre los siguientes niveles de integración:

Paquete Led o componente LED.

Componente individual que consistente en uno o más chips Led, con o sin óptica e interfaces térmicas, mecánicas o eléctricas

- **Módulo LED:** Un módulo Led está formado por varios componentes Led montados sobre una placa de circuito impreso, con o sin electrónica integrada.
- **lámparas LED:** Se trata de un módulo Led unido a un casquillo de lámpara.
- **“LED light engine”:** Consiste en un módulo o lámpara Led al que se acopla un driver y que puede conectarse directamente a la tensión de red.

La vida útil de los Leds depende en gran medida de las condiciones de uso específicas; entre ellas, las más importantes son la potencia y la temperatura interna (y, por consiguiente, la temperatura ambiente). Hoy en día, a un Led de calidad se le presupone una vida útil de 50 000 horas. Se entiende que este es el periodo en el que el flujo luminoso cae hasta el 70% de su valor inicial. Esta vida útil es alcanzable siempre y cuando el LED se emplee dentro de sus límites de temperatura establecidos (normalmente entre 80 y 85 °C). Si se emplean los Leds y el diseño adecuados, esta cifra puede ser considerablemente mayor.

Al determinar la vida útil de un Led es preciso distinguir entre fallo paramétrico (deterioro del rendimiento luminoso) y fallo catastrófico (el Led no emite luz). Cuando los fabricantes hablan de una vida útil L70 se refieren al tiempo en el que un porcentaje específico del Led disminuye al 70% de su flujo luminoso inicial. Este porcentaje se indica con la letra “B”; así, por ejemplo, B50 indica un 50%. No obstante, al determinar la vida útil, no se tienen en cuenta los

Leds que pueden fallar, que se retiran de la prueba. Sin embargo, a los usuarios les importan los Leds defectuosos. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com). Cuando se determina la vida útil teniendo en cuenta los Led's que fallan, se hace referencia a una vida útil F, que normalmente será inferior a la vida útil B. Por ejemplo, L70F10 indica el periodo en el que un 10% disminuye a menos del 70% del flujo luminoso inicial o falla por cualquier motivo.

Las normas y recomendaciones internacionales promoverán cada vez más e incluso terminarán por imponer la definición F para la vida útil de los Leds. Algunos fabricantes no especifican para sus luminarias un valor L70/B50 por la sencilla razón de que este valor no es aplicable a los estudios de iluminación. Nuestro punto de partida es una especificación de horas de funcionamiento (específica de cada proyecto) a partir de la cual calculamos el mantenimiento de lúmenes. En las aplicaciones de oficina e industriales, los valores estándar son 25.000 y 50.000 horas de funcionamiento, respectivamente.

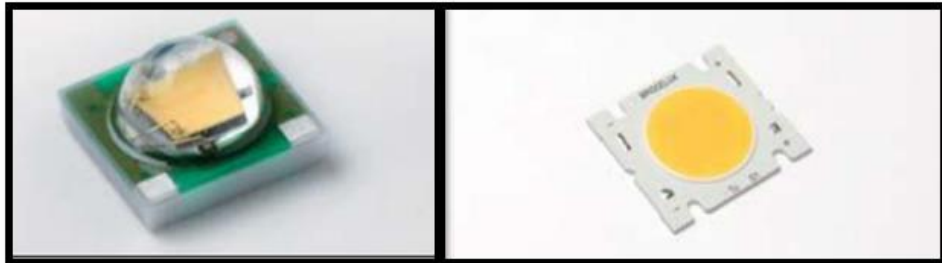
Los Leds son sensibles a las tensiones térmicas cíclicas y a las influencias químicas y electrostáticas. Por eso, los circuitos Led solo deben tocarse con la protección de una conexión a tierra adecuada. Debe evitarse la conexión directa de Led con un cable conductor. Una subida de tensión puede destruir por completo un Led.

Actualmente la iluminación LED en blanco frío con una temperatura de color de 5000 K (grados Kelvin) alcanza más de 160 lm/W en las condiciones de referencia. Los Leds con temperaturas de color inferiores de entre 2700 y 4000 K (los que se utilizan mayoritariamente en soluciones de iluminación en Europa) suelen tener una menor eficiencia. Para estas temperaturas de color, actualmente se encuentran disponibles eficiencias de 120 lm/W y superiores.

Los Leds con una temperatura de color más alta, y por tanto con una luz más fría, ofrecen un nivel de eficiencia superior que los mismos Leds con temperaturas de color más bajas. El material luminiscente utilizado para crear el blanco cálido contiene más rojo y el rendimiento de este componente rojo es inferior al del amarillo. Por eso, el rendimiento general del Led es menor. Este

fenómeno cesa a 5000 K. A temperaturas de color más altas no se observa ningún incremento adicional. Por tanto, en la actualidad, 5000 K es la temperatura de color más eficiente. (www.clasesiluminacion.files.wordpress.com)

Figura 18: Iluminación LED



Fuente: www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

2.4. MEDIDAS Y UNIDADES:

2.4.1. Flujo luminoso

Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa como:

Potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que humano es sensible, se mide en Lumen (Lm). (aducarte.weebly.com)

$$\Phi = \text{Flujo luminoso (lumen)}$$

Figura 19: Flujo luminoso



Fuente: www.ingenieriaindustrialonline.com

2.4.2. Eficiencia luminosa

Se expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía radiante visible. (aducarte.weebly.com)

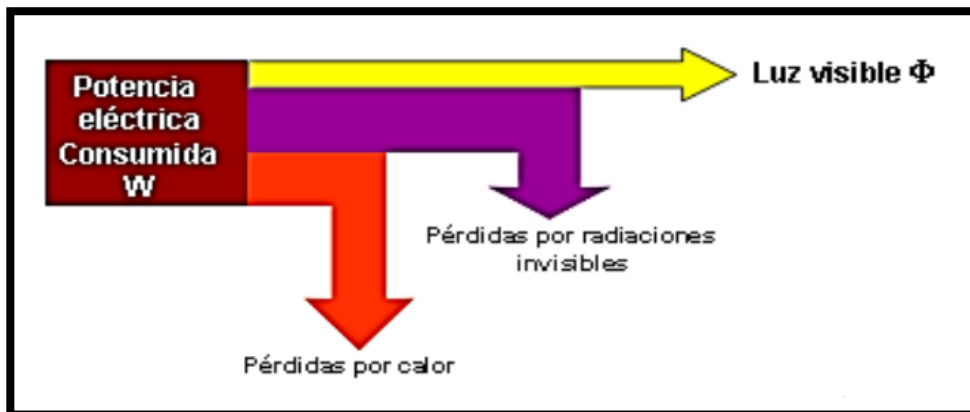
$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (1)$$

η = *eficiencia luminosa*

P = *Potencia eléctrica*

Φ = *Flujo luminoso*

Figura 20: Diagrama de flujo de la Potencia eléctrica consumida



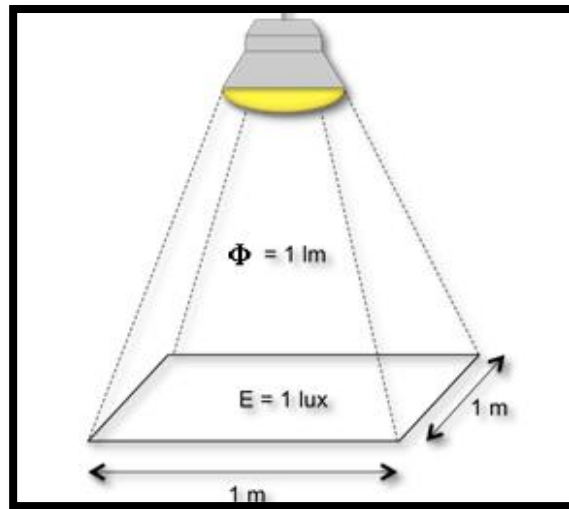
Fuente: www.aducarte.weebly.com

2.4.3. Iluminancia

Iluminancia o iluminación se define como el flujo luminoso incidente por unidad de superficie. Su unidad es el lux.

El lux se puede definir como la iluminación de una superficie de 1 m² cuando sobre ella incide, uniformemente repartido un flujo luminoso de 1 lumen. (aducarte.weebly.com)

Figura 21: Iluminancia o iluminación



Fuente: www.grlum.dpe.upc.edu

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

(2)

Φ = Flujo luminoso que llega a la superficie (Lm)

S = Superficie o área a iluminar (m^2)

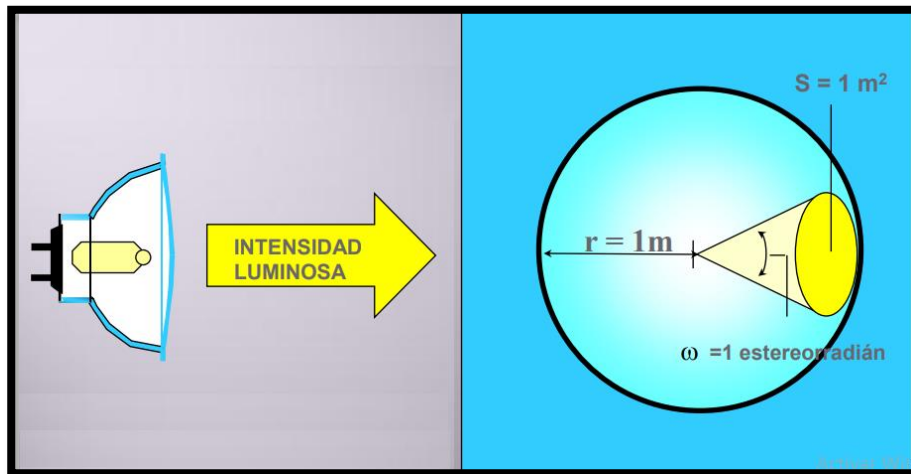
E = Iluminación en la superficie S (lux)

2.4.4. Intensidad luminosa

El flujo luminoso nos da la cantidad de luz que emite una fuente de luz en todas las direcciones del espacio. Para saber si el flujo que se distribuye en cada dirección del espacio definimos la intensidad luminosa.

La intensidad luminosa de una fuente de luz en una dirección dada, es la relación que existe entre el flujo contenido en un ángulo sólido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada, y el valor de dicho ángulo sólido expresado en estereorradianes. Su unidad es la candela (Cd).

Figura 22: Intensidad luminosa



Fuente: Propia

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (3)$$

Φ = Flujo luminoso que llega a la superficie (Lm)

ω = Angulo solido (sr)

I = Intensidad luminosa (Cd)

2.4.5. Luminancia

Intensidad luminosa reflejada por una superficie. Su valor se obtiene dividiendo la intensidad luminosa por la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su unidad es la candela/m². (www.aducarte.weebly.com)

$$L = \frac{I}{S} \quad (4)$$

I = Intensidad luminosa reflejada

S = Superficie o área refleja

L = Luminancia o brillo

Tabla 01: Iluminancias para ambientes al interior

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Oficinas</u>		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
<u>Centros de enseñanza</u>		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B
<u>Edificios Públicos</u>		
Salas de cine	150	B – C
Salas de conciertos y teatros	200	B – C
Museos y galerías de arte	300	B – C
Iglesias		
- nave central	100	B – C
- altar y púlpito	300	B – C

Fuente: normativa técnica EM.010

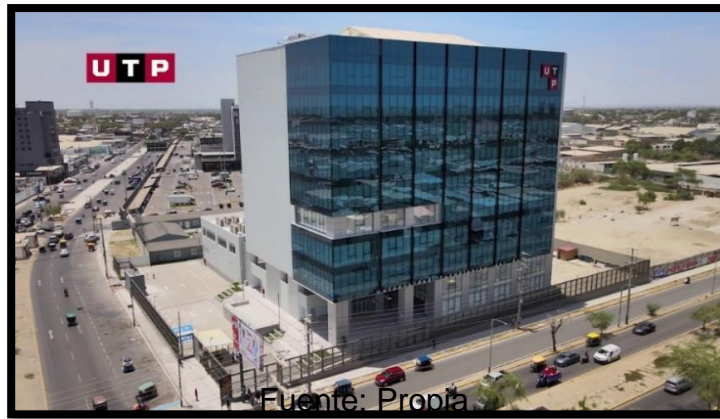
2.5. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN:

En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: centros de enseñanza, Comerciales, Oficinas, Locales de Espectáculos, Aeropuertos, Puertos, Estaciones de Transporte Terrestre y Similares, Locales Deportivos, Fábricas y Talleres, Hospitales, Centros de Salud, Postas Médicas y Afines, Laboratorios, Museos y afines.

2.6. Software DIALUX – EVO:

DIALux es un software de diseño para la creación de proyectos de iluminación. Permite documentar los resultados obtenidos por medio de visualizaciones fotorrealistas, e incluye librerías de todos los fabricantes líderes a nivel mundial entre ellos esta PHILIPS (fabricante conocido en Perú). También se puede utilizar para cálculos de lúmenes. Toma como base los datos CAD de otros programas arquitectónicos. Realiza el cálculo energético de los sistemas de iluminación para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes a nivel nacional e internacional.

Figura 23: UTP - Piura (Universidad a analizar su diseño lumínico)



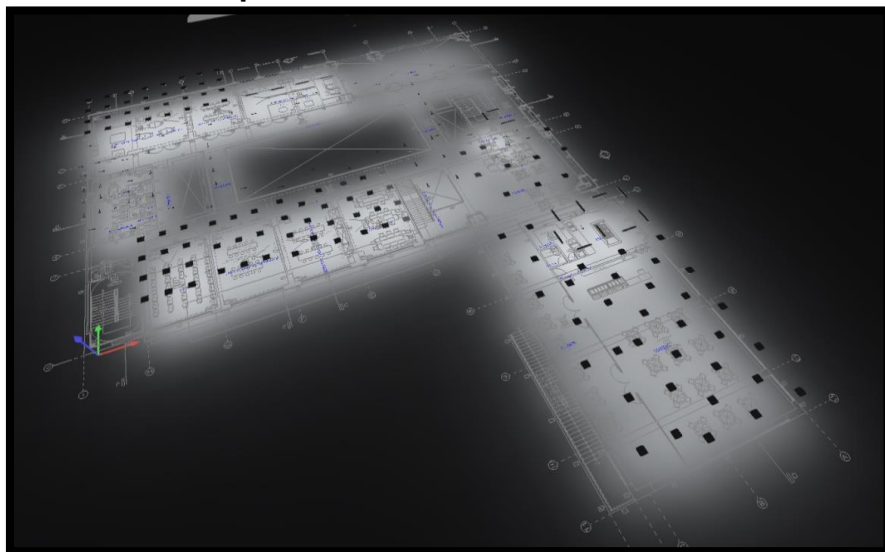
Fuente: Propia

Figura 24: Piso 1 del plano de UTP – Visualización Fotorrealista



Fuente: Propia

Figura 25: Piso 2 del plano de UTP – Visualización Fotorrealista



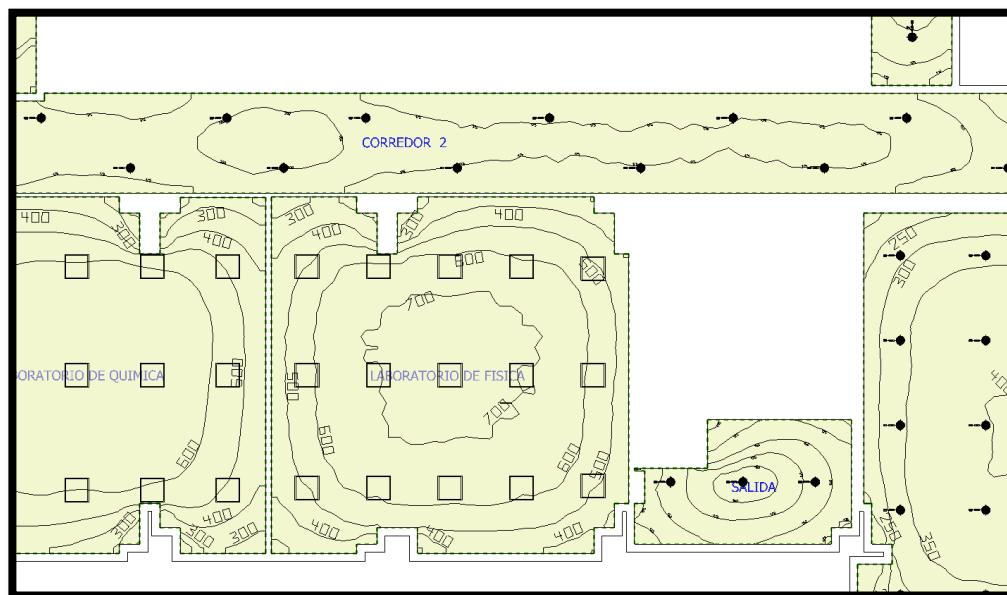
Fuente: Propia

Para la utilización de este Software se utilizó parámetros nacionales (Perú) que se encuentran en la norma técnica EM.10 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES del reglamento nacional de edificaciones donde se encuentran las tablas de valores con la cantidad de lúmenes necesarios requeridos en cada área.

El software DIALux Evo es uno de los métodos más prácticos, sencillos, exactos que utilizan ingenieros Eléctricos en el sector construcción para sus proyectos de gran envergadura ya que nos dice de forma exacta la cantidad de luminarias que se ha de utilizar para el área que se necesitan cierta cantidad de lúmenes.

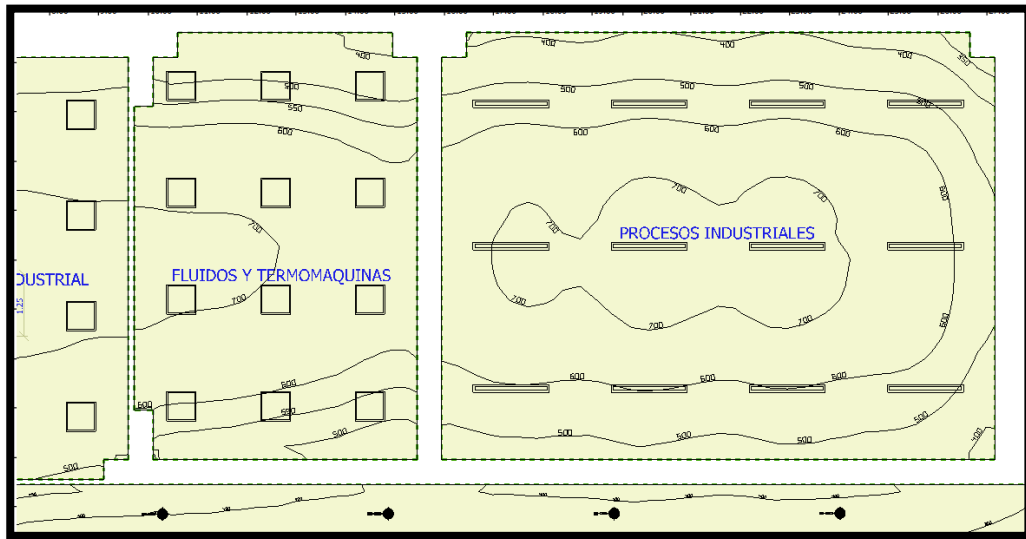
Cuando las luminarias se encuentren ubicadas se puede visualizar el espectro en lúmenes que llega a cada rincón del área calculada.

Figura 26: Piso 1 del plano de UTP - lúmenes recibidos en el laboratorio de Física y Corredor 2



Fuente: Propia

Figura 27: Piso 2 del plano de UTP - lúmenes recibidos en el aula de Fluidos y termomáquinas y laboratorio de Procesos industriales.



Fuente: Propia

El software DIALux Evo es una de las principales herramientas que se utilizó para la realización de la tesis de diseño del sistema de iluminación. Se realizó el diseño de iluminación por cada piso para la realización eficiente.

2.7. CONFORT VISUAL:

Para la realización de trabajos se necesita fuentes de energía natural y artificial, más si los trabajos a realizar en una institución de formación educativa (para nuestro caso Universitario).

Aquí nos damos cuenta la importancia del confort visual lumínico para las actividades que vamos a realizar ya que se necesita que se encuentre constante, prolongado para este estado intervienen variables entre ellos nuestros sentidos, el ser humano y el ambiente.

Por tal motivo se tiene que realizar un estudio de iluminación para ya que así se puede analizar adecuadamente la cantidad de lúmenes adecuados para los trabajos a realizar.

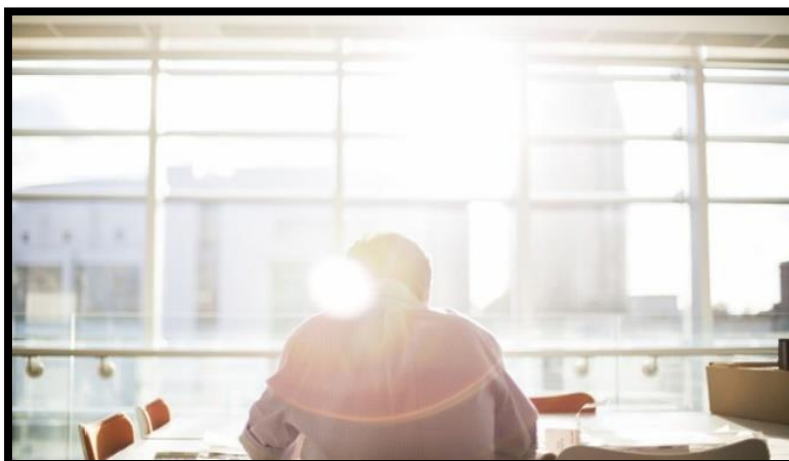
Como estudiantes y profesores que necesitan ver con claridad diferentes detalles el confort es uno de los temas que se necesita analizar ya que si se tiene mala iluminación se tienen consecuencias graves.

2.7.1. Deslumbramiento

El deslumbramiento es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad de diferenciar objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo. Este fenómeno actúa sobre la retina del ojo en la que se produce una reacción fotoquímica, insensibilizándola durando un tiempo, transcurrido el cual vuelve a recuperarse.

Los efectos que originan el deslumbramiento pueden ser de tipo psicológico (molestia) o de tipo fisiológico (perturbación). En cuanto a la forma de producirse, puede ser directo como el que proviene de fuentes luminosas (lámparas o ventanas) que están dentro del campo visual, o reflejado por superficies de gran reflectancia (especialmente superficies especulares como las de los vidrios o los metales pulidos).

Figura 28: Deslumbramiento en el área de trabajo



Fuente: www.iluminet.com/indice-deslumbramiento-ugr

2.7.2. Poca iluminación

Para tener una buena iluminación se debe evitar los extremos puesto que el deslumbramiento y la poca iluminación daña la retina ocular.

La iluminación en los centros de estudios apoya en las tareas que tienen los estudiantes, profesores y áreas administrativas. Si no se toman medidas a corto plazo esto puede ser perjudicial para la persona.

Según la E.M. 010 Nos indica que para áreas de estudio y administrativas el mínimo de lúmenes es de 300 lux. Y de tener una mala iluminación puede afectar a la Salud y mentalmente a la persona expuesta en lo siguiente:

Trastornos oculares: Dolor e inflamación en los parpados, fatiga visual, pesadez, lagrimeo, enrojecimiento, irritación, visión alterada.

Cefalalgias: Dolores de cabeza.

Fatiga: Falta de energía y agotamiento por la iluminación (Cuando se cuenta poca iluminación hace que usemos el doble de esfuerzo para realizar nuestras actividades más en la parte visual y mental).

Efectos anímicos: Falta de concentración y de productividad, baja atención y desanimo.

Figura 29: Poca iluminación en el área de trabajo



Fuente: www.insst.es

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES:

Dentro del Material utilizado se tuvo lo siguiente:

3.1.1. Planos de la nueva infraestructura de la UTP - Piura:

Para tener un cálculo correcto y preciso es necesario tener como línea base las medidas del área y la distribución de la misma.

3.1.2. Lapto CORE I5:

Para realizar con satisfacción el proyecto se necesita una computadora con el programa Autocad, y el software de Dialux Evo.

3.1.3. AUTOCAD:

Para la realización de la obra todos los ingenieros tanto civiles, eléctricos, sanitarios, arquitectos entre otros, manejamos los mismos planos para no tener inconvenientes con las instalaciones de los demás.

3.1.4. Software de DIALux EV:

Para el análisis rápido y eficiente se realizará el trabajo con el software de Dialux Evo. Este programa nos ayudará a documentar de forma fotorrealista la instalación adecuada de luminarias en un área, analizando de forma eficiente la cantidad sin causar deslumbramiento o poca iluminación en un ambiente, ya que tenemos que basarnos dependiendo del área que nos encontremos y la cantidad de lúmenes recomendados por INDECI.

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

3.2.1. Tipo de investigación:

El método de investigación es cuantitativo, se usan principalmente datos con orientación numérica, es en lo que se fundamenta dicho enfoque (planos), analizar una realidad objetiva a partir de mediciones numéricas y análisis estadísticos para determinar predicciones o patrones de comportamiento del fenómeno o problema planteado. (Hernández Sampieri).

La naturaleza es descriptiva ya que se realizó la observación y se investigó el comportamiento en cada área analizada (datos reunidos).

Este proyecto buscó establecer el diseño óptimo con luminarias para el ahorro de energía, es decir; fue una investigación aplicada que estableció una comparación entre las convencionales y aquellas tipo LED, teniendo como soporte el análisis del Software Dialux Evo, el cual permitió evaluar, analizar e identificar de manera más eficiente las ventajas y desventajas de cada tecnología de iluminación que se evaluó, obteniéndose información que permitió comparar y determinar la opción técnica y económicamente más viable en términos de ahorro económico e influencia en iluminación.

El tipo de investigación tiene alcance a nivel de que sus resultados sirven para una mejora inmediata, y es tecnológica por las ventajas que ofrezca una de las propuestas tecnológicas evaluadas, centrado en el sistema de iluminación LED.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Paras la realización de los cálculos DIALux nos ayudará con los siguientes datos:

Dimensiones del local:

- $\alpha = ancho (m)$
- $b = largo (m)$
- $h = altura de la luminaria al plano de trabajo$

Altura (Para todas las áreas se ha tomado la altura de 3.5 m)

Las dimensiones de las aulas y otras áreas son de distintos tamaños que se analizarán con el AutoCAD.

$$\Phi = \frac{E * S}{\eta * \delta} \quad (5)$$

$\Phi = Flujo luminoso que llega a la supeprficie (Lm)$

$S = Superficie o \acute{a}rea a iluminar (m^2)$

$E = Iluminaci3n en la superficie S (lux)$

$\eta = Factor de utilizacion del local$

$\delta = Factor de Depreciaci3n$

Nivel de iluminaci3n:

Nivel de lúmenes que se necesitan (Para el área que se requiere iluminar nos vamos a bazar en la Norma Técnica EM.10 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERIORES del reglamento nacional de edificaciones donde se encuentran las tablas de valores con la cantidad de lúmenes necesarios requeridos en cada área que rige el Perú según

Tabla 01: Iluminancias para ambientes en el interior

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Oficinas</u>		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
<u>Centros de enseñanza</u>		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B
<u>Edificios Públicos</u>		
Salas de cine	150	B – C
Salas de conciertos y teatros	200	B – C
Museos y galerías de arte	300	B – C
Iglesias		
- nave central	100	B – C
- altar y púlpito	300	B – C

Fuente: Norma Técnica EM.010

Reflexión de elementos:

Se consideran los colores que cuenta la UTP - Piura

- Techo Blanco = 0.7
- Pared Blanco = 0.5
- Piso Claro = 0.3

Tipos de luminarias a utilizar:

Las luminarias a utilizar son de la marca Philips

Tabla 02


Especificaciones técnicas de luminaria circular

**Especificaciones técnicas**

Tipo	DN017			
	900 lm		1550 lm	2000 lm
Lúmenes de salida	900 lm		1550 lm	2000 lm
Potencia	11W		15W	22W
SDCM	<7			
Índice de Reproducción de Color	80			
Voltaje	120-277V - 50/60 Hz			
Montaje	Montaje en superficie (DN017C) / Montaje Empotrado (DN017B)			
Forma	Cuadrada / Redonda			
LED Driver	Driver integrado			
Conexión	Cable aéreo			
Materiales y finalizado	(pintura blanca), difusor de luz en policarbonato			
Vida útil	15.000 horas (L70B50@25 °C)			
Factor de poder	0,5			
Dimensiones - L x W x H (cm)	17 x 17 x 3,5		22,5 x 22,5 x 3,5	22,5 x 22,5 x 3,5
Clase eléctrica	Clase II			
Protección IP	IP20			
Aprobación	Actualmente ninguna certificación internacional / LM79 (bajo evaluación)			
Garantía	2 años			

Fuente: Catalogo Philips

Tabla N°03: Especificaciones técnicas de luminaria cuadradas



una vida útil media de	
50000h	
Temperatura ambiente	+25
de rendimiento Tq	
Intervalo de	+10 a +40 °C
temperaturas de	
funcionamiento	
Controlador	Incorporado
Tensión de red	230 o 240 V/50-60 Hz
Material	Carcasa: acero
	Cubierta óptica: poliestireno
Color	Blanco (RAL 9003)
Conexión	Conector rápido o Wieland/Adels (W)
Mantenimiento	Módulo óptico sellado de por vida; no se requiere limpieza interna
Instalación	Individual; interno en techos modulares expuestos
	No es posible el cableado de paso
Observaciones	Cable de seguridad incluido

Fuente: Catalogo Philips

Tabla N°04

Especificaciones técnicas de luminaria fluorescente

Datos del producto

• Características Generales

Base/Casquillo	G13
Forma de la lámpara	T38
Aplicación Principal	Reprografía
Vida útil	1000 hr
Vida Media (50%) con Bal.Conv.	1000 hr

• Características de la Fuente de Luz

Código de Color	10-R
Designación de Color	Ultra Violeta A
Coordenada Cromática X	222 -
Coordenada Cromática Y	210 -
Depreciación 500 hrs	10 %
Depreciación 1000 hrs	15 %
Depreciación 2000 hrs	30 %

• Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	80 W
Potencia Técnica de la Lámpara	80 W
Voltaje de la Lámpara	110 V
Corriente de la Lámpara	0.83 A

• Características Medioambientales

Contenido de mercurio (Hg)	13.0 mg
----------------------------	---------

• Características relativas a UV

Radiación UVA 100 hrs IEC	20.5 W
Relación UV-B UV-A IEC	0.1 %

• Características de Dimensiones

Longitud Casquillo-Casquillo A	1500 (max) mm
Longitud B de Inserción	1504.7 (min), 1507.1 (max) mm
Longitud Total C	1514.2 (max) mm
Diámetro D	40.5 (max) mm

• Datos Producto

Código de pedido	612625 40
Código de producto	871150061262540
Nombre de Producto	TL 80W/10-R SLV
Nombre de pedido del producto	TL 80W/10-R SLV/25
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	25
Cajas por caja exterior	25
Código de barras del producto	8711500612625
Código de barras de la caja exterior	8711500612632
Código logístico - 12NC	928005901029
Peso neto por pieza	331.000 gr

Fuente: Catalogo Philips

Tabla 05
Luminaria TL5 – LED



Datos del producto

Funcionamiento de emergencia	
Tapa y base	G5 [G5]
Vida útil para fallas de precalentamiento del 50 % (nominal)	30000 h
Funciones	na [Not Applicable]
Clasificación LSF de precalentamiento 2000 h	99 %
Clasificación LSF de precalentamiento 4000 h	99 %
Clasificación LSF de precalentamiento 6000 h	99 %
Clasificación LSF de precalentamiento 8000 h	99 %
Clasificación LSF de precalentamiento 16000 h	97 %
Clasificación LSF de precalentamiento 20000 h	84 %
Referencia de medición de flujo	Sphere
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Código de color	840 [CCT de 4.000 K]
Flujo luminoso (nominal)	4500 lm
Flujo luminoso (promedio) (nominal)	4500 lm
Designación de color	Blanco frío (CW)
Eficacia luminosa (a lúmenes máx., nominal) (Nom)	93 lm/W
Coordenada de cromaticidad X (nominal)	0,38
Coordenada de cromaticidad Y (nominal)	0,38
Temperatura de color correlacionada (nominal)	4000 K
Eficacia lumínica (promedio) (nominal)	83 lm/W
Índice de reproducción de color (máx.)	85
Índice de reproducción de color (mín.)	80
Índice de reproducción de color (Nom)	80
Clasificación LLMF 2000 h	96 %
Clasificación LLMF 4000 h	95 %
Clasificación LLMF 6000 h	94 %
Clasificación LLMF 8000 h	93 %
Clasificación LLMF 12000 h	92 %
Clasificación LLMF 16000 h	91 %

Fuente: Catalogo Philips

Índice de local:

$$K = \frac{\alpha * b}{h * (\alpha + b)}$$

(6)

α = *Ancho del local (m)*

b = *Largo del local (m)*

h = *Altura de la luminari al plano de trabajo (m)*

K = *Indice de local*

4.1. CÁLCULOS:

4.1.1. Según los cálculos del diseño de alumbrado actual la siguiente demanda eléctrica es:

Tabla 06:
Máxima demanda actual generada en el Sótano 1

ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)	
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, DEP 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50	
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES Y DISCAPACITADOS, LM, DEP 2	10.00	22.50	225.00	1.00	225.00	
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50	
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00	
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50	
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	27.00	22.50	607.50	1.00	607.50	
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA, SUB ESTACION, CUARTO DE TABLEROS,GRUPO ELECTROG	19.00	172.00	3,268.00	1.00	3,268.00	
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	5.00	20.00	100.00	1.00	100.00	
7	C7	ALUMBRADO CAJA Y AREA DE ESPERA	10.00	22.50	225.00	1.00	225.00	
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
8	C8	ALUMBRADO AULA 1	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00	
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
9	C9	ALUMBRADO AULA A	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00	
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
10	C10	ALUMBRADO AULA 2	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00	
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
11	C11	ALUMBRADO AULA 3	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00	
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
12	C12	ALUMBRADO AULA 4	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00	
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
13	C13	ALUMBRADO DEPOSITO 1	9.00	172.00	1,548.00	1.00	1,548.00	
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
14	C14	ALUMBRADO DEPOSITO 2	9.00	172.00	1,548.00	1.00	1,548.00	
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
15	C15	ALUMBRADO DEPOSITO DE LIBROS	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
16	C16a	ALUMBRADO BIBLIOTECA 1	24.00	37.00	888.00	1.00	888.00	
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
17	C17	ALUMBRADO BIBLIOTECA 2	24.00	37.00	888.00	1.00	888.00	
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
18	C18	ALUMBRADO CUBICULOS	16.00	37.00	592.00	1.00	592.00	
	C19	ALUMBRADO CUBICULOS	5.00	22.50	112.50	1.00	112.50	
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00	
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00	
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =		15,733.50	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		15,733.50	

Fuente: Propia

Tabla 07
Máxima demanda actual generada en el Piso 1

ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH PROF. H	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	21.00	22.50	472.50	1.00	472.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2, SALIDA	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO FOYER	26.00	22.50	585.00	1.00	585.00
7	C7	ALUMBRADO DE LIMPIEZA, DEP COMBUSTIBLE	3.00	22.50	67.50	2.00	135.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
8	C8	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS	1.00	172.00	172.00	1.00	172.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
9	C9	ALUMBRADO S.H. H/DISC., SH. M	4.00	22.50	90.00	1.00	90.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
10	C10	ALUMBRADO TUTORIA, LACTARIO Y TOPICO	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00
11	C11	CORREDOR	5.00	22.50	112.50	1.00	112.50
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	7.00	20.00	140.00	1.00	140.00
12	C12	ALUMBRADO TELEMARKETING, PSICOLOGIA Y CAJA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
13	C13	ALUMBRADO SALA DE VENTAS	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
14	C14	ALUMBRADO SALA DE VENTAS	11.00	22.50	247.50	2.00	495.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO DE DEPOSITO	4.00	37.00	148.00	1.00	148.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO LABORATORIO DE QUIMICA	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
17	C17	ALUMBRADO LABORATORIO DE FISICA	22.00	37.00	814.00	1.00	814.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					7,251.50		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							7,566.50

Fuente: Propia

Tabla 08
Máxima demanda actual generada en el Piso 2

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH PROF. H, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO CORREDOR 3	19.00	22.50	427.50	1.00	427.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	21.00	22.50	472.50	1.00	472.50
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
	C6	ALUMBRADO CUARTO TECNICO, DATA	2.00	172.00	344.00	2.00	688.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C7	ALUMBRADO SH H/DISC., SH M	5.00	22.50	112.50	1.00	112.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
7	C8	ALUMBRADO COMEDOR	19.00	22.50	427.50	1.00	427.50
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
8	C9	ALUMBRADO ATRIO INGRESO	21.00	44.00	924.00	1.00	924.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
10	C10	ALUMBRADO ESTUDIO DEL TRABAJO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	20.00	172.00	3,440.00	1.00	3,440.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO FLUIDOS Y TERMOMAQUINAS	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO PROCESOS INDUSTRIALES	15.00	172.00	2,580.00	1.00	2,580.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 7	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO LABORATORIO HIDRAULICA	9.00	172.00	1,548.00	1.00	1,548.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO ELASTICIDAD Y RESISTENCIA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO DESING THINKING	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO INGRESO	10.00	44.00	440.00	1.00	440.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO TERRAZA	17.00	22.50	382.50	1.00	382.50
		LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
	C20	COMEDOR	19.00	22.50	427.50	1.00	427.50
		LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
	C21	COMEDOR 1	29.00	22.50	652.50	1.00	652.50
		LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
	C22	COCINA, DEPOSITO 8	8.00	172.00	1,376.00	1.00	1,376.00
		LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					17,628.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =						17,972.00	

Fuente: Propia

Tabla 09
Máxima demanda actual generada en el Piso 3

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, LM, SH. PROF. H	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	17.00	22.50	382.50	1.00	382.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS Y DEP.9	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AULA B	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
9	C9	ALUMBRADO AULA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
10	C10	ALUMBRADO LABORATORIO DESARROLLO, SOFTWARE Y SEGURIDAD INFORMATICA, DEP. MAQUETA	16.00	37.00	592.00	1.00	592.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
11	C11	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 4	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 3	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 2	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO ARQUITECTURA DE COMPUTADORA Y ENSAMBLAJE	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 1	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 8	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 7	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 6	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 5	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO CONSTRUCCION DIGITAL	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO SALA BIM, IMPRESIÓN	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,634.50		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							9,634.50

Fuente: Propia

Tabla 10
Máxima demanda actual generada en el Piso 4

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO TALLER DE ARQUITECTURA Y DIBUJOS	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
9	C9	ALUMBRADO SALA DE AUDIENCIAS	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
10	C10	ALUMBRADO SALA DE AUDIENCIAS	4.00	22.50	90.00	2.00	180.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO SALA GESSEL	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA GESSEL	14.00	37.00	518.00	1.00	518.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO CONSEJERIA, ASESOR FINANCIERO, SALA DE REUNIONES, EMPLEABILIDAD, CONVENC	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
13	C13	ALUMBRADO ZONA DE SERVICIOS	18.00	37.00	666.00	1.00	666.00
14	C14	ALUMBRADO CORREDOR, ZONA DE SEVICIO CORREDOR	11.00	22.50	247.50	2.00	495.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 8	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA D	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 9	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 10	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 11	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 12	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C22	ALUMBRADO AULA 13	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C22a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,838.50		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =						10,176.00	

Fuente: Propia

Tabla 11
Máxima demanda actual generada en el Piso 5

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP. 10	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. PERSONAL H., SH. PERSONAL M.	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AULA	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
9	C9	ALUMBRADO AULA 14	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 15	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 16	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 17	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 18	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 19	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO TALLER DE PINTURA Y ESCULTURA	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO KITCHENET, ASISTENTE, CENTRO DE FOTOCOPIADO	15.00	22.50	337.50	1.00	337.50
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO SALA DE PROFESORES	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
18	C18	ALUMBRADO AULA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO ADMISION	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
20	C20a	ALUMBRADO ADMINISTRACION	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
21	C21	ALUMBRADO ADMINISTRACION	3.00	22.50	67.50	1.00	67.50
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C22	ALUMBRADO OFICINAS	13.00	37.00	481.00	1.00	481.00
	C22a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	9,798.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		9,798.00

Fuente: Propia

Tabla 12
Máxima demanda actual generada en el Piso 6

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA								
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)	
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50	
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, LM, SH. PROF. H	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50	
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50	
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00	
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00	
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00	
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50	
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00	
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00	
10	C10	ALUMBRADO AULA 20	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
11	C11	ALUMBRADO AULA 21	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
12	C12	ALUMBRADO AULA 22	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
13	C13	ALUMBRADO AULA 23	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
14	C14	ALUMBRADO AULA 24	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
15	C15	ALUMBRADO AULA 25	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
16	C16	ALUMBRADO AULA 26	16.00	37.00	592.00	1.00	592.00	
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
17	C17	ALUMBRADO AULA 27	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
18	C18	ALUMBRADO AULA 28	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
19	C19	ALUMBRADO AULA 29	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
20	C20	ALUMBRADO AULA 30	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
21	C21	ALUMBRADO AULA 31	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00	
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =		9,207.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		9,207.00	

Fuente: Propia

Tabla 13
Máxima demanda actual generada en el Piso 7

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. M, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH, MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 32	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 33	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 34	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 35	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 36	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 37	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO OFICINA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
17	C17	ALUMBRADO OFICINA (CORREDOR)	3.00	22.50	67.50	1.00	67.50
18	C18	ALUMBRADO AULA 38	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 39	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 40	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C21	ALUMBRADO AULA 41	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C22	ALUMBRADO AULA 42	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C22a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C23	ALUMBRADO AULA 43	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C23a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,533.50		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							9,533.50

Fuente: Propia

Tabla 14
Máxima demanda actual generada en el Piso 8

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 44	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 45	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 46	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 47	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 48	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 49	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 50	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 51	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 52	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 53	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 54	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 55	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,375.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =						9,375.00	

Fuente: Propia

Tabla 15
Máxima demanda actual generada en el Piso 9

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 56	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 57	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 58	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 59	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 60	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 61	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 62	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 63	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 64	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 65	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 66	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 67	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,355.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							9,355.00

Fuente: Propia

Tabla 16
Máxima demanda actual generada en el Piso 10

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	25.00	22.50	562.50	1.00	562.50
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	14.00	22.50	315.00	1.00	315.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	24.00	22.50	540.00	1.00	540.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 68	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 69	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 70	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 71	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 72	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 73	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 74	16.00	37.00	592.00	1.00	592.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 75	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 76	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 77	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 78	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 79	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					9,170.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							9,170.00

Fuente: Propia

4.1.2. Demanda estimada total actual

Tabla 17
Demanda estimada total actual

ITEM	DESCRIPCION DEL PISO	MAX. DEMANDA
1	SOTANO 1	15,733.50
2	PISO 1	7566.50
3	PISO 2	17972.00
4	PISO 3	9634.50
5	PISO 4	10176.00
6	PISO 5	9798.00
7	PISO 6	9,207.00
8	PISO 7	9,533.50
9	PISP 8	9,375.00
10	PISO 9	9,355.00
11	PISO 10	9,170.00
SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA =		117,521.00

Fuente: Propia

4.1.3. Los cálculos del diseño eficiente de alumbrado para la siguiente demanda eléctrica

Tabla 18

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Sótano 1

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA								
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)	
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, DEP 1	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00	
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES Y DISCAPACITADOS, LM, DEP 2	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50	
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	20.00	22.50	450.00	1.00	450.00	
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00	
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	17.00	22.50	382.50	1.00	382.50	
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	20.00	22.50	450.00	1.00	450.00	
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA, SUB ESTACION, CUARTO DE TABLEROS	17.00	172.00	2,924.00	1.00	2,924.00	
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	5.00	20.00	100.00	1.00	100.00	
7	C7	ALUMBRADO CAJA Y AREA DE ESPERA	12.00	60.00	720.00	1.00	720.00	
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
8	C8	ALUMBRADO AULA 1	11.00	60.00	660.00	1.00	660.00	
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
9	C9	ALUMBRADO A	11.00	60.00	660.00	1.00	660.00	
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
10	C10	ALUMBRADO AULA 2	11.00	60.00	660.00	1.00	660.00	
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
11	C11	ALUMBRADO AULA 3	11.00	60.00	660.00	1.00	660.00	
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
12	C12	ALUMBRADO AULA 4	11.00	60.00	660.00	1.00	660.00	
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
13	C13	ALUMBRADO DEPOSITO 1	6.00	172.00	1,032.00	1.00	1,032.00	
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
14	C14	ALUMBRADO DEPOSITO 2	7.00	172.00	1,204.00	1.00	1,204.00	
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
15	C15	ALUMBRADO DEPOSITO DE LIBROS	9.00	37.00	333.00	1.00	333.00	
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
16	C16a	ALUMBRADO BIBLIOTECA 1	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00	
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
17	C17	ALUMBRADO BIBLIOTECA 2	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00	
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
18	C18	ALUMBRADO CUBICULOS	13.00	37.00	481.00	1.00	481.00	
	C19	ALUMBRADO CUBICULOS	3.00	22.50	67.50	1.00	67.50	
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00	
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00	
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =		13,706.50	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		13,706.50	

Fuente: Propia

Tabla 19

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 1

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH PROF. M	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH PROF. H	10.00	22.50	225.00	1.00	225.00
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	22.00	22.50	495.00	1.00	495.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2, SALIDA	21.00	22.50	472.50	1.00	472.50
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO FOYER	27.00	22.50	607.50	1.00	607.50
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
7	C7	ALUMBRADO DE LIMPIEZA	2.00	22.50	45.00	1.00	45.00
	C8	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP DE COMBUSTIBLE	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C9	ALUMBRADO S.H. H/DISC., SH. M	4.00	22.50	90.00	1.00	90.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
9	C10	ALUMBRADO TUTORIA, LACTARIO Y TOPICO	13.00	37.00	481.00	1.00	481.00
	C11	CORREDOR	5.00	22.50	112.50	1.00	112.50
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	7.00	20.00	140.00	1.00	140.00
10	C12	ALUMBRADO TELEMARKETING, PSICOLOGIA Y CAJA	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
11	C13	ALUMBRADO SALA DE VENTAS	18.00	37.00	666.00	1.00	666.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C14	ALUMBRADO DE DEPOSITO	3.00	37.00	111.00	1.00	111.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C15	ALUMBRADO LABORATORIO DE QUIMICA	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
15	C16	ALUMBRADO LABORATORIO DE FISICA	15.00	37.00	555.00	1.00	555.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	6,816.50	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		6,816.50

Fuente: Propia

Tabla 20

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 2

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	7.00	22.50	157.50	1.00	157.50
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH PROF. H, LM	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	20.00	22.50	450.00	1.00	450.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO CORREDOR 3	19.00	22.50	427.50	1.00	427.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	4.00	20.00	80.00	1.00	80.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	12.00	22.50	270.00	1.00	270.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTO TECNICO, DATA	2.00	172.00	344.00	2.00	688.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
7	C7	ALUMBRADO SH H/DISC., SH M	4.00	22.50	90.00	1.00	90.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO COMEDOR	10.00	172.00	1,720.00	1.00	1,720.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
9	C9	ALUMBRADO ATRIO INGRESO	12.00	44.00	528.00	1.00	528.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
10	C10	ALUMBRADO ESTUDIO DEL TRABAJO Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO FLUIDOS Y TERMOMAQUINAS	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO PROCESOS INDUSTRIALES	12.00	172.00	2,064.00	1.00	2,064.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 7	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO LABORATORIO HIDRAULICA	9.00	37.00	333.00	1.00	333.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO ELASTICIDAD Y RESISTENCIA	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO DESING THINKING	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO INGRESO	6.00	44.00	264.00	1.00	264.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO TERRAZA	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
		LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
20	C20	COMEDOR	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
		LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
21	C21	COMEDOR 1	23.00	37.00	851.00	1.00	851.00
		LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
22	C22	COCINA, DEPOSITO 8, CTO. B	9.00	37.00	333.00	1.00	333.00
		LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =		12,575.50
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		12,919.50

Fuente: Propia

Tabla 21

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 3

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, LM, SH. PROF. H	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS Y DEP.9	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AULA B	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
9	C9	ALUMBRADO AULA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
10	C10	ALUMBRADO LABORATORIO DESARROLLO, SOFTWARE Y SEGURIDAD INFORMATICA, DEP. MAQUETA	14.00	37.00	518.00	1.00	518.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
11	C11	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 4	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 3	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 2	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO ARQUITECTURA DE COMPUTADORA Y ENSAMBLAJE	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 1	9.00	37.00	333.00	1.00	333.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 8	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 7	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 6	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO LABORATORIO COMPUTO 5	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO CONSTRUCCION DIGITAL	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO SALA BIM, IMPRESIÓN	7.00	37.00	259.00	1.00	259.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	7,889.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		7,889.00

Fuente: Propia

Tabla 22

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 4

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO TALLER DE ARQUITECTURA Y DIBUJOS	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
9	C9	ALUMBRADO SALA DE AUDIENCIAS	13.00	37.00	481.00	1.00	481.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
10	C10	ALUMBRADO SALA GESSEL	6.00	37.00	222.00	1.00	222.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA GESSEL	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO CONSEJERIA, ASESOR FINANCIERO, SALA DE REUNIONES, EMPLEABILIDAD, CONVENCIONES	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
13	C13	ALUMBRADO ZONA DE SERVICIOS	24.00	37.00	888.00	1.00	888.00
14	C14	ALUMBRADO CORREDOR, ZONA DE SEVICIO CORREDOR	4.00	22.50	90.00	1.00	90.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 8	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA D	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 9	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 10	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 11	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 12	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C22	ALUMBRADO AULA 13	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C22a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	9,154.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		9,154.00

Fuente: Propia

Tabla 23

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 5

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP. 10	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. PERSONAL H., SH. PERSONAL M.	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AULA	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C8a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
9	C9	ALUMBRADO AULA 14	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C9a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
10	C10	ALUMBRADO AULA 15	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 16	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 17	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 18	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 19	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO TALLER DE PINTURA Y ESCULTURA	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO KITCHENET, ASISTENTE	7.00	37.00	259.00	1.00	259.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO SALA DE PROFESORES, FOTOCOPIAS	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
18	C18	ALUMBRADO SALA DE PROFESORES, FOTOCOPIAS	8.00	37.00	296.00	1.00	296.00
19	C19	ALUMBRADO AULA	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO ADMISION	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO ADMINISTRACION	3.00	22.50	67.50	1.00	67.50
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C22	ALUMBRADO OFICINAS	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
23	C23	ALUMBRADO OFICINAS	3.00	22.50	67.50	1.00	67.50
	C23a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
24	C24	ALUMBRADO ADMINISTRACION	10.00	37.00	370.00	1.00	370.00
	C24a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	9,135.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		9,135.00

Fuente: Propia

Tabla 24

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 6

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, LM, SH. PROF. H	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
10	C10	ALUMBRADO AULA 20	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 21	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 22	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 23	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 24	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 25	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 26	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 27	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 28	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 29	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 30	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 31	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					8,725.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							8,725.00

Fuente: Propia

Tabla 25

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 7

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. M, LM	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
10	C10	ALUMBRADO AULA 32	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 33	11.00	37.50	412.50	1.00	412.50
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 34	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 35	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 36	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 37	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO OFICINA	6.00	37.00	222.00	1.00	222.00
17	C17	ALUMBRADO OFICINA (CORREDOR)	2.00	22.50	45.00	1.00	45.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 38	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 39	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 40	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C21	ALUMBRADO AULA 41	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C22	ALUMBRADO AULA 42	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C22a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
22	C23	ALUMBRADO AULA 43	14.00	37.00	518.00	1.00	518.00
	C23a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					8,738.50		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =						8,738.50	

Fuente: Propia

Tabla 26

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 8

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA								
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)	
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00	
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, L,M	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50	
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00	
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50	
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00	
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00	
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00	
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00	
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00	
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50	
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50	
10	C10	ALUMBRADO AULA 44	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
11	C11	ALUMBRADO AULA 45	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
12	C12	ALUMBRADO AULA 46	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
13	C13	ALUMBRADO AULA 47	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
14	C14	ALUMBRADO AULA 48	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
15	C15	ALUMBRADO AULA 49	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
16	C16	ALUMBRADO AULA 50	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00	
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
17	C17	ALUMBRADO AULA 51	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
18	C18	ALUMBRADO AULA 52	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
19	C19	ALUMBRADO AULA 53	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
20	C20	ALUMBRADO AULA 54	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00	
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
21	C21	ALUMBRADO AULA 55	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00	
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00	
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00	
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =		8,782.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		8,782.00	

Fuente: Propia

Tabla 27

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 9

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DEP	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
10	C10	ALUMBRADO AULA 56	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 57	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 58	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 59	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 60	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 61	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 62	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 63	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 64	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 65	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 66	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 67	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
POTENCIA INSTALADA TOTAL =					8,725.00		
MAXIMA DEMANDA TOTAL =							8,725.00

Fuente: Propia

Tabla 28

Máxima demanda con el nuevo diseño en el Piso 10

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA							
ITEM	CIRCUITO	DESCRIPCION DEL CIRCUITO	CANTIDAD	POT. UNIT. (W)	POT. INST. (W)	F.D.	MAX. DEM. (W)
1	C1	ALUMBRADO SS.HH. MUJERES, SH. PROF. M	6.00	22.50	135.00	1.00	135.00
	C1a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
2	C2	ALUMBRADO SS.HH. HOMBRES, SH. PROF. H, LM	9.00	22.50	202.50	1.00	202.50
	C2a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
3	C3	ALUMBRADO CORREDOR 1	18.00	22.50	405.00	1.00	405.00
	C3a	LUCES DE EMERGENCIA	3.00	20.00	60.00	1.00	60.00
4	C4	ALUMBRADO HALL (CORREDOR 3)	13.00	22.50	292.50	1.00	292.50
	C4a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
5	C5	ALUMBRADO CORREDOR 2	16.00	22.50	360.00	1.00	360.00
	C5a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
6	C6	ALUMBRADO CUARTOS TECNICOS, DATA	2.00	172.00	344.00	1.00	344.00
	C6a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
7	C7	ALUMBRADO SH. HOMBRES, SH. MUJERES	8.00	22.50	180.00	1.00	180.00
	C7a	LUCES DE EMERGENCIA	2.00	20.00	40.00	1.00	40.00
8	C8	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 1	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
9	C9	ALUMBRADO AREA RECREATIVA 2	11.00	22.50	247.50	1.00	247.50
10	C10	ALUMBRADO AULA 68	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C10a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
11	C11	ALUMBRADO AULA 69	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C11a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
12	C12	ALUMBRADO AULA 70	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C12a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
13	C13	ALUMBRADO AULA 71	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C13a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
14	C14	ALUMBRADO AULA 72	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C14a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
15	C15	ALUMBRADO AULA 73	12.00	37.00	444.00	1.00	444.00
	C15a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
16	C16	ALUMBRADO AULA 74	20.00	37.00	740.00	1.00	740.00
	C16a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
17	C17	ALUMBRADO AULA 75	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C17a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
18	C18	ALUMBRADO AULA 76	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C18a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
19	C19	ALUMBRADO AULA 77	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C19a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
20	C20	ALUMBRADO AULA 78	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C20a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
21	C21	ALUMBRADO AULA 79	11.00	37.00	407.00	1.00	407.00
	C21a	LUCES DE EMERGENCIA	1.00	20.00	20.00	1.00	20.00
		RESERVA	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00
					POTENCIA INSTALADA TOTAL =	8,725.00	
					MAXIMA DEMANDA TOTAL =		8,725.00

Fuente: Propia

4.1.4. Demanda total con el nuevo diseño eficiente

Tabla 30

Máxima demanda total con el nuevo diseño

CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA		
ITEM	PISOS	CALCULO DE DEMANDA EFICIENTE (W)
1	SOTANO 1	13 706.50
2	PISO 1	6 816.50
3	PISO 2	12 919.50
4	PISO 3	7 889.00
5	PISO 4	9 154.00
6	PISO 5	9 135.00
7	PISO 6	8 725.00
8	PISO 7	8 738.50
9	PISO 8	8 782.00
10	PISO 9	8 725.00
11	PISO 10	8 725.00
SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA =		103 316.00

Fuente: Propia

4.1.5. Energía consumida en 3 años

Energía eléctrica consumida en un día con la demanda actual (página 67):

$$117.521 W * 8 \frac{h}{dia} = 940.168 \frac{wh}{dia}$$

Energía eléctrica consumida en un mes:

$$940.168 \frac{Wh}{día} * 30 \frac{día}{mes} = 28\ 205\ 040 \frac{wh}{mes}$$

Energía consumida en un año:

$$28\ 205\ 040 \frac{wh}{mes} * \frac{1\ kw}{1000w} * \frac{12\ meses}{1\ año} = 338\ 460 \frac{kwh}{año}$$

Energía consumida en 3 años:

$$338\ 460 \frac{kwh}{año} * 3\ año * 1 \frac{Mwh}{kwh} = 1\ 015\ Mwh$$

4.1.6. Diferencias de demandas máximas

$$\text{DEMANDA MAXIMA ACTUAL} - \text{DEMANDA MAXIMA EFICIENTE} = \\ \text{DIFERENCIA DE DEMANDAS}$$

$$117\ 521\ W - 103\ 316\ W = 14\ 205\ W$$

4.1.7. Energía ahorrada en 3 años:

Energía eléctrica consumida en un día con el ahorro de energía (Según las demandas máximas):

$$14\ 205\ w * 8 \frac{h}{día} = 113\ 640 \frac{wh}{día}$$

Energía eléctrica consumida en un mes:

$$113\,640 \frac{wh}{día} * 30 \frac{día}{mes} = 3\,409,200 \frac{wh}{mes}$$

Energía consumida en un año:

$$3\,409,200 \frac{wh}{mes} * \frac{1\,kw}{1000w} * \frac{12\,meses}{1\,año} = 40\,910 \frac{kwh}{año}$$

Energía consumida en 3 años:

$$40\,910 \frac{kwh}{año} * 3\,año * 1 \frac{Mwh}{1000\,kwh} = 123\,Mwh$$

Porcentaje de energía ahorrada:

$$123\,Mwh * \frac{100\%}{1015\,Mwh} = 12.09\%$$

4.2. DISCUSIONES:

La distribución de iluminación con el software ha sido una gran utilidad para el apoyo de esta tesis, se analizó el cálculo por cada piso observando la demanda máxima actual con la demanda máxima eficiente donde se observó que en cada piso hubo diferencias, siendo las más resaltantes en el Sótano 1, Piso 2; al observar el tipo luminarias y la distribución que es una alternativa en este centro de enseñanzas debería tomar en cuenta para que se adapten espacios seguros, cómodos y reconfortantes para los estudiantes, profesores y personal administrativo para la adaptación a diferentes necesidades de acuerdo a cada área y a las especificaciones de los usuarios.

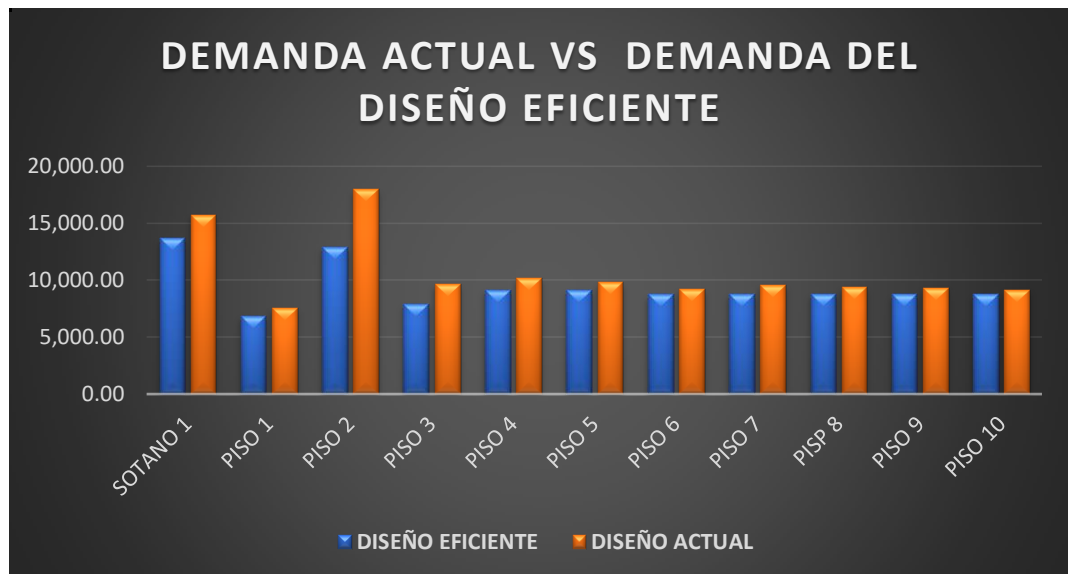
El ahorro de energía eléctrica es particularmente importante debido al funcionamiento nocturno y cambios de turnos, así también la falta de luz diurna, aumenta enormemente el uso de luminarias artificial. Significando que las inversiones en la gestión de iluminación se normalizan en un periodo de tiempo muy corto por lo que se realiza esta comparativa para la observación en la comparativa en cada piso para el ahorro de energía.

Tabla 30
Comparativa de demanda eléctrica Actual y demanda eléctrica del
diseño Eficiente

ITEM	PISOS	CALCULO DE DEMANDA ELECTRICA ACTUAL (W)	CALCULO DE DEMANDA EFICIENTE (W)	DIFERENCIAS DE DEMANDAS
1	SOTANO 1	15 733.50	13 706. 50	2 027. 00
2	PISO 1	7 566.50	6 816. 50	750. 00
3	PISO 2	17 972. 00	12 919.50	5 052. 50
4	PISO 3	9 634.50	7 889.00	1 745.50
5	PISO 4	10 176. 00	9 154. 00	1 022. 00
6	PISO 5	9 798. 00	9 135. 00	663. 00
7	PISO 6	9 207. 00	8 725. 00	482. 00
8	PISO 7	9 533. 50	8 738.50	795. 00
9	PISO 8	9 375. 00	8 782. 00	593. 00
10	PISO 9	9 355. 00	8 725. 00	630. 00
11	PISO 10	9 170. 00	8 725. 00	445. 00
SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA		117 521. 00	103 316. 00	14 205. 00

Fuente: Propia

Figura 30: Comparativa de Demanda Actual VS Demanda del Diseño Eficiente



Fuente: Propia

Se observó que en todos los pisos hubo un ahorro de energía eléctrica:

TABLA 31**Diferencias de demanda Actual y demanda eléctrica del diseño Eficiente**

CALCULO DE DIFERENCIAS DE DEMANDA		
ITEM	DESCRIPCION DEL PISO	MAX. DEMANDA (W)
1	SOTANO 1	2 027. 00
2	PISO 1	750. 00
3	PISO 2	5 052. 50
4	PISO 3	1 745.50
5	PISO 4	1 022. 00
6	PISO 5	663. 00
7	PISO 6	482. 00
8	PISO 7	795. 00
9	PISO 8	593. 00
11	PISO 9	630. 00
11	PISO 10	445. 00
SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA =		14 205. 00

Fuente: Propia

- El ahorro de energía eléctrica es particularmente importante en el sector de la enseñanza, debido al funcionamiento nocturno y cambios de turnos, así también la falta de luz diurna, aumenta enormemente el uso de luminarias artificial. Significando que las inversiones en la gestión de iluminación se normalizan en un periodo de tiempo muy corto (las luminarias LED son más costosas), como se evidencia en la tabla 31.
- Los mayores ahorros se obtuvieron en el Piso 02, el Sótano 01 y Piso 03, donde se evidenció el ahorro de energía eléctrica con el diseño eficiente.
 - Sótano 01: 2 027 W
 - Piso 02: 5052.5 W
 - Piso 03: 1745.5 W

También se observa que realizar un nuevo diseño no costará costos adicionales por lo que sería una buena opción en ahorro de energía

eléctrica.

- Las luminarias tipo LED tienen mayor rendimiento lumínico, y se adopta a las características de cada área, pudiendo ajustar la potencia, la temperatura de color, es importante aprovechar el flujo luminoso.

4.2.1. Análisis de resultados

Se realizó el análisis de los resultados obtenidos y se evidenció que realizando solo un cambio de diseño se obtendría un 12.09 % de ahorro de energía. No alcanzando lo que se quiso.

Otro punto a analizar es que se realice es el cambio de luminarias fluorescente que tienen una vida útil 1000 horas y esto se pueden ir haciéndose paulatinamente por luminarias con las mismas características tipo LED.

CAMBIO DE LUMINARIAS FLUORESCENTE A LED:

Se observa que aun hacen uso de luminarias fluorescente se realizaran al cambio LED

Tabla 04

Tabla de especificaciones técnicas de luminaria fluorescente



Datos del producto

• Características Generales

Base/Casquillo	G13
Forma de la lámpara	T38
Aplicación Principal	Reprografía
Vida útil	1000 hr
Vida Media (50%) con Bal.Conv.	1000 hr

• Características relativas a UV

Radiación UVA 100 hrs IEC	20.5 W
Relación UV-B UV-A IEC	0.1 %

• Características de la Fuente de Luz

Código de Color	10-R
Designación de Color	Ultra Violeta A
Coordenada Cromática X	222 -
Coordenada Cromática Y	210 -
Depreciación 500 hrs	10 %
Depreciación 1000 hrs	15 %
Depreciación 2000 hrs	30 %

• Características de Dimensiones

Longitud Casquillo-Casquillo A	1500 (max) mm
Longitud B de Inserción	1504.7 (min), 1507.1 (max) mm
Longitud Total C	1514.2 (max) mm
Diámetro D	40.5 (max) mm

• Características Eléctricas

Pot. de la Lámpara Estimada	80 W
Potencia Técnica de la Lámpara	80 W
Voltaje de la Lámpara	110 V
Corriente de la Lámpara	0.83 A

• Datos Producto

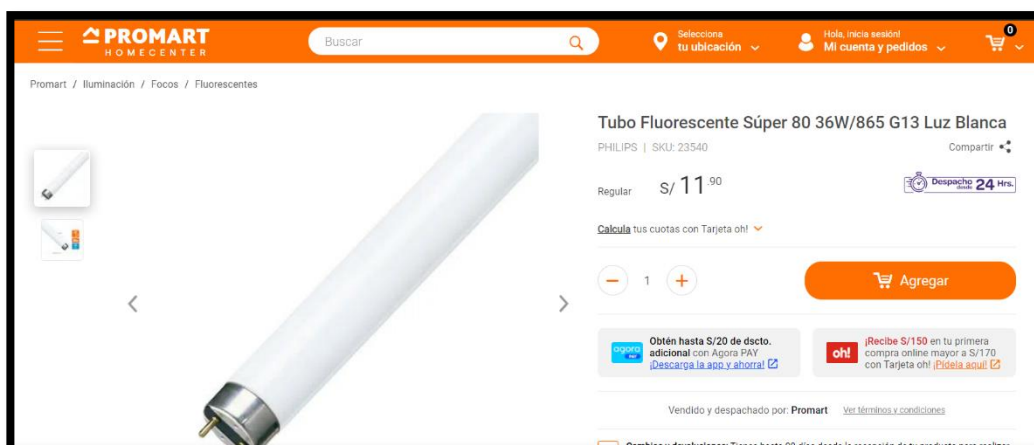
Código de pedido	612625 40
Código de producto	871150061262540
Nombre de Producto	TL 80W/10-R SLV
Nombre de pedido del producto	TL 80W/10-R SLV/25
Piezas por caja	1
Configuración de embalaje	25
Cajas por caja exterior	25
Código de barras del producto	8711500612625
Código de barras de la caja exterior	8711500612632
Código logístico - 12NC	928005901029
Peso neto por pieza	331.000 gr

• Características Medioambientales

Contenido de mercurio (Hg)	13.0 mg
----------------------------	---------

Fuente: Catalogo Philips

Figura 31: Precio aproximado de luminaria fluorescente



Fuente: www.promart.pe

Tabla 5
Luminaria TL5 - LED

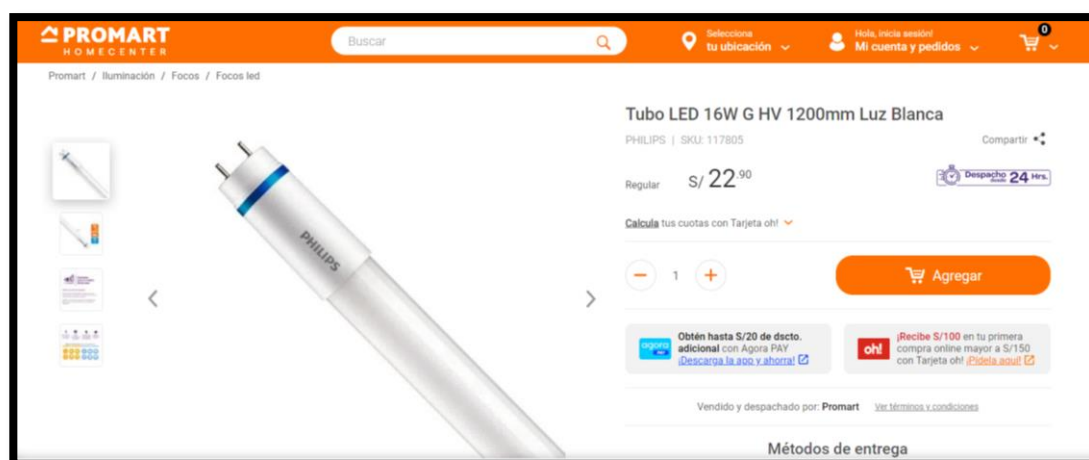


Datos del producto

Funcionamiento de emergencia		Flujo luminoso (promedio) (nominal)	4500 lm
Tapa y base	G5 [G5]	Designación de color	Blanco frío (CW)
Vida útil para fallas de precalentamiento del 50 % (nominal)	30000 h	Eficacia luminosa (a lúmenes máx., nominal) (Nom)	93 lm/W
Funciones	na [Not Applicable]	Coordenada de cromaticidad X (nominal)	0,38
Clasificación LSF de precalentamiento 2000 h	99 %	Coordenada de cromaticidad Y (nominal)	0,38
Clasificación LSF de precalentamiento 4000 h	99 %	Temperatura de color correlacionada (nominal)	4000 K
Clasificación LSF de precalentamiento 6000 h	99 %	Eficacia lumínica (promedio) (nominal)	83 lm/W
Clasificación LSF de precalentamiento 8000 h	99 %	Índice de reproducción de color (máx.)	85
Clasificación LSF de precalentamiento 16000 h	97 %	Índice de reproducción de color (mín.)	80
Clasificación LSF de precalentamiento 20000 h	84 %	Índice de reproducción de color (Nom)	80
Referencia de medición de flujo	Sphere	Clasificación LLMF 2000 h	96 %
Rendimiento inicial (conforme con IEC)		Clasificación LLMF 4000 h	95 %
Código de color	840 [CCT de 4.000 K]	Clasificación LLMF 6000 h	94 %
Flujo luminoso (nominal)	4500 lm	Clasificación LLMF 8000 h	93 %
		Clasificación LLMF 12000 h	92 %
		Clasificación LLMF 16000 h	91 %

Fuente: Catalogo Philips

Figura 36: Precio aproximado de luminaria tipo LED



Fuente: www.promart.pe

TABLA 32
Cantidad de luminarias a cambiar

LUMINARIAS A CAMBIAR			
CALCULO DE DEMANDA			
PISO	DESCRIPCION DEL PISO	MAX. DEMANDA (W)	CANTIDAD DE LUMINARIAS
SOTANO	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA, SUBESTACION, CUARTO DE TABLEROS	2 924	17
	ALUMBRADO DEPOSITO 1	1032	6
	ALUMBRADO DEPOSITO 2	1204	7
PISO 1	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DEPOSITOS DE COMBUSTIBLES	344	2
PISO 2	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA	344	2
	ALUMBRADO COMEDOR	1720	10
	ALUMBRADO DE PROCESOS INDUSTRIALES	2064	12
PISO 3	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DEP 9	344	2
PISO 4	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA	344	2
PISO 5	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DEP 10	344	2
PISO 6	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA	344	2
PISO 7	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DEP	344	2
PISO 8	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA	344	2
PISO 9	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DEP	344	2
PISO 10	ALUMBRADO DE CUARTOS TECNICOS, DATA	344	2
	SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA	12 384	72

Fuente: Propia

Observando la tabla 32 observamos que la cantidad de luminarias a cambiar cuando se dañen es de 72.

Si se compra luminarias de las mismas características tendríamos que usar hasta menos lúmenes que los que se usan en estos momentos. para el área a

alumbrar especifican la cantidad de lúmenes que pide para el área según E.M 010.

Según la Tabla 04:

La luminaria fluorescente tiene una vida útil de 1 000 horas

$$1000 \text{ horas} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ días}} = 0.35 \text{ año}$$

Las luminarias fluorescentes duraran entre 6 meses a 1 año máximo para realizar el nuevo cambio.

Según la Tabla 05:

La luminaria fluorescente tiene una vida útil de 30 000 horas para el siguiente cambio

$$30\ 000 \text{ horas} * \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ año}}{360 \text{ días}} = 10.4 \text{ año}$$

Las luminarias tipo LED durarán entre 10 a 11 años como máximo para realizar el nuevo cambio.

Se observó que las luminarias tipo LED tiene una vida útil más larga que las fluorescente.

Según Figura 52:

Cuanto es la cantidad de luminarias a comprar en 10 años

72 luminarias fluorescente

1 luminaria = 12 soles

$$= 72 * 12 * 10 = s/ 8\ 640$$

En el transcurso de 10 años se gastará s/8 640.

Según Figura 52:

Cuanto es la cantidad de luminarias a comprar en 1 año

72 Luminarias fluorescente

1 luminaria = 22.90 soles

$$= 72 * 22.90 = s/ 1648.80$$

Se obtuvo un ahorro de:

$$s/ 8640 - s/ 1 648.80 = s/ 6991.20$$

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES:

Se realizó un análisis de las tablas de carga de demandas máximas de los ambientes a iluminar (Sótano 01 al piso 10). Realizando una comparación del diseño actual y del eficiente se obtienen los siguientes resultados.

Donde se observó que:

Tabla 33

Tabla resumen de demandas máximas del piso 1 al 10

TABLA RESUMEN DE DEMANDAS MAXIMAS				
ITEM	DESCRIPCION DEL PISO	MAX. DEMANDA ACTUAL (W)	MAX. DEMANDA EFICIENTE (W)	MAX. DEMANDA AHORRADA (W)
1	SOTANO 1	15 733. 50	13 706. 50	2 027. 00
2	PISO 1	7 566. 50	6 816. 50	750. 00
3	PISO 2	17 972. 00	12 919. 50	5 052.50
4	PISO 3	9 634. 50	7 889. 00	1 745. 50
5	PISO 4	10 176. 00	9 154. 00	1 022. 00
6	PISO 5	9 798. 00	9 135. 00	663. 00
7	PISO 6	9 207. 00	8 725. 00	482. 00
8	PISO 7	9 533. 50	8 738.50	795.00
9	PISO 8	9 375. 00	8 782. 00	593. 00
10	PISO 9	9 355. 00	8 725. 00	630. 00
11	PISO 10	9 170. 00	8 725. 00	445. 00
SUMATORIA DE DEMANDA MAXIMA		117 521. 00	103 316. 00	14 205. 00

Fuente: Propia

- Realizando el diseño de iluminación tenemos una reducción de la demanda en todos los pisos (Según TABLA 33), siendo los más destacados:
 - Sótano 01 Demanda actual: 15 733.50 watts

- Sótano 01 Demanda eficiente: 13 706. 50 watts

Obteniendo una reducción 2 027 watts

- En la TABLA 33 también se observó un ahorro destacado en el Piso 2.

- Piso 02 Demanda Actual: 17 972 watts
- Piso 02 Demanda eficiente: 12 919.50 watts

Obteniendo una reducción 5 052. 50 watts.

- En la TABLA 33 también se observó un ahorro destacado en el Piso 3.

- Piso 03 Demanda Actual: 9 634. 50 watts
- Piso 03 Demanda eficiente: 7 889. 00 watts

Obteniendo una reducción 1 745. 50 watts.

- En la TABLA 33 también se observó un ahorro destacado en el Piso 4.

- Piso 04 Demanda Actual: 10 176. 00 watts
- Piso 04 Demanda eficiente: 9 154. 00. 00 watts

Obteniendo una reducción 1 022. 00 watts.

- Se observaron que con la simulación de la propuesta de diseño de luminarias se disminuyeron la cantidad de luminarias que se usaran los más resaltantes son los siguientes:
 - La cantidad de luminarias en el corredor se obtuvo una reducción de: Sótano 01 Diseño actual: 77 luminarias (Pág. 60; C3, C4, C5)

- Sótano 01 Diseño eficiente: 57 luminarias (Pág. 84; C3, C4, C5)

Obteniendo una reducción 20 luminarias

- Propuestas de luminarias en laboratorio de Física se obtuvo una reducción de cantidad de luminarias:
 - Piso 01 Diseño actual: 22 luminarias (Pág. 62; C17)
 - Piso 01 Diseño eficiente: 15 luminarias (Pág. 86; C16)

Obteniendo una reducción 07 luminarias

- Propuestas de luminarias en laboratorio en comedor se obtuvo una reducción de cantidad de luminarias:
 - Piso 02 Diseño Actual: 48 luminarias (Pág. 64; C20)
 - Piso 02 Diseño eficiente: 33 luminarias (Pág. 88; C21, C22)

Obteniendo una reducción 15 luminarias

- Se realizó el diseño del sistema de iluminación actual y la propuesta de diseño de iluminación (ahorro en un mediano plazo) para el Campus Universitario UTP - Sede Piura y se obtuvo lo siguiente:
 - El diseño actual de energía gastada en un término de 3 años será de 1015 Mwh.
 - La energía ahorrada con la propuesta del nuevo diseño de iluminación en 3 años será de 123 Mwh
 - Realizando una comparación se obtuvo que en 3 años el ahorro observado será del 12.09 % de energía eléctrica.

- Que realizando un nuevo diseño no generarían gastos extras sino solo se trabajaría con lo que se tienen en este momento solo realizar cambios adecuados y no afectaría a los estudiantes ni a los profesores.
- También se observó que las luminarias en algunas áreas son fluorescentes teniendo una vida útil de 1000 horas por lo que se realizará el cambio a luminarias tipo LED que tienen una vida útil de 30 000 horas. Así se usará los ya instalados y realizar de forma progresiva el cambio a luminarias tipo LED. Con estos cambios se puede llegar a tener un ahorro de s/ 6 991.20 a largo plazo (10 años)
- Realizando un nuevo diseño de instalación de luminarias en Dialux - Evo con los parámetros requeridos se observó que es un buen aliado puesto que teniendo las características del ambiente se puede realizar una buena distribución de luminarias, por cada piso y ambiente y de forma rápida, eficiente, puntual y exacta.

5.2. RECOMENDACIONES:

- Se obtuvo los cambios requeridos simplemente en un nuevo diseño, se recomienda que se realice los cambios de manera paulatina para que no se generen gastos extras realizando el nuevo diseño, los cambios se notarán en un mediano plazo.
- Que se respete el nuevo diseño ya que para los trabajos realizados en la institución se requiere buena iluminación, el diseño respetó la NORMA TECNICA EM 010 INSTALACIONES ELECTRICAS y la RM 375 – TR – 2008 (NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA), para que no les afecte negativamente en las labores de la institución.
- Si bien es cierto que se obtuvo un ahorro energético de un 12.09 % en 3 años, en un largo plazo 10 años se tiene un ahorro aproximado de un 40%.
- Se observó que las luminarias fluorescentes tienen poco tiempo de vida útil (1000 horas) mientras las luminarias tipo LED tienen una vida útil de (30 000 horas) por lo que se recomienda realizar el cambio progresivo de las luminarias ya que en un largo plazo se tiene un ahorro de 2 880 nuevos soles.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aguilar, I. *Physica: Conceptos fundamentales de la Física en 2° de Bachillerato*. Recuperado de www.juntadeandalucia.es

Bravo, A., & Pizano, A. (2016). *Mejora del alumbrado para las oficinas nacionales del inmueble reforma de la comisión federal de electricidad* (tesis de Pregrado). Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, México.
Clases de Iluminación (2014). *Fuentes de Luz*. Recuperado de www.clasesiluminacion.files.wordpress.com

Castro, M., & Posligua, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas* (Tesis Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

Chimborazo, J. (2015). *Identificación de riesgos del nivel de iluminación de aulas, talleres y laboratorios de la Facultad de Mecánica–ESPOCH bajo normas vigentes* (Tesis de Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Dávila, M. (2018). *Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2018*. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Ecoluz Led (2018). *10 Ventajas para iluminación Led en el Hogar*. Recuperado de www.ecoluzled.com

Iluminadecora (2015). *Luz Natural... Luz artificial*. Recuperado de www.iluminadecora.com

León A. (2007). *Lighting*, (Texto). Atlantic International University, Hawai.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019) *EM 010 - Norma*

Técnica de Instalaciones Eléctricas. Recuperado de <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/EM.010-2019.pdf>

Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo (2008) *RM 375 – TR – 2008 Norma básica de ergonomía*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/394457-375-2008-tr>.

O'Donell, B. & Sandoval J. *Fuentes Luminosas, Capítulo 4*. Recuperado de www.edutecne.utn.edu.ar

O., & de Andalucía, M. (2010). *Calidad del aire interior*. (Libro). Observatorio de Salud Medio Ambiente de Andalucía; Unión Europea.

Palacio, V. (2018). *Diseño de iluminación: Desarrollo, práctica y educación*. Recuperado de www.revista.unam.mx

Pavez, L & Ramos E. (2009) *Texto para el estudiante*. Recuperado de www.fisic.ch

Reyes Pérez, P. (2016). *Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores, Heredia*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Facultad de la tierra y el Mar Escuela de Ciencias Ambientales, Costa Rica.

Urrutia, J. (2019). *Diseño de iluminación led con control domótico para el ahorro de energía eléctrica y su complementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias*. (Tesis de Pregrado). Universidad Tecnológica del Perú, Perú.

VII. ANEXOS.

Anexo 01: Norma Técnica EM.010 – Requisitos mínimos de iluminación

REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
1.1	Zona privada					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
1.2	Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones
	Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx
	Rampas/andenes/patios de carga	150	25	0,40	40	
2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Sala de juegos	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias AV necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ T _{CP} < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorio de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,60	80	
	Vestíbulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escaleras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estanterías	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento
	Cocina	500	22	0,60	80	

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
3.1	Salas de uso general					
	Salas de espera	200	22	0,40	80	Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes
	Corredores: durante el día	100	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Corredores: durante la noche	50	22	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Ambientes para curaciones	500	19	0,60	80	
	Salas para consulta médica	500	16	0,60	90	T _{CP} 4 000 k, como mínimo
	Ascensores para personas y visitantes	100	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	E_m lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Ascensores de servicio y montacargas	200	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo
3.2	Salas de personal					
	Oficina del personal	500	19	0,60	80	
3.3	Salas de guardia, salas de maternidad					
	Iluminación general	100	19	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Iluminación para la lectura	300	19	0,70	80	
	Exámenes generales	300	19	0,60	80	
	Exámenes específicos y tratamiento de maternidad	1 000	19	0,70	90	
	Iluminación nocturna, iluminación de observación	5	-	-	80	
	Baños y tocadores para pacientes	200	22	0,40	80	
3.4	Salas de exámenes generales					
	Alumbrado general (Salas de examen)	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 5 000 K
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
3.5	Salas de examen ocular					
	Alumbrado general	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 5 000 K
	Exámenes ocular	1 000	-	-	90	
	Prueba de lectura y visión cromática con diagrama de visión.	500	16	0,70	90	
3.6	Salas de examen auditivo					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Examen auditivo	1 000		-	90	
3.7	Salas de escáner					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Escáners con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	-	80	
3.8	Salas de parto					
	Alumbrado general	300	19	0,60	90	
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
	Salas de tratamiento (general)					
	Salas de diálisis	500	19	0,60	80	
	Salas de dermatología	500	19	0,60	90	
	Salas de endoscopías	300	19	0,60	80	
	Salas de enyesar	500	19	0,60	80	
	Baños de médicos	300	19	0,60	80	
	Masaje y radioterapia	300	19	0,60	80	
3.9	Áreas de operación					
	Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	0,60	90	
	Sala de operaciones	1000	19	0,60	90	
	Quirófano			-		E_m : 10 000 lx a 100 000 lx
3.10	Unidad de cuidados intensivos					
	Iluminación general	100	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo
	Exámenes sencillos	300	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Exámenes y tratamiento	1 000	19	0,70	90	Iluminancia a nivel del suelo
	Vigilancia nocturna	20	19	-	90	
	Dentistas:					
	Iluminación general	500	19	0,60	90	La iluminación debe estar libre de deslumbramiento para el paciente
	En el paciente	1 000	-	0,70	90	
	Quirófano	-	-	-	-	En la Norma EN ISO 9680 se dan requisitos específicos
	Maquinado de diente blanco	-	-	-	-	En la Norma EN ISO 9680 se dan requisitos específicos
3.11	Laboratorios y farmacias					
	Alumbrado general	500	19	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	19	0,70	90	6 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
3.12	Salas de descontaminación					
	Salas de esterilización	300	22	0,60	80	
	Salas de desinfección	300	22	0,60	80	
3.13	Sala de autopsias y depósitos mortuorios					
	Alumbrado general	500	19	0,60	90	
	Mesa de autopsias y mesa de disección	5 000	-	-	90	Pueden requerirse valores mayores de 5 000 lx

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
4.1	Agricultura					
	Carga y operación de mercancías y equipos y maquinaria de manipulación de mercancías	200	25	0,40	80	
	Edificación para ganadería	50		0,40	40	
	Sala de veterinaria, establos para parir	200	25	0,40	80	
	Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	0,60	80	
	Panaderías					
	Preparación y horneado	300	22	0,60	80	
	Terminado, escarchado, decoración	500	22	0,70	80	
4.2	Cemento, artículos de cemento, concreto, ladrillos					
	Secado	50	28	0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	0,40	40	
	Trabajo en máquinas en general	300	25	0,60	80	
	Encofrado	300	25	0,60	80	

4.3	Cerámicas, tejas, vidrio, artículos de vidrio					
	Secado	50	28	0,40	20	
	Preparación, trabajo en máquinas en general	300	25	0,60	80	

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR_L	U_o	R_a	Requisitos específicos
	Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	0,60	80	
	Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	750	16	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1 500	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
4.4	Industria química, de plásticos y de caucho					
	Instalaciones de procesamiento operadas a distancia	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	0,40	40	
	Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones de procesamiento	300	25	0,60	80	
	Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	0,60	80	
	Producción farmacéutica	500	22	0,60	80	
	- fino, por ejemplo, teléfonos	750	19	0,70	80	
	- de precisión, por ejemplo, equipos de mediciones	1 000	16	0,70	80	
	Talleres de electrónica, ensayos, ajustes	1 500	16	0,70	80	
4.6	Productos alimenticios e industria de alimentos de lujo					

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _a	Requisitos específicos
	Puestos y zonas de trabajo en cervecerías, piso de germinación de malta, lavado, llenado de barriles, limpieza, cernido (cribado), peladura, cocinado en fábricas de conservas y chocolates, puestos y zonas de trabajo en fábricas de azúcar, secado y curado de tabaco en hoja, toneles (bodegas) de fermentación	200	25	0,40	80	
	Clasificación y lavado de productos, molienda (molturación), mezclado y envase	300	25	0,60	80	
	Puestos y zonas de trabajo en mataderos, carnicerías, lecherías, pisos de filtros, refinerías de azúcar	500	25	0,60	80	
	Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	0,60	80	
	Fabricación de alimentos finos, cocinas, fabricación de tabacos y cigarrillos	500	22	0,60	80	
	Inspección de envases (vidrio) y botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	0,60	80	
	Laboratorios	500	19	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K

	Producción de neumáticos	500	22	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Corte, acabado, inspección	750	19	0,70	80	
4.5	Industria eléctrica					
	Fabricación de cable e hilos	300	25	0,60	80	
	Bobinado:					
	- Bobinas grandes	300	25	0,60	80	
	- Bobinas de tamaño mediano	500	22	0,60	80	
	- Bobinas pequeñas	750	19	0,70	80	
	Impregnación de devanados	300	25	0,60	80	
	Galvanización	300	25	0,60	80	
	Trabajo de montaje:					
	- obra gruesa, por ejemplo, transformadores grandes	300	25	0,60	80	
	- mediano, por ejemplo, centros generales de distribución	500	22	0,60	80	

4.7	Fabricación de piezas de metal (fundiciones, colada de metales y similares)					
	Túneles soterrados sótanos, etc.	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Preparación de arena	200	25	0,40	80	
	Local de desarenado	200	25	0,40	80	
	Puestos de trabajo en cubilote y mezclador	200	25	0,40	80	
	Patio de fundición	200	25	0,40	80	
	Áreas de desmoldeo	200	25	0,40	80	
	Máquina moldeadora	200	25	0,40	80	
	Moldeo manual y de machos	300	25	0,40	80	
	Fundición en coquillas	300	25	0,60	80	
4.8	Fundiciones y colada de metales					
	Salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina	150				
	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión	300				
	Trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles	300				
	Trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos	500				
	Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos	1500				
	Salas y paneles de control	500				
	Revisión prolija de artículos, corte y trazado	1000				

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Túneles, galerías subterráneas					En los primeros ochenta (80) metros de la bocamina se deben instalar fluorescentes de 36W espaciados, por lo menos cada cinco (05) metros
4.9	Cuero y artículos de cuero					
	Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	0,40	40	
	Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	0,40	80	
	Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, punteadora, cosido, pulido, conformado, corte, punzonado	500	22	0,60	80	
	Clasificación	500	22	0,60	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Teñido del cuero (a máquina)	500	22	0,60	80	
	Control de la calidad	1 000	19	0,70	80	
	Inspección del color	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Elaboración de calzado	500	22	0,60	80	
	Elaboración de guantes	500	22	0,60	80	
4.10	Trabajo y tratamiento de metales					
	Forjado con estampa abierta	200	25	0,60	60	
	Forjado por estampación (en caliente), soldadura, extrusión en frío	300	25	0,60	60	
	Maquinado grueso y medio: tolerancias > 0,1 mm	300	22	0,60	60	
	Maquinado de precisión: rectificado: tolerancias < 0,1 mm	500	19	0,70	60	
	Marcado (trazado); inspección	750	19	0,70	60	
	Plantillas de dibujo de alambres y tuberías	300	25	0,60	60	
	Maquinado de planchas > 5 mm	200	25	0,60	60	
	Labrado (metalisterías) de chapas < 5 mm	300	22	0,60	60	
	Elaboración de herramientas: fabricación de equipos de corte	750	19	0,70	60	
	Montaje:					
	- grueso	200	25	0,60	80	
	- medio	300	25	0,60	80	
	- fino	500	22	0,60	80	
	- de precisión	750	19	0,70	80	
	Galvanización	300	25	0,60	80	
	Preparación y pintura de las superficies	750	25	0,70	80	
	Elaboración de herramientas, plantillas y taladradores; mecánica de precisión, micromecánica	1 000	19	0,70	80	
4.11	Papel y artículos de papel					
	Molinos de pulpa, muelas verticales	200	25	0,40	80	
	Fabricación y procesamiento del papel, maquinaria papelera y de corrugación, fabricación de cartones y cartulinas	300	25	0,60	80	

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Trabajo normal de encuadernación de libros, por ejemplo, doblado, clasificación, encolado, corte, estampado en relieve, cosido	500	22	0,60	60	
4.12	Centrales de energía eléctrica					
	Planta de suministro de combustible	50		0,40	20	Los colores de seguridad son reconocibles
	Casa de calderas	100	28	0,40	40	
	Salas de máquinas	200	25	0,40	80	
	Locales auxiliares, por ejemplo, cuartos de bombas, cuartos de condensadores, cuartos de paneles eléctricos, etc.	200	25	0,40	60	
	Cuartos de control	500	16	0,70	80	1. Los paneles de control están a menudo en vertical 2. Puede requerirse regulación de flujo luminoso
4.13	Imprentas					
	Corte, dorado, estampado, grabado en bloque, trabajo en sillares y platinas, imprentas, elaboración de matrices (moldes)	500	19	0,60	80	
	Clasificación del papel e impresión a mano	500	19	0,60	80	
	Linotipia, retoque, litografía	1 000	19	0,70	80	
	Inspección de colores en impresión multicolor	1 500	16	0,70	90	5 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Grabado en acero y cobre	2 000	16	0,70	80	
4.14	Laminación, instalaciones siderúrgicas					
	Plantas de producción sin intervención manual	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Plantas de producción con operación manual ocasionalmente	150	28	0,40	40	
	Plantas de producción con operación manual continuamente	200	25	0,60	80	
	Almacén de palanquilla	50	28	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Hornos	200	25	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Tren de laminación, bobinador, línea de cizallamiento	300	25	0,60	40	
	Plataformas de control, paneles de control	300	22	0,60	80	
	Ensayo, medición e inspección	500	22	0,60	80	
	Túneles soterrados (tamaño humano), cintas transportadoras, sótanos, etc.	50	28	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Hilado, plegado, devanado, urdidura, tejeduría, trenzado, de punto tejido	500	22	0,60	80	Prevenir los efectos estroboscópicos
	Urdimbre, tejido, trenzado, tricotado	500	22	0,60	80	Prevenir los efectos estroboscópicos
	Costura, tejidos finos de punto, dar puntadas	750	22	0,70	90	
	Diseño manual, dibujo de patrones	750	22	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Acabado, teñido	500	22	0,60	80	
	Cuarto de secado	100	28	0,40	60	
	Impresión automática en géneros	500	25	0,60	80	
	Despizado, batanado, galonado	1 000	19	0,70	80	
	Inspección de colores, control de tejidos	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Zurcido invisible	1 500	19	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Fabricación de sombreros	500	22	0,60	80	
4.16	Fabricación de vehículos					
	Carrocería y ensamblaje	500	22	0,60	80	
	Pintura, cámara de pintar (con pistola), cámara de pulir	750	22	0,70	80	
	Pintura: retoque, inspección	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Tapicería (vestidura) manual	1 000	19	0,70	80	
	Inspección final	1 000	19	0,70	80	
	Servicios generales de vehículos, reparación y ensayos	300	22	0,60	80	Se debe considerar iluminación local
4.17	Industria maderera y su tratamiento					
	Procesamiento automático, por ejemplo, fabricación de madera contrachapada seca	50	28	0,40	40	
	Fosos de vapor	150	28	0,40	40	
	Bastidor de sierra	300	25	0,60	60	Prevenir efectos estroboscópicos
	Trabajo en banco de ebanista, encolado, montaje	300	25	0,70	80	
	Pulido, pintado, ebanistería de fantasía	750	22	0,60	80	
	Trabajo en máquinas de carpintería, por ejemplo, torneado, ranurado, cepillado, ranurado, corte, aserrado, vertedero	500	19	0,70	80	Prevenir efectos estroboscópicos
	Selección de maderas en chapas, mosaicos de madera, trabajo de incrustación	750	22	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Marquetería, incrustación en madera	750	22	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K
	Control de calidad, inspección	1 000	19	0,70	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K

5. COMERCIO						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
5.1	Tiendas					
	Área de ventas	500	22	0,60	80	
	Área de (cajas) contadoras	500	19	0,60	80	
	Mostrador (mesa) de envolver	500	19	0,60	80	

5. COMERCIO						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
5.2	Áreas comunes					
	Vestíbulo de entrada	100	22	0,40	80	UGR sólo si es aplicable
	Guardarropas	200	25	0,40	80	
	Salones	200	22	0,40	80	
	Oficinas de taquillas	300	22	0,60	80	
5.3	Restaurantes y hoteles					
	Carpeta de recepción/cajero, mesa de conserje	300	22	0,60	80	
	Cocina	500	22	0,60	80	Debe haber una zona de transición entre cocina y restaurante
	Restaurante, comedor, salón multiuso	-	-	0,60	80	El alumbrado debe diseñarse para crear la atmósfera apropiada
	Restaurante de autoservicio	200	22	0,40	80	
	Buffet (comidas frías)	300	22	0,60	80	
	Salas de conferencias	500	19	0,60	80	El alumbrado debe ser controlable
	Corredores (pasillos)	100	25	0,40	80	Durante la noche son aceptables niveles inferiores
	Cantinas, tabernas	200	22	0,40	80	
5.4	Teatros, salas de conciertos, salas de cines					
	Teatros y salas de concierto	300	22	0,60	80	
	Salas multipropósito	200	22	0,60	80	Iluminación a nivel del suelo
	Locales de ejercicios, vestidores	200	22	0,50	80	La iluminación de espejos para maquillaje debe estar libre de deslumbramientos. El deslumbramiento perturbador debería evitarse en los espejos para maquillaje
	Museos (general)	300	25	0,40	80	Iluminación a nivel del suelo
5.5	Ferias, pabellones de exposiciones					
	Alumbrado general	300	22	0,40	80	
5.6	Peluquerías					
	Trabajo de peluquería	500	19	0,60	90	
5.7	Fabricación de joyas y relojes					
	Trabajo con piedras preciosas	1 500	16	0,70	90	4 000 K ≤ TCP ≤ 6 500 K
	Manufactura de joyas	1 000	16	0,70	90	
	Fabricación (manual) de relojes	1 500	16	0,70	80	
	Fabricación (automática) de relojes	500	19	0,60	80	
5.8	Lavanderías y limpieza en seco					
	Entrada de la ropa, marcado y clasificación	300	25	0,60	80	
	Lavado (normal) y en seco	300	25	0,60	80	
	Planchado, calandria (prensado)	300	25	0,60	80	
	Inspección y arreglos	750	19	0,70	80	

6. OFICINAS						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _a	Requisitos específicos
	Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	0,40	80	
	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	0,60	80	
	Estación de trabajo CAD	500	19	0,60	80	
	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	
	Archivos	200	25	0,40	80	

7. SERVICIOS COMUNALES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _a	Requisitos específicos
7.1	Museos					
	Obras exhibidas insensibles a la luz					La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación
	Obras exhibidas sensibles a la luz					1. La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación 2. Es imprescindible la protección contra la radiación dañina
7.2	Bibliotecas					
	Estanterías (de libros)	200	19	0,40	80	
	Áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Mostradores	500	19	0,60	80	
7.3	Templos					
	Nave de iglesia	100	25		80	
	Asientos, altar, púlpito	300	22		80	

8. RECREACIÓN Y DEPORTES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _a	Requisitos específicos
	Salas para ejercicios físicos	300	22	0,40	80	
	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	En cada baño individual si está completamente cerrado.

9. TRANSPORTE Y COMUNICACIONES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _a	Requisitos específicos
9.1	Aeropuertos					
	Salones de llegadas y partidas, áreas de recogida de equipaje	200	22	0,40	80	
	Áreas de conexión, escaladores (mecánicos), cintas transportadoras	150	22	0,40	80	
	Mostradores de información, carpeta de chequear	500	19	0,70	80	
	Aduana y control de pasaportes	500	19	0,70	80	Tiene que proporcionarse reconocimiento facial

9. TRANSPORTE Y COMUNICACIONES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Áreas de espera	200	22	0,40	80	
	Depósitos de equipajes	200	25	0,40	60	
	Áreas de chequeo de seguridad	300	19	0,60	80	
	Torre de control de tráfico	500	16	0,60	80	1. La iluminación debe ser regulable 2. Se debe evitar el deslumbramiento de luz diurna 4. Deben evitarse reflejos en ventanas, especialmente de noche
	Hangares de pruebas y reparaciones	500	22	0,60	80	
	Área de prueba de máquinas	500	22	0,60	80	
	Áreas de medición en hangares	500	22	0,40	80	
9.2	Terrapuetos					
	Andenes completamente cubiertos,	100	-		40	1. Prestar especial atención al borde de la plataforma 2. Evitar el deslumbramiento para conductores de vehículos 3. Iluminancia a nivel del suelo
	Pasos subterráneos de pasajeros,	50	28	0,50	40	Iluminancia a nivel del suelo
	Sala de taquillas y vestíbulo	200	28	0,50	40	

	Salas de espera	200	22	0,50	80	
	Vestíbulos de entrada, vestíbulos de estación	200	-	0,40	80	
	Salas de contadores y máquinas	200	28	0,40	60	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Túneles de acceso	50	-	0,40	20	Iluminancia a nivel del suelo
	Naves de mantenimiento y servicio	300	22	0,40	60	

10. ESTACIONAMIENTOS						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Rampas entrada / salida (durante el día)	300	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Rampas entrada / salida (durante la noche)	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Calles interiores	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Áreas de parqueo	75	-	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad 3. Una elevada iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de las caras de las personas y, por ello, la sensación de seguridad
	Caja	300	19	0,60	80	1. Deben evitarse los reflejos en las ventanas 2. Debe prevenirse el deslumbramiento desde el exterior

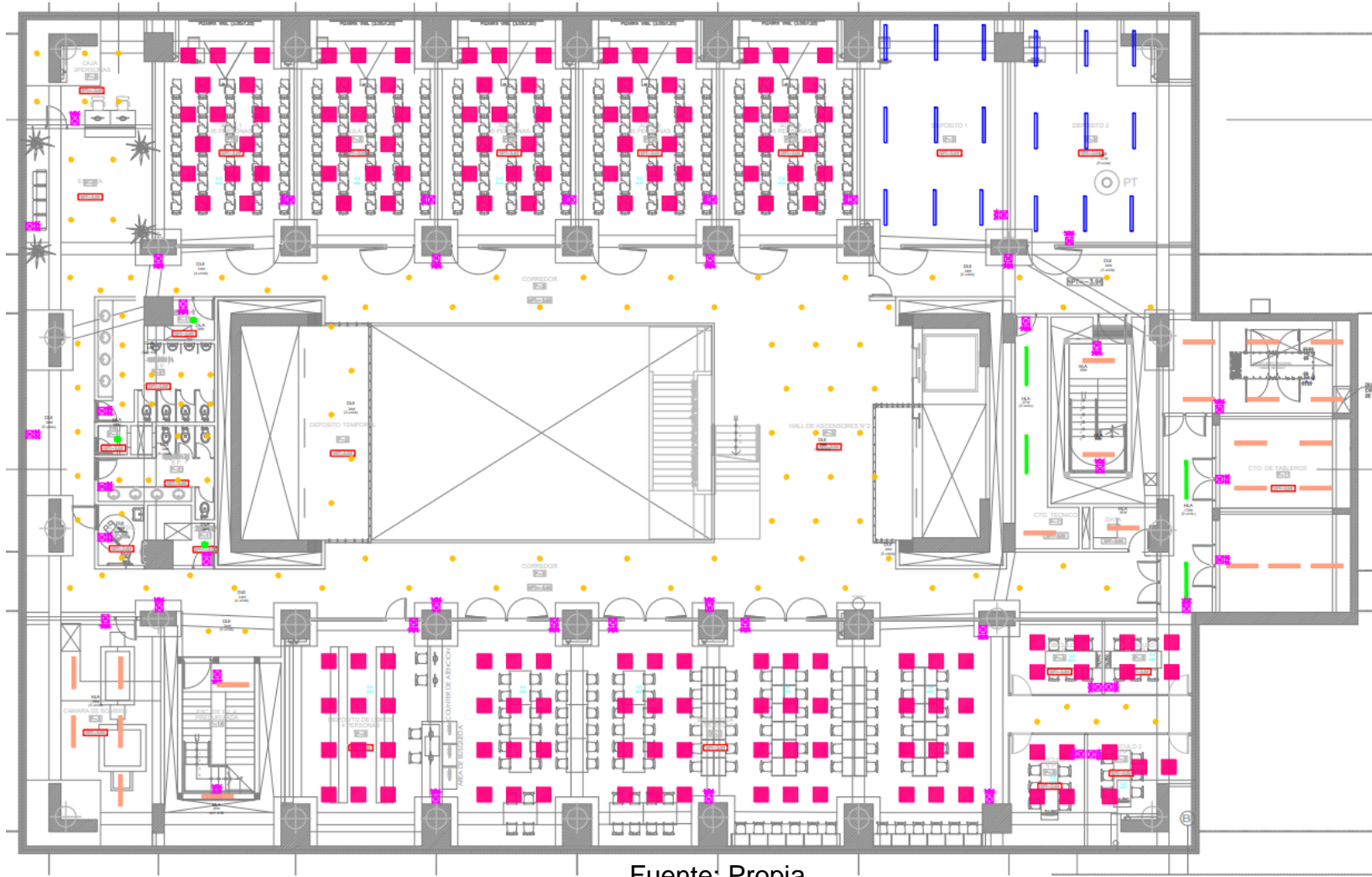
Anexo 02: Resolución Ministerial N° 375-2008-TR

31. Los niveles mínimos de iluminación que deben observarse en el lugar de trabajo son los valores de iluminancias establecidos por la siguiente tabla:

ÁREA DE TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	TRABAJO	
(Lux)		
En exteriores: distinguir el área de tránsito, Estacionamientos	Áreas generales exteriores: patios y	20
Áreas generales interiores: almacenes de		
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en 50 minas subterráneas, iluminación de emergencia.	
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco máquina	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de	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

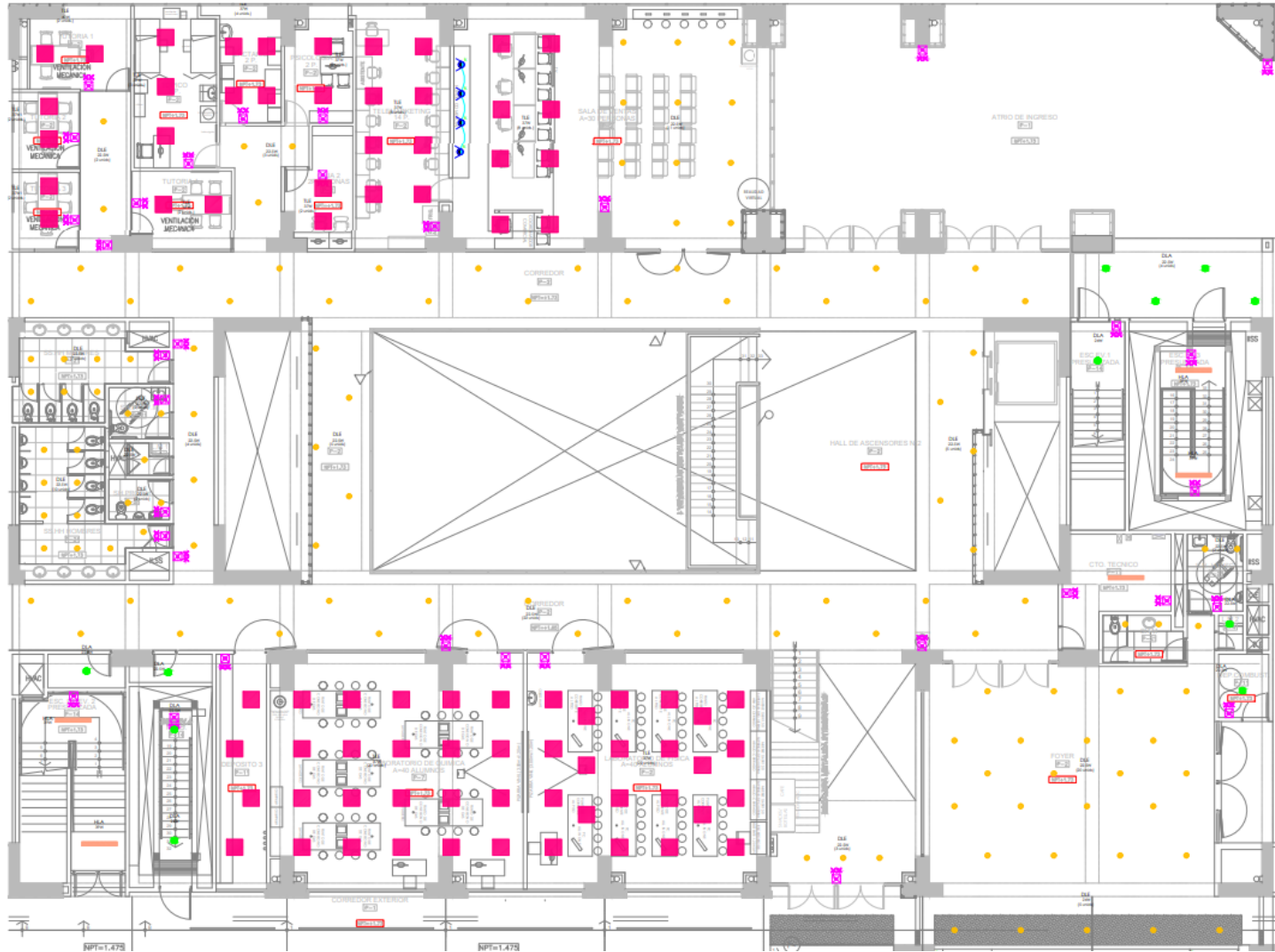
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble e inspección	Talleres de precisión: salas de cómputo, moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado 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 y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.		1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.		2000

Anexo 03: Diseño lumínico actual del Sótano 1



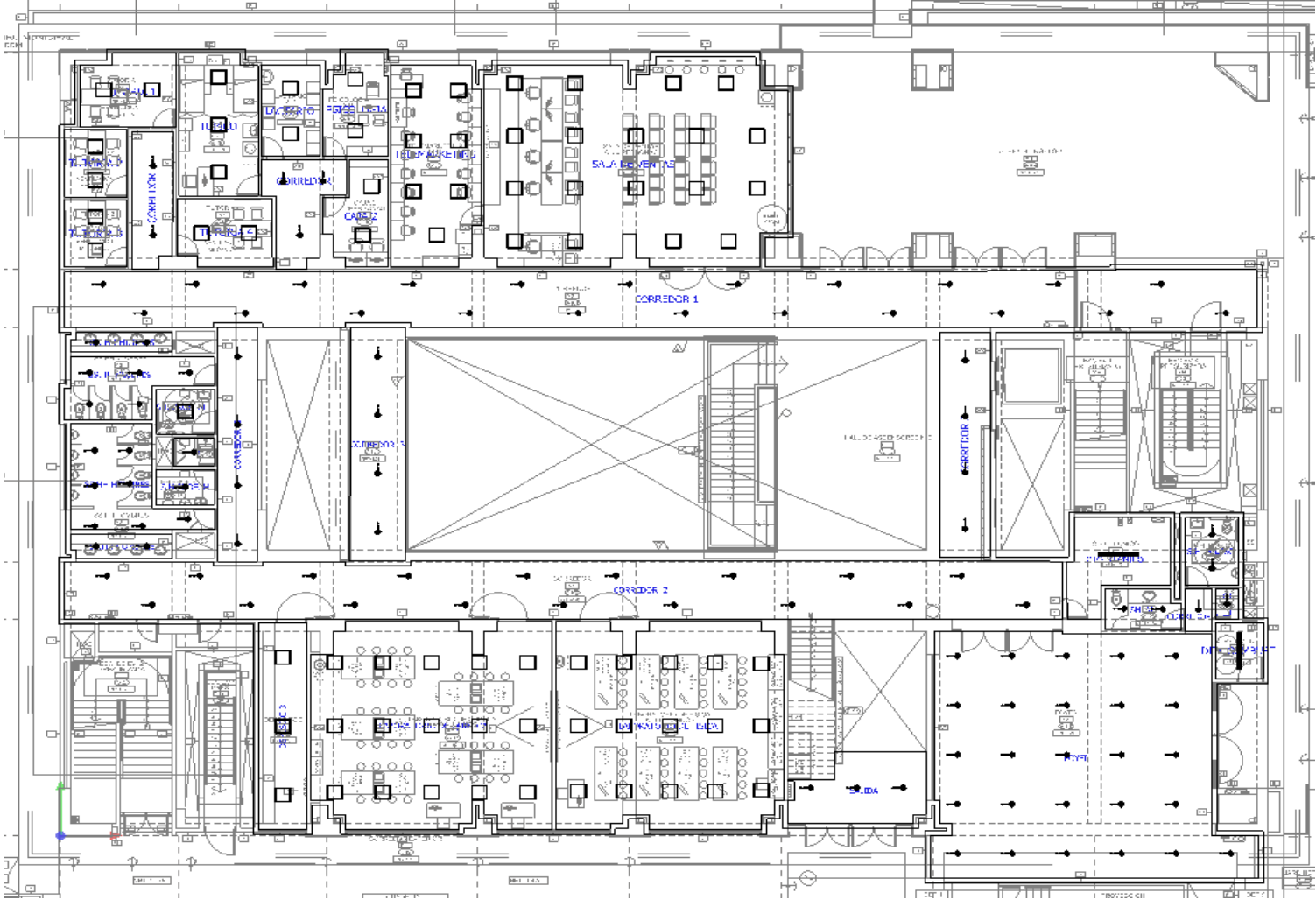
Fuente: Propia

Anexo 05: Diseño lumínico actual del Piso 1



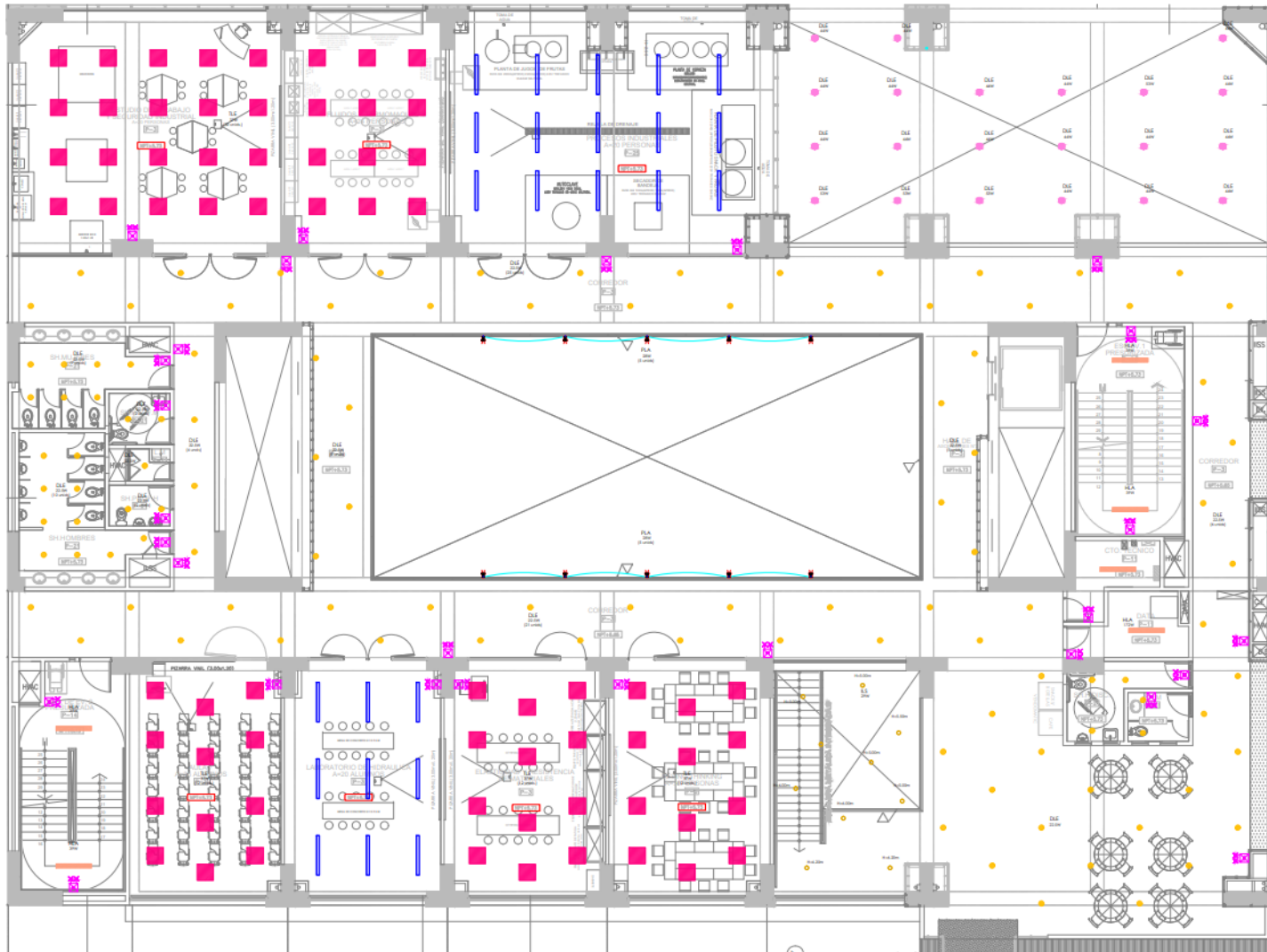
Fuente: Propia

Anexo 06: Diseño lumínico eficiente del Piso 1



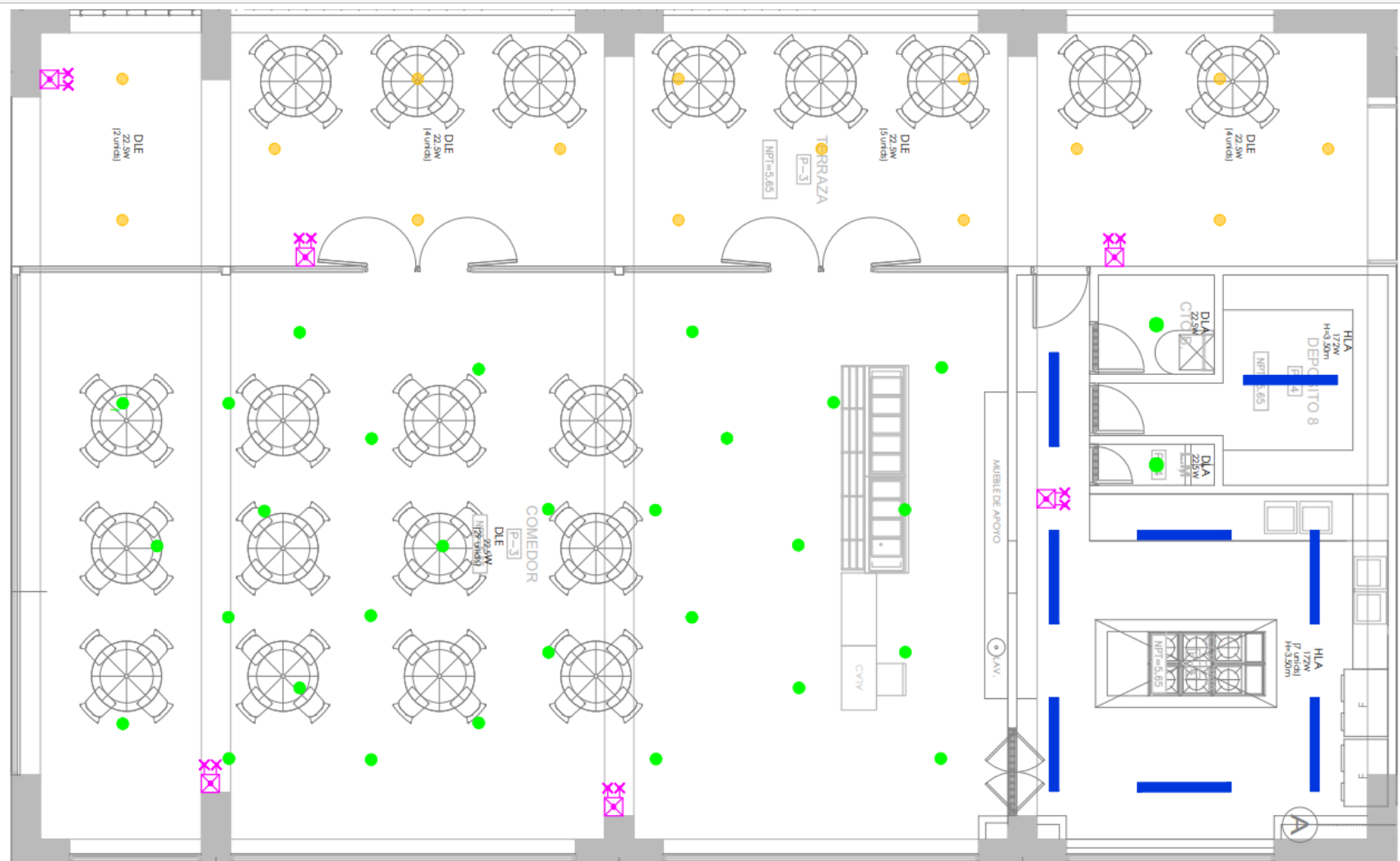
Fuente: Propia

Anexo 07: Diseño lumínico actual del Piso 2



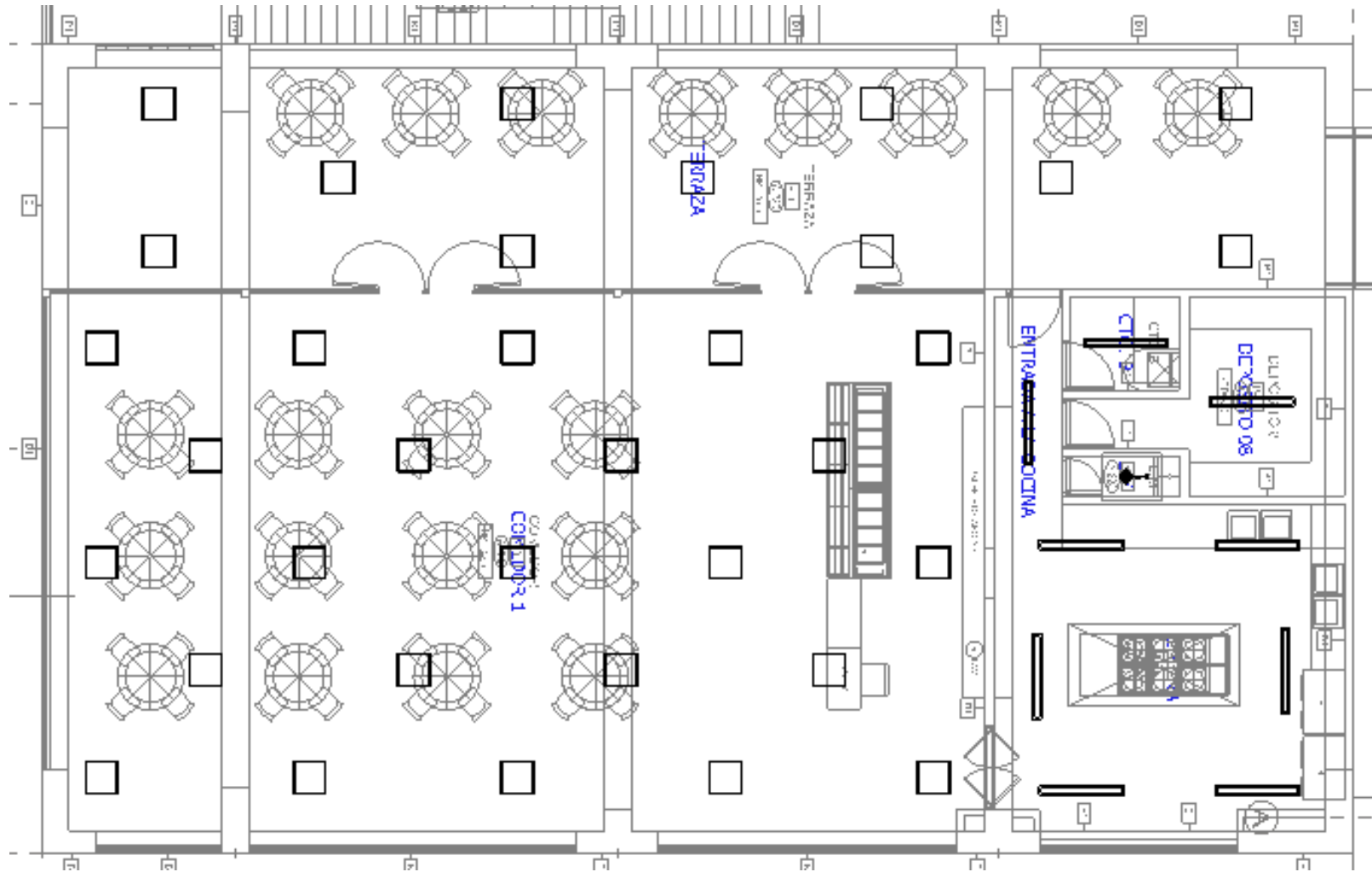
Fuente: Propia

Anexo 09: Diseño lumínico actual de la Cafetería



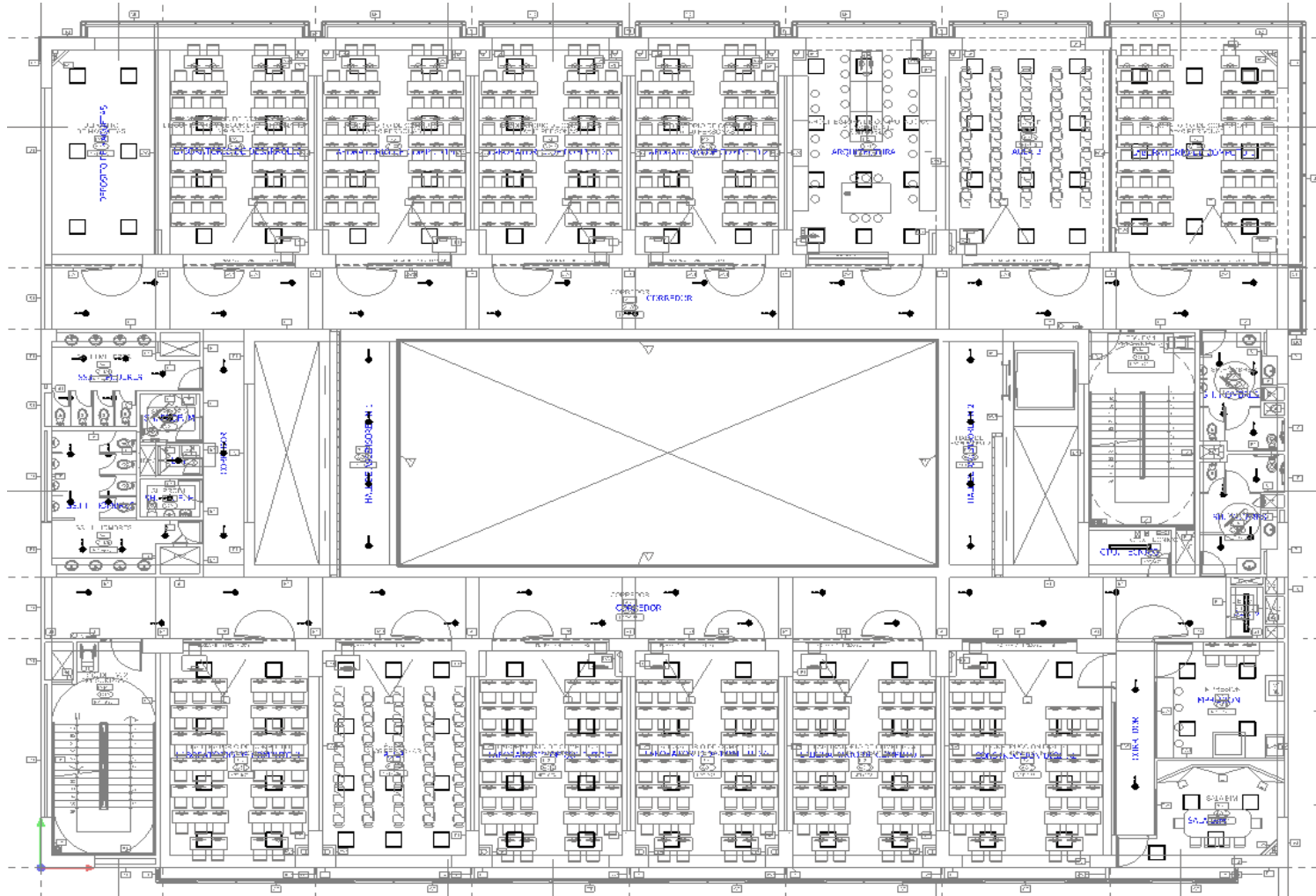
Fuente: Propia

Anexo 10: Diseño lumínico eficiente de la Cafetería



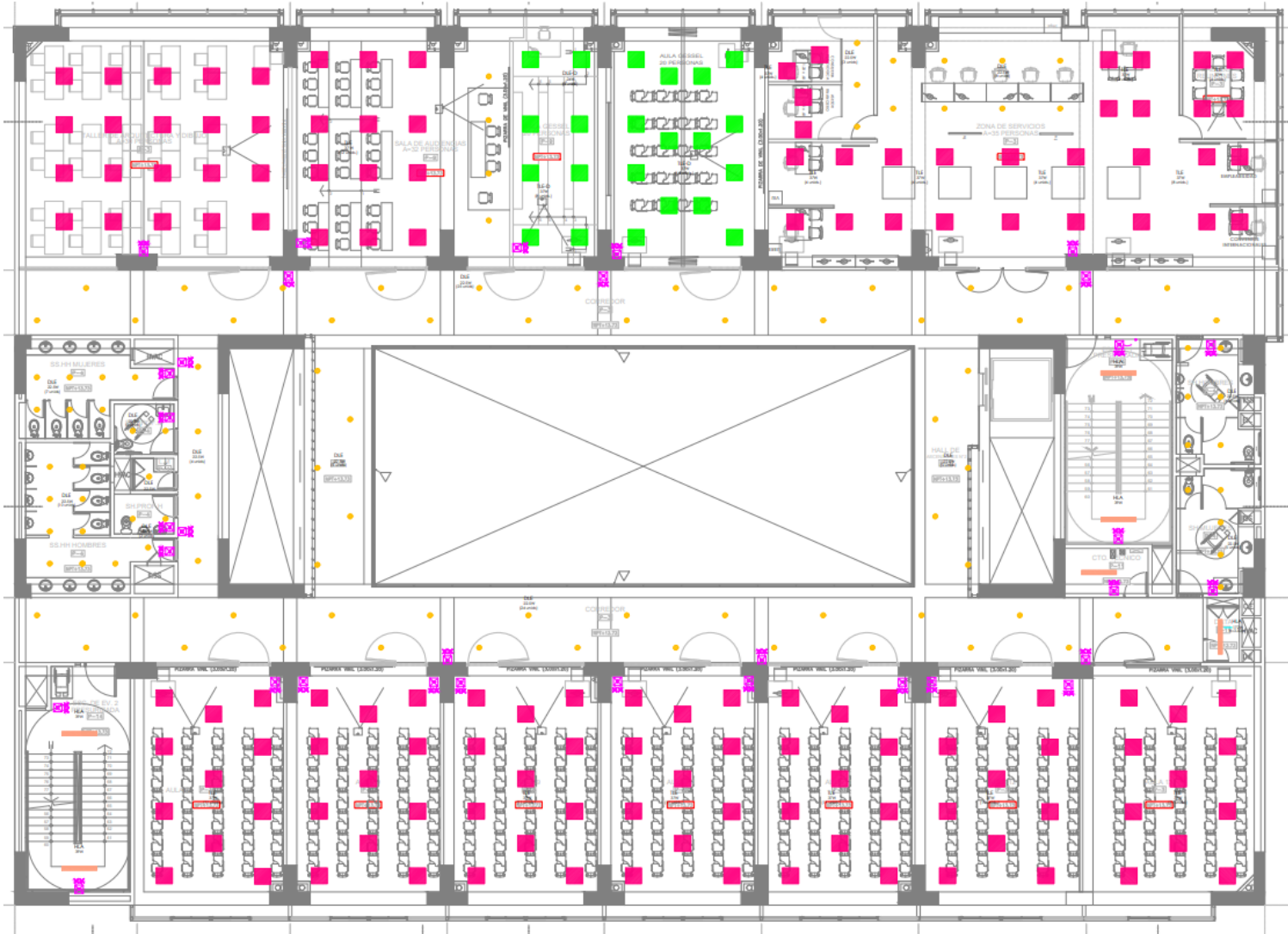
Fuente: Propia

Anexo 12: Diseño lumínico eficiente del Piso 3



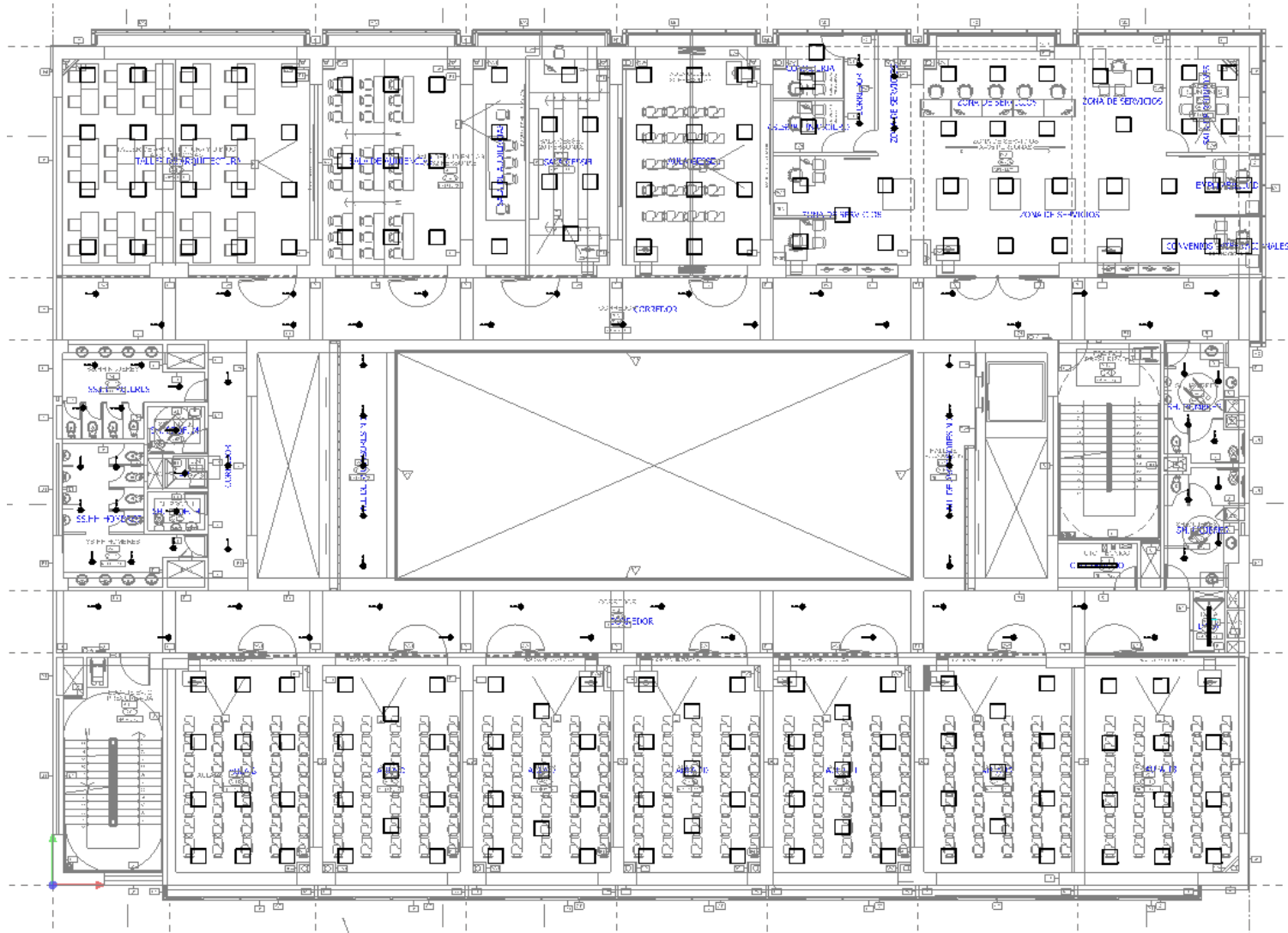
Fuente: Propia

Anexo 13: Diseño lumínico actual del Piso 4



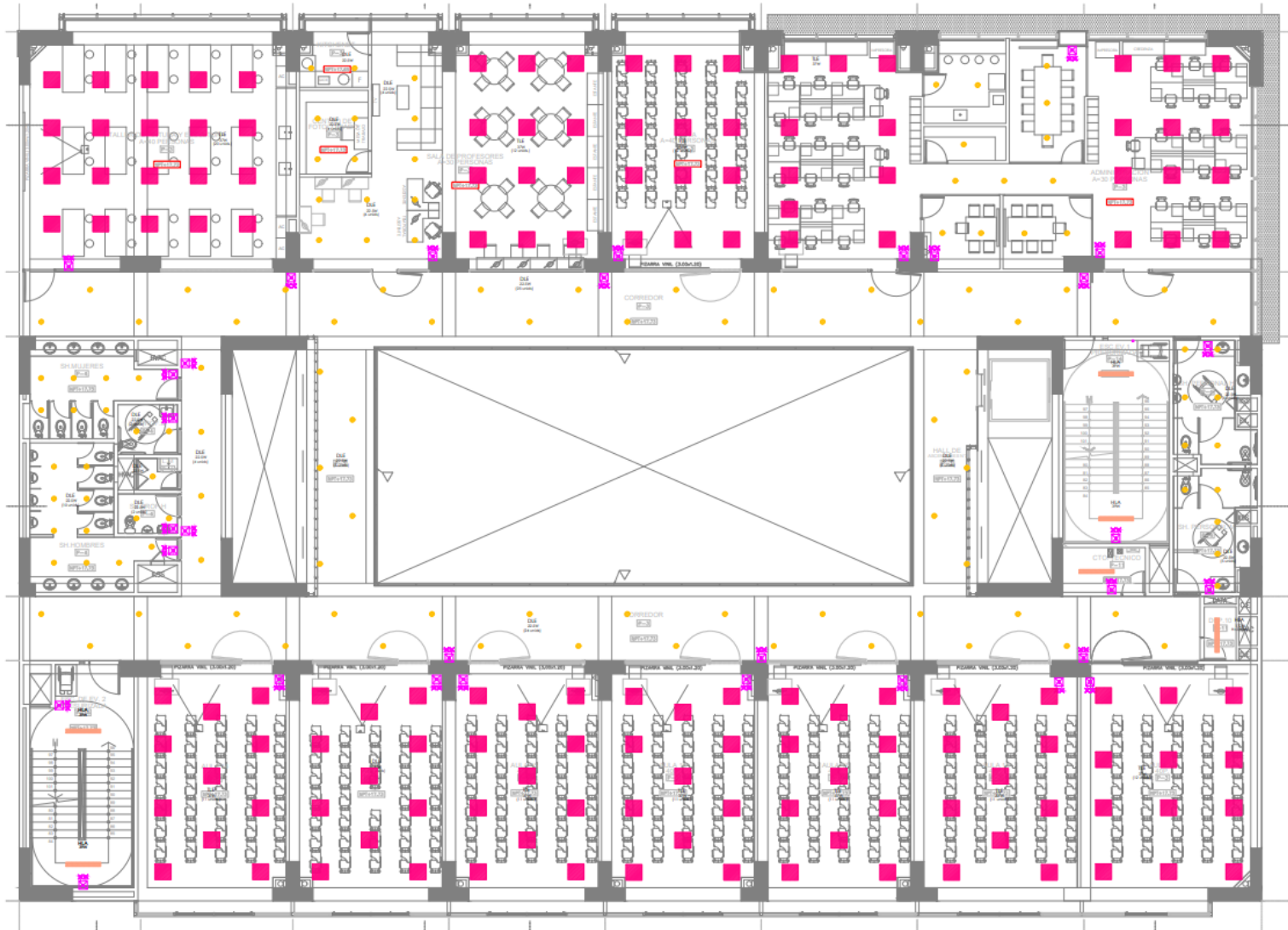
Fuente: Propia

Anexo 14: Diseño lumínico eficiente del Piso 4



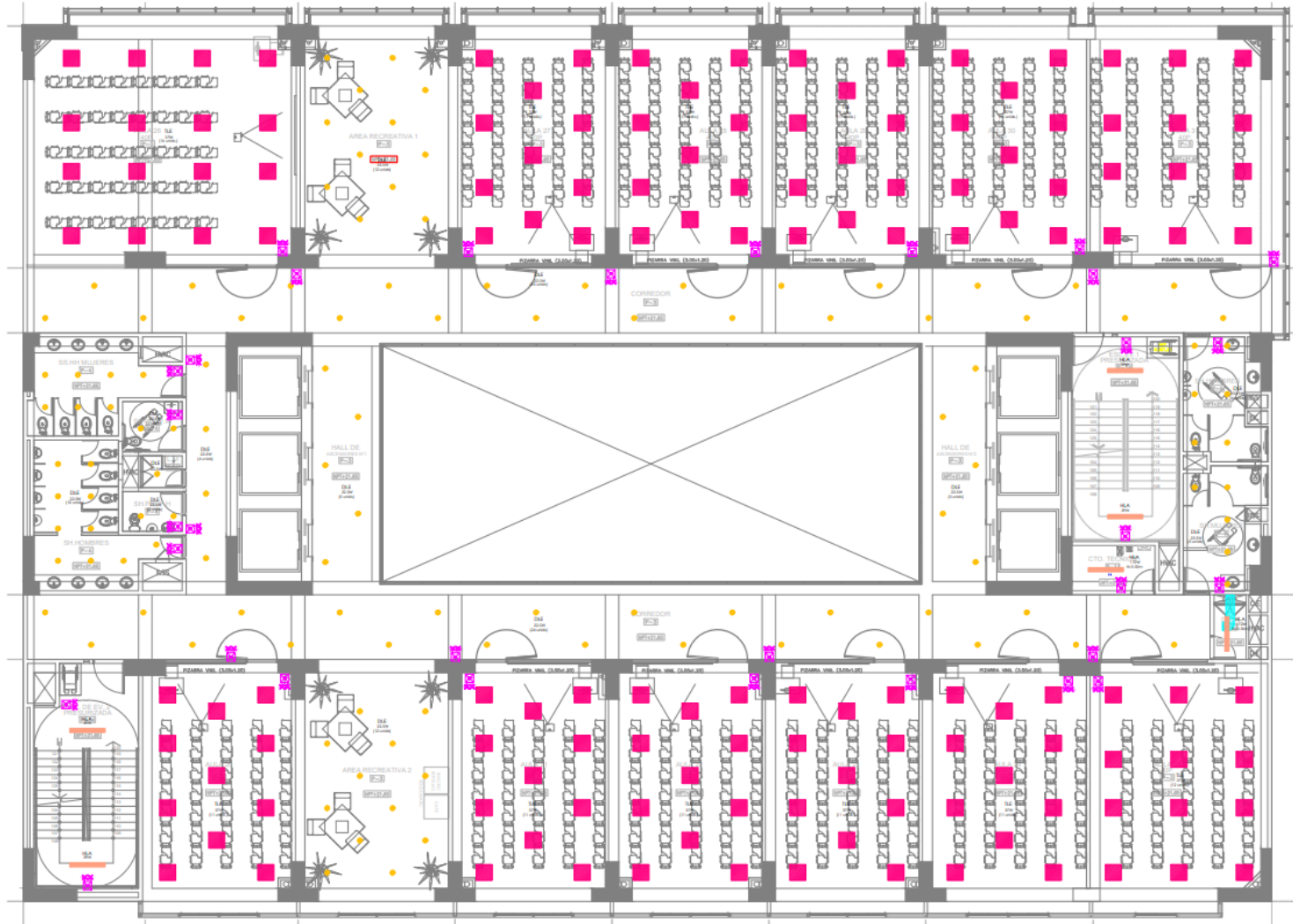
Fuente: Propia

Anexo 15: Diseño lumínico actual del Piso 5



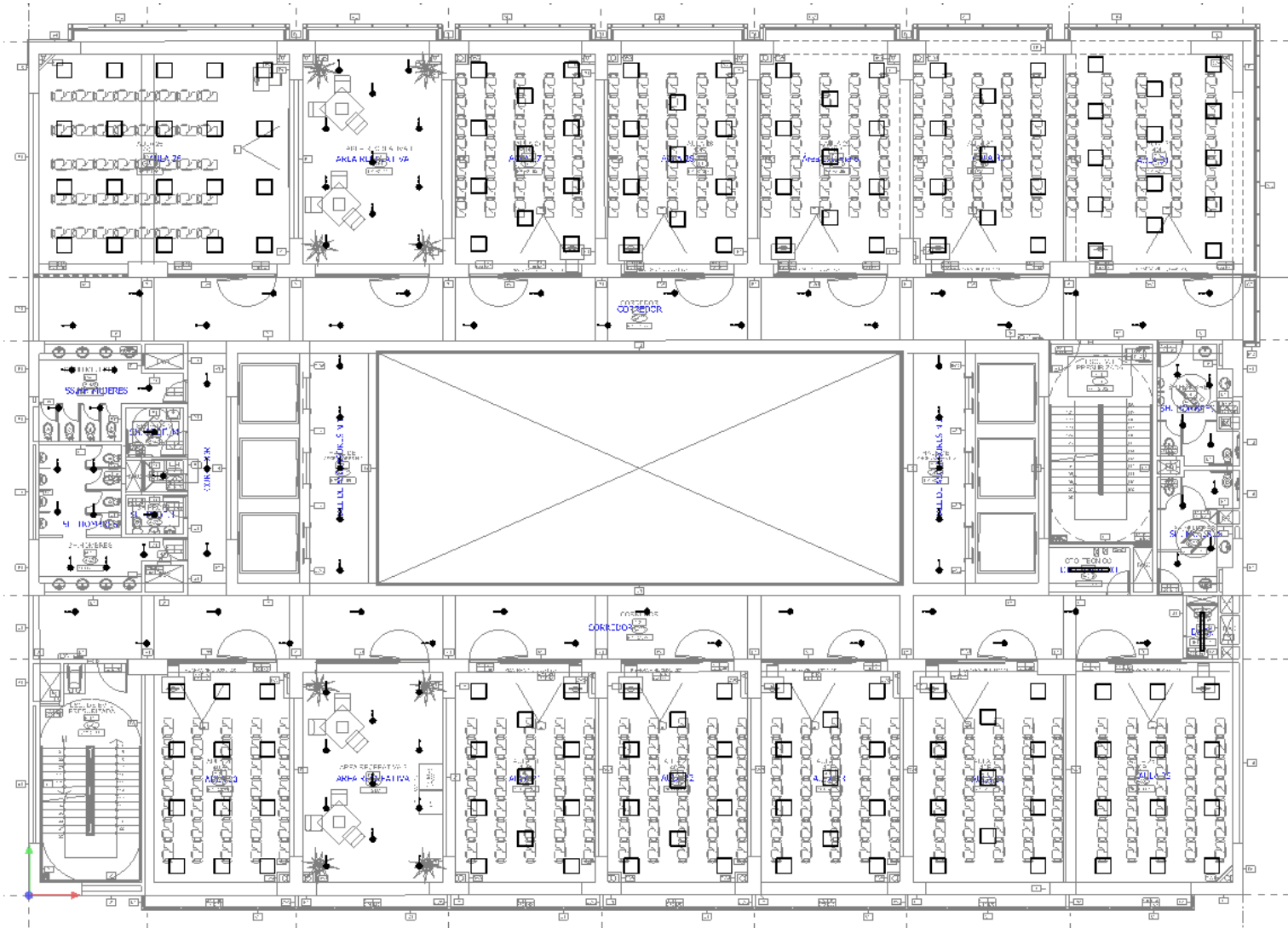
Fuente: Propia

Anexo 17: Diseño lumínico actual del Piso 6



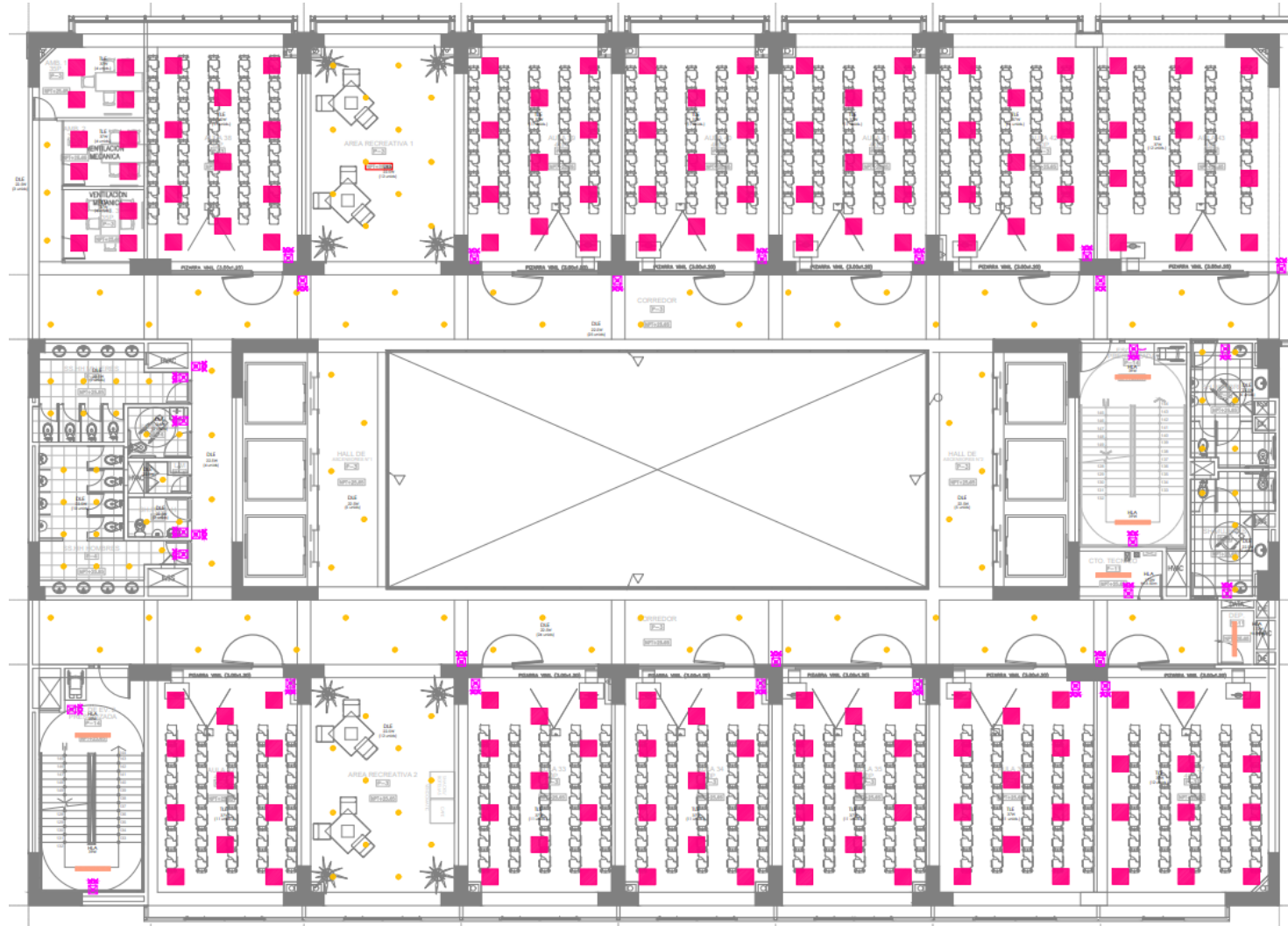
Fuente: Propia

Anexo: 18 Diseño lumínico eficiente del Piso 6



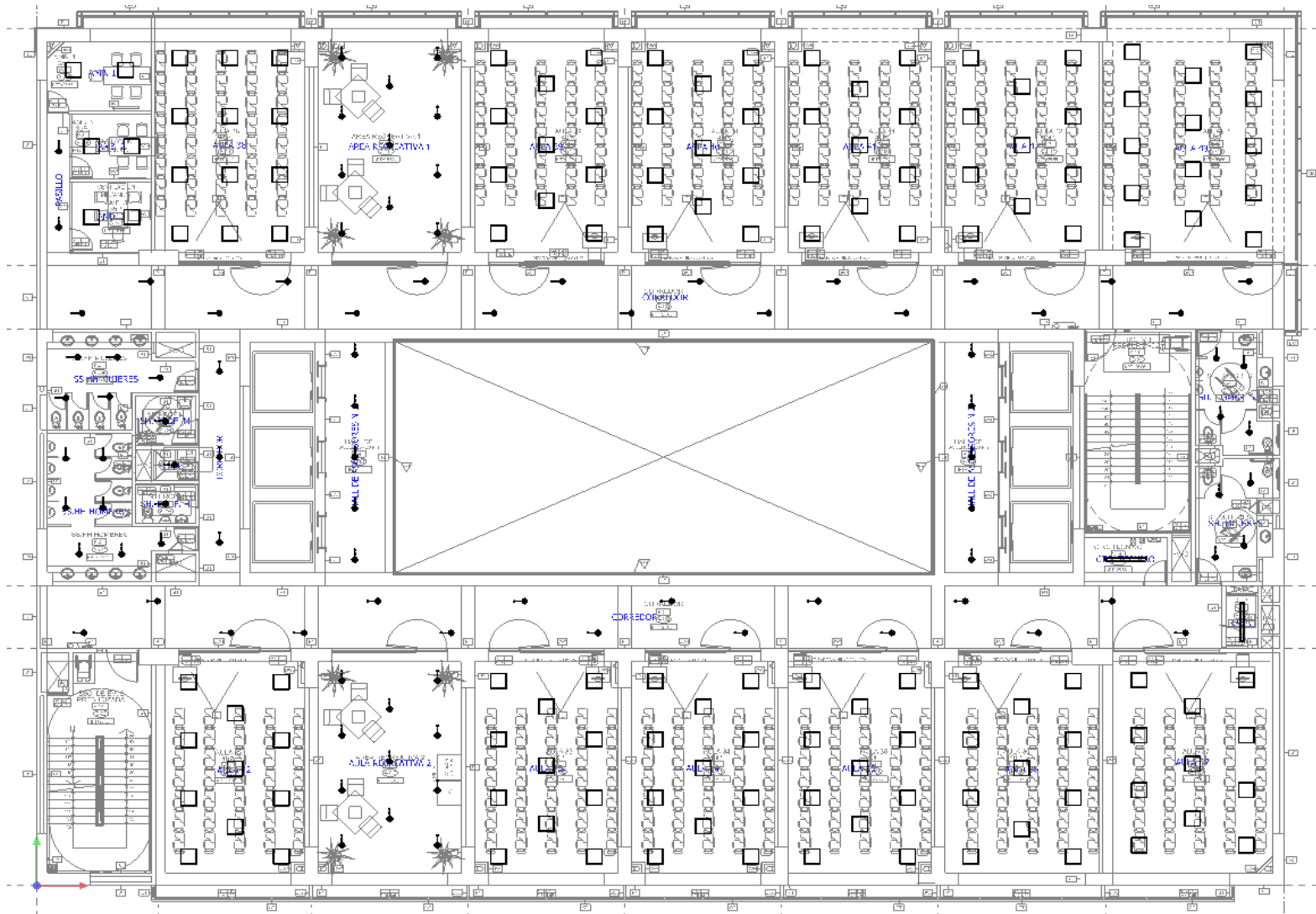
Fuente: Propia

Figura 19: Diseño lumínico actual del Piso 7



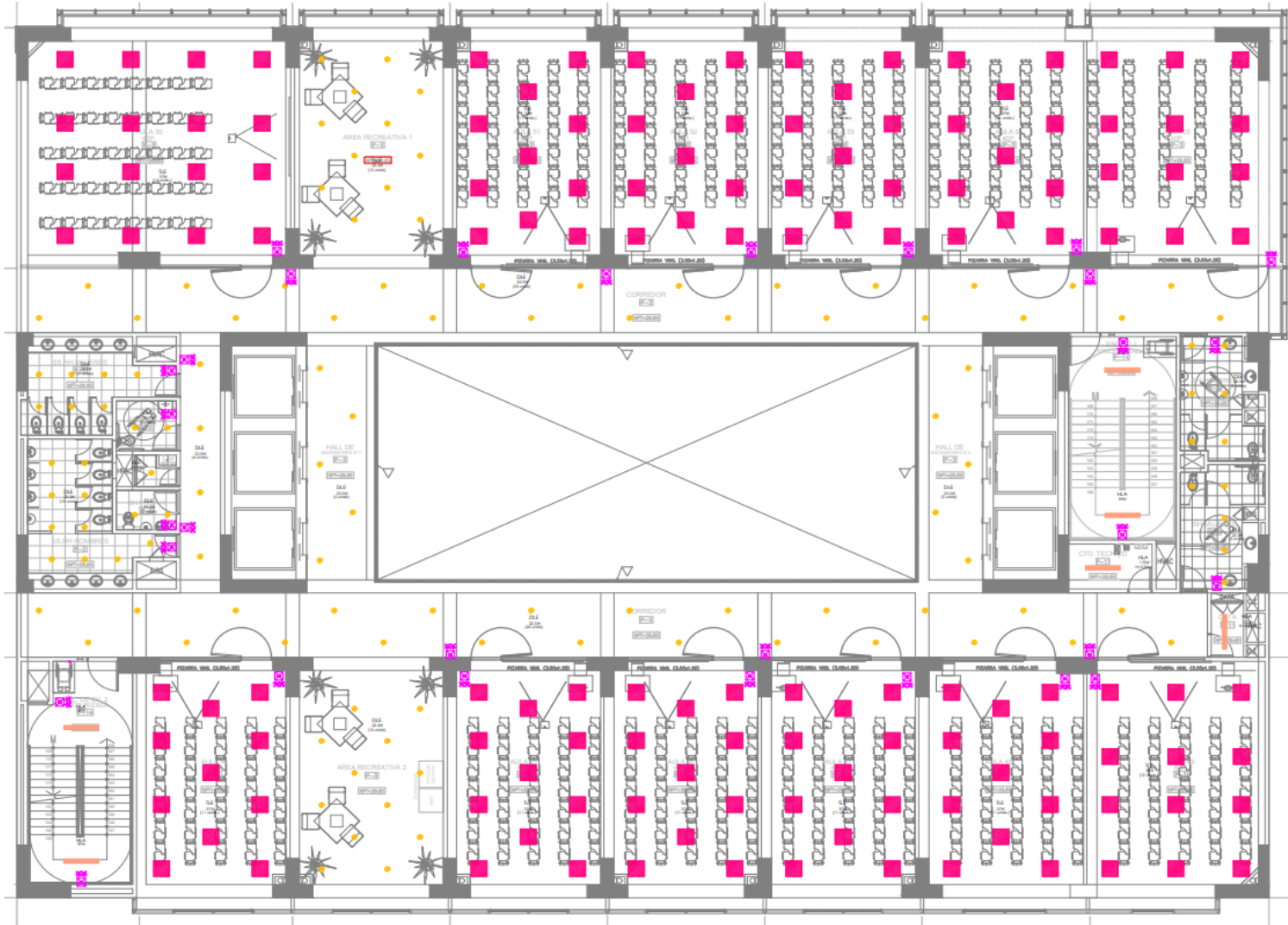
Fuente: Propia

Anexo 20: Diseño lumínico eficiente del Piso 7



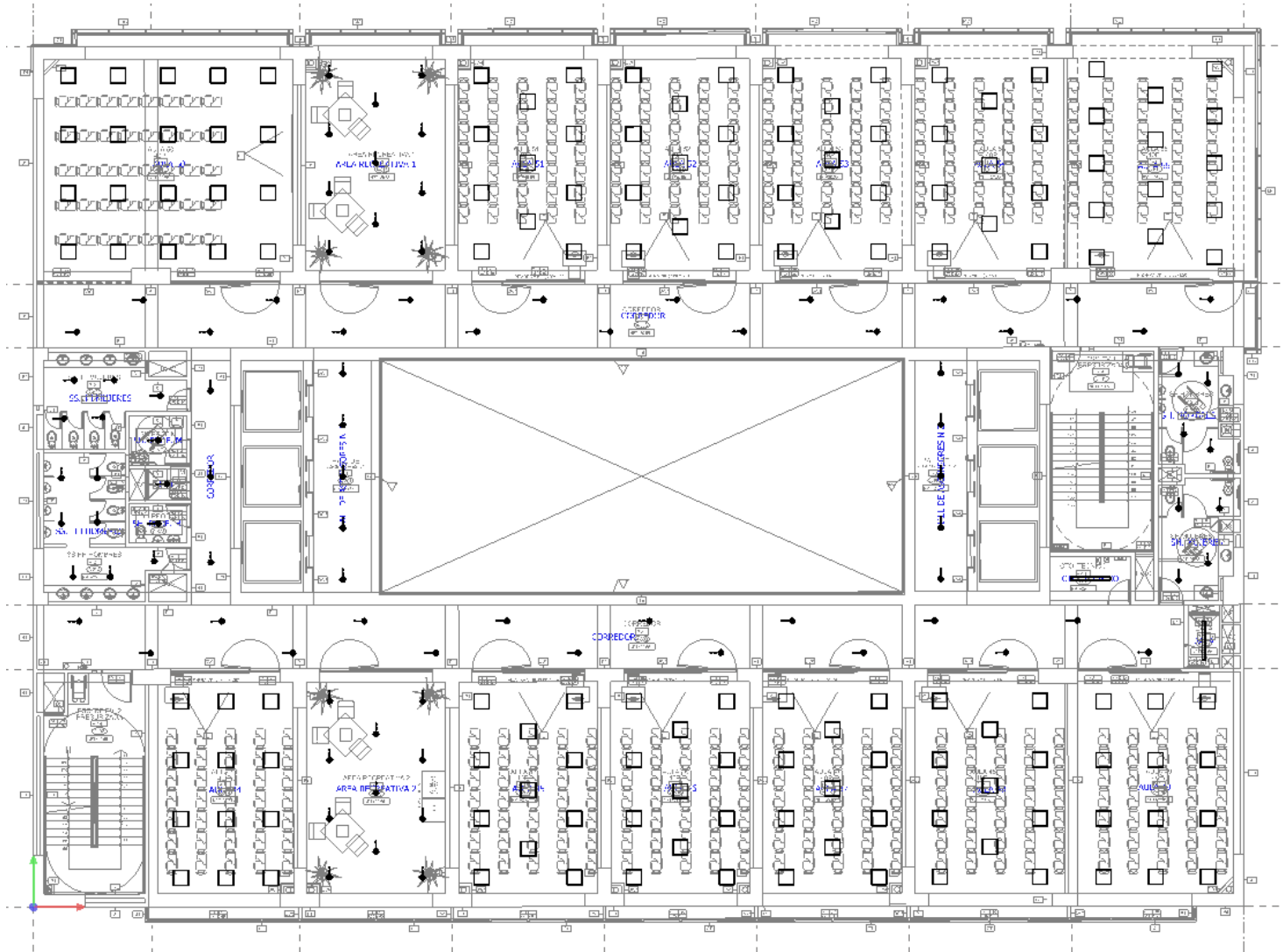
Fuente: Propia

Anexo 21: Diseño lumínico actual del Piso 8



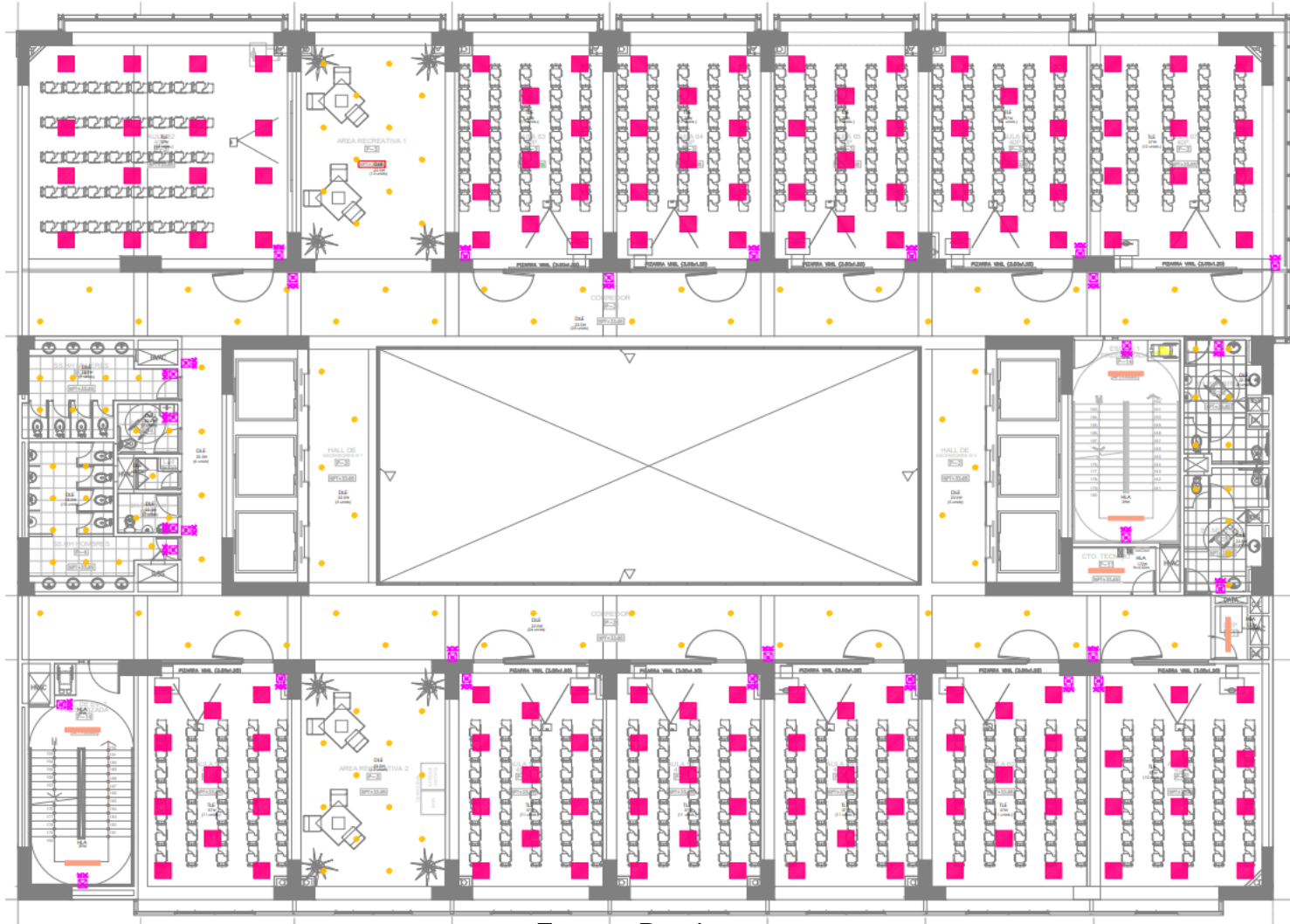
Fuente: Propia

Anexo 22: Diseño lumínico eficiente del Piso 8



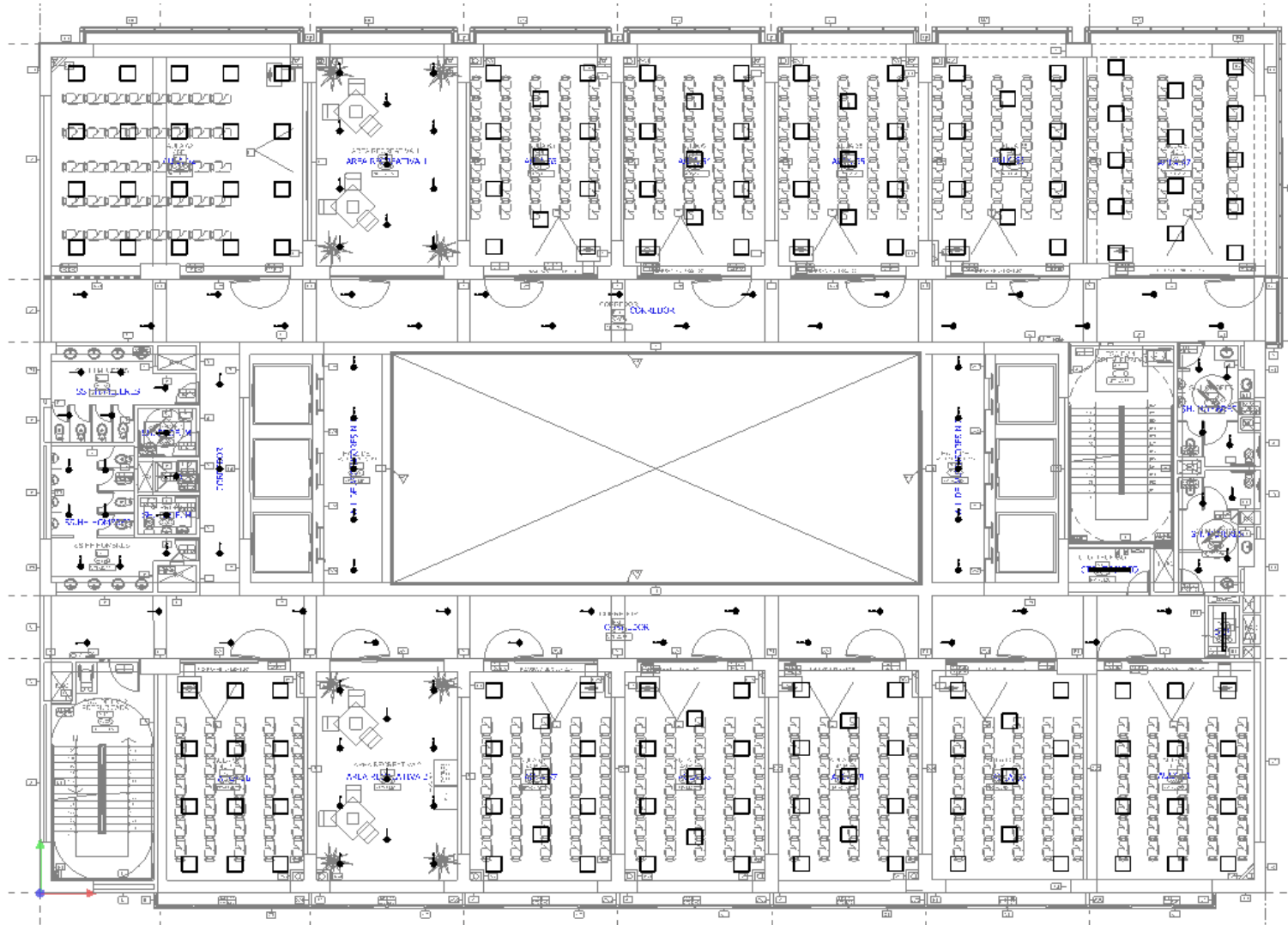
Fuente: Propia

Anexo 23: Diseño lumínico actual del Piso 09



Fuente: Propia

Anexo 24: Diseño lumínico eficiente del Piso 9



Fuente: Propia



DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo, Ramirez Culcos, Zuleyma Estéfanny Bachiller de

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela profesional:	Ingeniería en Energía					
Departamento académico:						
Escuela posgrado:	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa, Declaro que el trabajo de investigación es un trabajo inédito, intitulado:

“Propuesta de diseño del sistema de iluminación utilizando luminarias convencional e iluminación led para ahorro de energía en el campus universitario UTP – Sede Piura”

Presentado en 146 folios, para la obtención del grado académico:

Título profesional:	X	Investigación anual:	
---------------------	---	----------------------	--

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, Marzo del 2023

Firma:

Nombres y apellidos: Zuleyma Estéfanny Ramirez Culcos

DNI: 74411233