

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Tesis

**Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación  
y su influencia en el análisis de costos de energía de la  
Municipalidad Distrital de Orcotuna - Concepción**

Javier Fernando Poves Mendoza

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Continental, por ser el lugar donde adquirí los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

A la Municipalidad Distrital de Orcotuna, por permitirme realizar el estudio de investigación dentro de sus instalaciones.

Al asesor ingeniero Carlos Quispe Anccasi y al ingeniero Boris D'Angles Woolcott por su ayuda y orientación desinteresada en la elaboración y culminación de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermana, quienes me brindaron todo su apoyo, me inculcaron buenos valores y fueron ejemplo de perseverancia, superación y humildad durante toda mi vida, gracias a ellos logré concluir satisfactoriamente mis estudios superiores.

# ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b>	<b>ii</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>iii</b>
<b>Índice</b>	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>x</b>
<b>Resumen</b>	<b>xii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>14</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO</b>	<b>14</b>
1.1. Planteamiento y formulación del problema	14
1.1.1. Planteamiento del problema	14
1.1.2. Formulación del problema	16
1.1.2.1. Formulación del problema general	16
1.1.2.2. Formulación de los problemas específicos	16
1.2. Objetivos	16
1.2.1. Objetivo general	16
1.2.2. Objetivos específicos	17
1.3. Justificación e importancia	17
1.3.1. Justificación técnica	17
1.3.2. Justificación económica	17
1.3.3. Justificación teórica	17
1.3.4. Justificación social	18
1.3.5. Justificación ambiental	18
1.3.6. Importancia de la investigación	18
1.4. Alcances de la investigación	18
1.4.1. Alcance temporal	18
1.4.2. Alcance geográfico	19
1.5. Hipótesis y descripción de variables	19
1.5.1. Hipótesis general	19
1.5.2. Hipótesis específicas	19
1.5.3. Descripción de variables	20
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>22</b>

<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1. Antecedentes del problema	22
2.1.1. Artículos científicos	22
2.1.2. Tesis	24
2.2. Bases teóricas	28
2.2.1. Luz	28
2.2.1.1. Ondas electromagnéticas	28
2.2.2. Magnitudes fundamentales	29
2.2.2.1. Flujo luminoso ( $\Phi$ )	30
2.2.2.2. Flujo luminoso (lm/W)	31
2.2.2.3. Intensidad luminosa (I)	31
2.2.2.4. Iluminancia (E)	32
2.2.2.5. Luminancia (L)	35
2.2.3. Tipos de lámparas	35
2.2.3.1. Incandescentes	35
2.2.3.2. Halógenas	36
2.2.3.3. Lámparas de descarga	37
2.2.3.4. Fluorescentes	39
2.2.3.5. LED	41
2.3. Definición de términos básicos	44
2.3.1. Costos de inversión	44
2.3.2. Demanda energética	44
2.3.3. Eficiencia energética	44
2.3.4. Eficiencia lumínica	44
2.3.5. Flujo luminoso	44
2.3.6. Iluminancia	44
2.3.7. Intensidad luminosa	45
2.3.8. LED	45
2.3.9. Luminancia	45
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>46</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>46</b>
3.1. Método de la investigación	46
3.2. Tipo de investigación	46
3.3. Alcance de la investigación	46

3.4. Diseño de la investigación	47
3.5. Población y muestra	47
3.5.1. Población	47
3.5.2. Muestra	47
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	47
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	47
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	47
3.7. Métodos y procedimientos de la investigación	48
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>50</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>50</b>
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	50
4.1.1. Análisis de consumo y costos de energía eléctrica basados en el sistema eléctrico de iluminación actual	50
4.1.1.1. Conteo y caracterización de lámparas	50
4.1.1.2. Análisis de potencia instalada del sistema de iluminación	53
4.1.1.3. Análisis de consumo y costos energéticos	56
4.1.2. Evaluación y corrección de los niveles adecuados de iluminación basados en la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones	60
4.1.2.1. Medición de los niveles de iluminación actual en ambientes de trabajo	60
4.1.2.2. Evaluación de los niveles de iluminación basados en la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones	72
4.1.2.3. Corrección de los niveles de iluminación para cumplimiento de la Norma Técnica EM.010	75
4.1.3. Determinar variación de consumo y costos de energía eléctrica generados por la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación	79
4.1.3.1. Gestión de eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación	79
4.1.3.2. Variación de consumo y costos energéticos	80
4.1.3.3. Análisis de consumo específico	85

4.1.4. Determinar rentabilidad del proyecto de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna	85
4.1.4.1. Análisis de costo-beneficio, VAN, TIR y PRI	85
4.2. Prueba de hipótesis	87
4.2.1. Prueba de normalidad	87
4.2.1.1. Regla de decisión	87
4.2.2. Correlación de rho de Spearman	88
4.2.2.1. Nivel de significancia	88
4.2.2.2. Regla de decisión	88
4.2.2.3. Comprobación de hipótesis	89
4.2.3. Prueba U de Mann – Whitney	90
4.2.3.1. Nivel de significancia	90
4.2.3.2. Regla de decisión	91
4.2.3.3. Comprobación de hipótesis	91
4.2.4. Prueba económica del proyecto	93
4.3. Discusión e interpretación de resultados	94
4.3.1. Interpretación de resultados	94
4.3.2. Comparación de resultados	99
4.3.2.1. Comparación con artículos científicos	99
4.3.2.2. Comparación con tesis	101
4.3.3. Consecuencias teóricas	103
4.3.4. Aplicaciones prácticas	103
<b>Conclusiones</b>	<b>104</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>106</b>
<b>Lista de referencias</b>	<b>107</b>
<b>Anexos</b>	<b>111</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	20
Tabla 2: Flujo luminoso por algunas lámparas	30
Tabla 3. Rendimiento luminoso de algunas lámparas	31
Tabla 4: Niveles de iluminación mínimos en oficinas	33
Tabla 5. Cantidad de puntos de medición de acuerdo al índice de área	34
Tabla 6. Comparativa de características de distintos tipos de lámparas	43
Tabla 7. Conteo y caracterización de lámparas del primer piso	50
Tabla 8. Conteo y caracterización de lámparas del segundo piso	51
Tabla 9. Conteo y caracterización de lámparas del tercer piso	52
Tabla 10. Resumen de conteo y caracterización de lámparas instaladas	52
Tabla 11. Análisis de potencia instalada de lámparas del primer piso	53
Tabla 12. Análisis de potencia instalada de lámparas del segundo piso	54
Tabla 13. Análisis de potencia instalada de lámparas del tercer piso	55
Tabla 14. Resumen de potencia total instalada de lámparas	55
Tabla 15. Resumen de potencia instalada actual	56
Tabla 16: Análisis detallado de consumos energéticos mensuales	56
Tabla 17. Resumen consumos energéticos mensuales	57
Tabla 18. Costo económico estimado mensual del sistema eléctrico de iluminación	59
Tabla 19. Medición de niveles de iluminación del primer piso	60
Tabla 20. Medición de niveles de iluminación del segundo piso	63
Tabla 21. Medición de niveles de iluminación del tercer piso	69
Tabla 22. Resumen de promedios de iluminación de la Municipalidad Distrital de Orcotuna	71
Tabla 23. Requisitos mínimos de iluminación de acuerdo a NTP EM.010	72
Tabla 24. Evaluación de los niveles de iluminación actual respecto a la NTP EM.010	73
Tabla 25. Características de lámparas fluorescentes actuales	75
Tabla 26. Características de lámparas LED propuestas	75
Tabla 27. Cumplimiento de iluminación según NTP EM.010 con la propuesta de implementación	76

Tabla 28. Análisis de consumo energético mensual de cada área de la municipalidad con la propuesta de implementación	80
Tabla 29. Potencia instalada propuesta	81
Tabla 30. Análisis de costo energético mensual estimado de la propuesta de iluminación	81
Tabla 31. Análisis de consumo específico	85
Tabla 32. Análisis de ahorro económico con la propuesta de implementación	85
Tabla 33. Costos estimados de inversión para el proyecto	86
Tabla 34. Características para evaluación del proyecto de inversión	86
Tabla 35. Flujo de efectivo del proyecto	86
Tabla 36. Análisis de costo - beneficio	86
Tabla 37. Análisis del periodo de recuperación de inversión	87
Tabla 38. Resultados de evaluación VAN y TIR	87
Tabla 39. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov	87
Tabla 40. Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y el análisis de costos de energía con luminarias fluorescentes	89
Tabla 41. Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y el análisis de costos de energía con luminarias LED	90
Tabla 42. Rango de costos de energía total con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	91
Tabla 43. Diferencia de costos de energía total con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	92
Tabla 44. Rango de la potencia, consumo energético y nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	92
Tabla 45. Diferencia de la potencia, consumo energético y nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	93
Tabla 46. Prueba económica del proyecto	93
Tabla 47. Matriz de consistencia del proyecto de investigación	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.	19
Figura 2. Espectro electromagnético	29
Figura 3. Flujo luminoso	30
Figura 4. Luxómetro digital EXTECH - LT300.	33
Figura 5. Lámpara incandescente estándar.	36
Figura 6. Lámpara halógena. Tomada de Philips	37
Figura 7. Lámpara de descarga.	38
Figura 8. Esquema de conexión con equipos auxiliares y compensación de factor de potencia.	40
Figura 9. Lámparas fluorescentes.	40
Figura 10. Tipos de LED.	41
Figura 11. Diagrama de flujo	48
Figura 12. Caracterización de lámparas actuales	52
Figura 13. Potencia instalada de lámparas actuales	55
Figura 14. Potencia instalada actual	56
Figura 15. Energía consumida por piso en iluminación actual	57
Figura 16. Consumo energético mensual actual	58
Figura 17. Registro de facturación de 3/20 al 2/21.	58
Figura 18. Registro de facturación de 1/20 al 7/21.	59
Figura 19. Pliego tarifario.	59
Figura 20. Niveles de iluminación actual - primer piso	74
Figura 21. Niveles de iluminación actual - segundo piso	74
Figura 22. Niveles de iluminación actual - tercer piso	75
Figura 23. Comparación de lámparas fluorescentes vs. LED	76
Figura 24. Niveles de iluminación con propuesta implementada – piso 1	77
Figura 25. Niveles de iluminación con propuesta implementada – piso 2	77
Figura 26. Niveles de iluminación con propuesta implementada – piso 3	78
Figura 27. Informe situacional de energía..	79
Figura 28. Potencia instalada propuesta	81
Figura 29. Energía consumida por piso en propuesta de iluminación	81
Figura 30. Consumo energético proyectado mensual	82
Figura 31. Cantidad lámparas a usar sistema actual vs. sistema propuesto	82

Figura 32. Potencia instalada sistema actual vs. sistema propuesto	83
Figura 33. Consumo energético sistema actual vs. sistema propuesto	83
Figura 34. Costos por consumo mensual sistema actual vs. sistema propuesto	84
Figura 35. Tiempo de vida promedio LED vs.fluorescente	84

## RESUMEN

**Objetivo:** determinar la influencia de eficiencia energética de sistema de iluminación respecto al análisis de costos en la Municipalidad Distrital de Orcotuna. La investigación es de enfoque cuantitativo de alcance correlacional y de un diseño no experimental transversal. Se realizó un diagnóstico situacional del sistema de iluminación actual en el cual se registró que el 50 % de áreas laborales no cumplen con la normativa de iluminación requerida, además del uso de lámparas fluorescentes en este establecimiento, las cuales son lámparas no eficientes. Por ello, se elaboró un proyecto de eficiencia energética de iluminación con lámparas LED en el cual se logró que el 100 % de áreas laborales cumplan con la normativa de iluminación vigente, además de ello se estima una reducción de consumo y costo energético mensual del 27,57 %. Esta propuesta es viable y rentable de acuerdo a los indicadores económicos de VAN (S/ 4 166,93) y TIR (8 %). A través de los indicadores de eficiencia energética (potencia de lámparas, consumo energético y nivel de iluminación) se determinó una influencia positiva respecto al análisis de costos.

**Palabras claves:** eficiencia energética, iluminación, lámpara, LED, VAN, TIR

## **ABSTRACT**

**Objective:** determine the influence of the energy efficiency of the lighting system with respect to the cost analysis in the District Municipality of Orcotuna. The research has a quantitative approach with a correlational scope and a non-experimental cross-sectional design. A situational diagnosis of the current lighting system was carried out in which it was registered that 50% of work areas do not comply with the required lighting regulations, in addition to the use of fluorescent lamps in this establishment, which are not efficient lamps. For this reason, an energy efficiency project for lighting with LED lamps was developed in which it was achieved that 100% of work areas comply with current lighting regulations, in addition to this, a reduction in consumption and monthly energy cost of 27,57% is estimated. This proposal is viable and profitable according to the economic indicators of NPV (S/ 4 166.93) and IRR (8%). Through the energy efficiency indicators (lamp power, energy consumption and lighting level) a positive influence was determined with respect to the cost analysis.

**Keywords:** energy efficiency, IRR, lamp, LED, lighting, NPV

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

#### **1.1.1. Planteamiento del problema**

En los últimos años, el planeta se encuentra saturado de gases contaminantes que afectan a la población mundial, según estudios realizados por la OMS el 90 % de la población mundial respira aire contaminado (1), por ello, se necesitan que se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y el sector eléctrico no es ajeno a ello, debido a que el consumo de energía eléctrica también tiene un impacto ambiental.

Por ello, en el sector eléctrico se desarrolla y fomenta el uso eficiente de la energía a través de gestiones energéticas, políticas y normativas que ayudan a analizar de qué maneras se pueden mejorar los consumos energéticos (2) en viviendas, centros de estudios, industrias, edificaciones públicas y privadas, entre otros.

El consumo de energía en los sistemas eléctricos de iluminación en edificaciones de oficinas representa un consumo aproximado del 39 % (3), el cual significa un consumo energético muy representativo e importante dentro de los costos de facturación. Los sistemas de iluminación pueden ser estudiados para verificar la correcta iluminación

de ambientes de acuerdo a sus características, así como también pueden ser analizados para una correcta gestión energética a través de un estudio de eficiencia energética.

La Municipalidad Distrital de Orcotuna, de la provincia de Concepción se construyó en su momento con tecnología de punta, pero con el pasar de los años, esta municipalidad no se preocupó en mantener y mejorar la calidad de su sistema eléctrico de iluminación, esto quiere decir que en gran parte de su sistema eléctrico de iluminación se mantiene el uso de lámparas fluorescentes con sus respectivos accesorios, los cuales tienen una potencia de 45 W cada lámpara (4); además, que estas lámparas fluorescentes representan un aproximado del 61,4973 % del total de lámparas usadas en esta edificación.

Aunque no parezca, el uso de luminarias fluorescentes genera un impacto ambiental y eléctrico negativo debido a que contienen elementos perjudiciales al ambiente como el mercurio y argón, que cuando se rompe la lámpara fluorescente se liberan estos elementos al medio ambiente causando contaminación del aire y agua, por ejemplo, un tubo fluorescente roto contamina aproximadamente 30 mil litros de agua por el mercurio contenido en él (5); además, hablando en el campo eléctrico, estas luminarias no son muy eficientes, debido a que su eficiencia luminosa es de 90 lm/W, consumen más energía eléctrica debido a su alta potencia de funcionamiento de 45 W y su tiempo de vida promedio es de tan solo 13 000 horas (4).

El sistema actual de iluminación de la municipalidad tiene 2 problemas importantes, los cuales son:

- Incumplimiento de niveles mínimos de iluminación en sus ambientes de acuerdo a NTP EM.010 Instalaciones Eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones en el cual la iluminación promedio es de 285,39 lx.

- Consumo energético elevado por el uso de lámparas fluorescentes con repercusiones económicas en los costos de facturación de dicha municipalidad.

Estos problemas identificados permitirán realizar un estudio de eficiencia energética en dicho sistema de iluminación con el fin de cumplir los niveles mínimos de iluminación exigidos por normativa, utilizar de una manera más eficiente la energía eléctrica con lámparas de tecnología LED, reducir costos de facturación y analizar si el proyecto a presentar será rentable para la municipalidad.

### **1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.2.1. Formulación del problema general**

- ¿Cuál es la influencia de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna?

#### **1.1.2.2. Formulación de los problemas específicos**

- ¿Cuál será el impacto de la potencia de las lámparas en el análisis de costos de energía?
- ¿Cómo influyen los consumos energéticos del sistema de iluminación con respecto a los costos de energía?
- ¿Cómo se contrastarán los niveles de iluminación basados en la NTP EM.010 con respecto al análisis de costos de energía?
- ¿Cuál será la rentabilidad del proyecto de aplicación de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Determinar la influencia de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el impacto de la potencia de lámparas en el análisis de costos de energía.
- Analizar los consumos energéticos del sistema de iluminación con respecto a los costos de energía.
- Contrastar los niveles de iluminación basados en la NTP EM.010 con respecto al análisis de costos de energía.
- Determinar rentabilidad del proyecto de aplicación de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

## **1.3. Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación técnica**

El proyecto de tesis será de gran utilidad debido a que se propone mantener y mejorar los niveles de iluminación de la municipalidad con la aplicación de eficiencia energética, esto ayudará e impulsará a que diversas edificaciones evalúen los niveles adecuados de iluminación según la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones y consuman energía de una manera eficiente.

### **1.3.2. Justificación económica**

Además, con este proyecto de tesis se analizará si se logra reducir y en qué medida el consumo energético disminuye basados en mantener o mejorar la calidad lumínica de la Municipalidad Distrital de Orcotuna y el impacto económico que tendrá la reducción de consumo eléctrico en dicha municipalidad.

### **1.3.3. Justificación teórica**

El uso correcto de fórmulas permitirá calcular los consumos y costos energéticos para poder analizarlos y contrastarlos con la nueva propuesta de iluminación, a su vez, el uso de los simuladores permite que la propuesta sea viable lumínicamente y que cumpla con la normativa nacional de iluminación.

#### **1.3.4. Justificación social**

Al cumplir con la normativa vigente de iluminación ayudará a la reducción de enfermedades ocupacionales para las personas que laboran en dicha municipalidad y a su vez podrá influenciar en la calidad y estado anímico de dichos empleados para poder mejorar la calidad de trabajo y atención.

#### **1.3.5. Justificación ambiental**

Dado el nivel de contaminación global, es importante la aplicación de gestión energética para poder tener herramientas que permitan la reducción de consumo energético y que se realice de manera eficiente, por lo cual, el uso de nuevas tecnologías como las lámparas led ayudarán a que equipos menos eficientes sean reemplazados.

Este cambio poco a poco reemplazará a las luminarias fluorescentes (mercurio, luz mixta) y esto significará que se dejarán de emitir gases contaminantes al medio ambiente debido a que se reducirá significativamente la producción de este tipo de luminarias.

#### **1.3.6. Importancia de la investigación**

Además, la investigación servirá como una guía y antecedente para poder así impulsar la investigación en el tema de eficiencia energética, iluminación y medio ambiente para reducir y optimizar en el tiempo los consumos de energía eléctrica, niveles adecuados de iluminación y así ayudar poco a poco a disminuir la emisión de gases contaminantes al medio ambiente.

### **1.4. Alcances de la investigación**

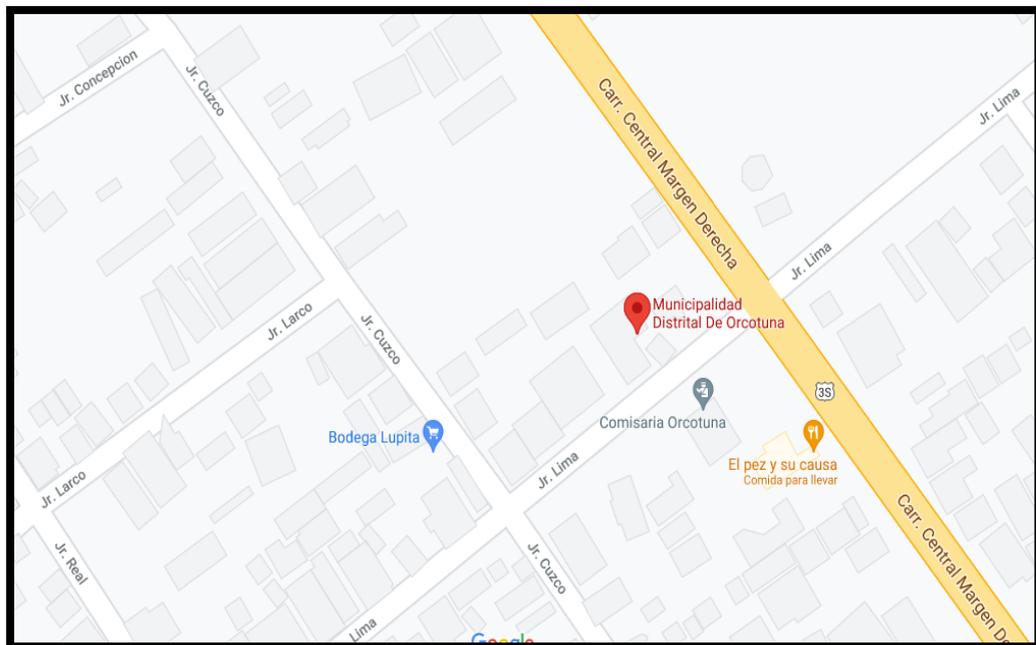
#### **1.4.1. Alcance temporal**

Abarca la recolección de datos a finales del 2020 y su propuesta de mejora se realizará a inicios del 2021, esta propuesta de mejora pretende mantener los nuevos niveles de iluminación hasta que se dictamine nuevos reglamentos de iluminación en las normativas nacionales.

### 1.4.2. Alcance geográfico

El estudio se realizó en la Municipalidad Distrital de Orcotuna que se encuentra en la región Junín, provincia de Concepción y distrito de Orcotuna. Las coordenadas geográficas de dicho establecimiento son latitud de -11,9665872 y longitud de -75,3077022.

En la siguiente imagen se observa la ubicación de dicha municipalidad:



**Figura 1. Mapa de ubicación de la Municipalidad Distrital de Orcotuna. Tomada de Google Maps**

## 1.5. Hipótesis y descripción de variables

### 1.5.1. Hipótesis general

- La eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación tendrá una influencia en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- La potencia de lámparas tendrá una influencia en los costos de energía.

- Los consumos energéticos del sistema de iluminación tendrán influencia en el análisis de costos de energía.
- Los niveles de iluminación tendrán influencia en el análisis de costos de energía.
- El proyecto de aplicación de eficiencia energética influirá en la rentabilidad para la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

### 1.5.3. Descripción de variables

Las variables a usar en esta investigación son 2, a continuación, se detallan en el cuadro de la operacionalización de las variables como se puede apreciar en la siguiente tabla (ver tabla 1).

**Tabla 1. Operacionalización de variables**

Operacionalización de variables				
<b>Título</b>	Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y su influencia en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción			
<b>Problema</b>	Actualmente la municipalidad utiliza en su mayoría lámparas fluorescentes que no cumplen la normativa vigente de mínimos de iluminación y a su vez se consume y paga un exceso de energía por el uso de dichas lámparas; por lo cual, se busca una eficiencia energética en dicho sistema de iluminación para poder cumplir con la normativa de iluminación y así también poder generar ahorros económicos con una nueva propuesta de iluminación.			
<b>Variables</b>	<b>Independiente</b>	<b>Dependiente</b>		
	Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación	Análisis de costos de energía		
<b>Definición conceptual</b>	Es la optimización de consumo de energía eléctrica para alcanzar niveles adecuados de iluminación evitando pérdidas de energía durante el consumo (6).	Estudio basado en la medición en términos monetarios de la cantidad de recursos energéticos usados para algún propósito u objetivo (7).		
<b>Definición operacional</b>	Será medida en reducción de consumo energético mensual a través de la unidad kW-h/mes	Será medida la diferencia del sistema actual con respecto a la del sistema propuesto en soles (S/)		
<b>Hipótesis</b>	La eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación tendrá una influencia en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.			
<b>Variable Independiente</b>	Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación			
<b>Dimensiones o Subvariables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Instrumento</b>
Potencias de lámparas	Potencia	W	Cualitativa	Hoja de datos
Consumos energéticos	Energía	kW-h/mes	Cuantitativa	Medidor

Niveles de iluminación	Cantidad de luz en ambientes	Lux	Cuantitativa	Luxómetro
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Análisis de costos de energía</b>			
<b>Dimensiones o Subvariables</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tipo de Variable</b>	<b>Instrumento</b>
Ahorro energético	Energía	kW-h/mes	Cuantitativa	Medidor
Inversión	Costo	S/	Cuantitativa	Hoja de cálculo de Excel
Rentabilidad	VAN TIR PRI B/C	S/ % Años Adimensional	Cuantitativa	Hoja de cálculo de Excel

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes del problema**

##### **2.1.1. Artículos científicos**

En la investigación “*Eficiencia energética en luminarias: Estudio de caso*” (8), se estudia un caso particular de un aula de clases ubicada en las instalaciones de la facultad de Ingeniería de dicha universidad, en el estudio se caracteriza y analiza la situación actual de dicha aula para contrastarla con la normativa técnica de iluminación de dicho país. Tiene como objetivo el análisis de la situación actual de iluminación para poder luego plantear otras alternativas de iluminación que cumplan con la normativa vigente. En este artículo científico se obtiene como resultado un ahorro del más del 50 % de energía al plantear soluciones con luminarias LED (8).

En la investigación “*Hacia la gestión eficiente de los servicios de alumbrado público: resultados de los estudios comparativos sobre eficiencia energética y lumínica aplicados a las nuevas tecnologías en iluminación urbana*” (9), se analizan 3 estudios, los cuales tratan de lámparas de descargas, lámparas LED y la posibilidad de compatibilizar ambas lámparas para encontrar un ahorro y una eficiencia energética para su implementación en iluminación urbana en espacios públicos. En esta investigación se concluye que las lámparas LED tienen buenos

rendimientos lumínicos y a su vez un gran potencial de ahorro energético; sin embargo, en esta investigación que data del 2015, recomiendan ser prudentes al momento del uso masivo de tecnología LED debido a que puede mejorar sus características tecnológicas, luminotécnicas y económicas (9).

En la investigación “*Consumo energético residencial por iluminación y análisis de eficiencia energética por la utilización de tecnología LED*” (10), se pretende evaluar el consumo eléctrico de iluminación residencial además de analizar el ahorro energético generado por el uso de tecnologías LED, en la cual se observa que diversas viviendas no usan luminarias LED el cual significa que los consumos energéticos sean elevados, los cuales representan un consumo global de 75,6 %. Se concluye que si los usuarios eligieran el uso de lámparas LED el consumo global bajaría a 65,9 % el cual representa un beneficio para dicha comunidad (10).

En la investigación “*Sistemas de iluminación, situación actual y perspectivas*” (11), se analiza la situación actual y perspectivas de iluminación para poder generar ahorros significativos de energía a través de luminarias más eficientes que se encuentran en el mercado, por lo cual se realizan diversas comparaciones de diversas lámparas de tecnología convencional y lámparas de tecnología de estado sólido en las que se encuentran del tipo LED y OLED. Se concluye en esta investigación que las lámparas convencionales están siendo desplazadas por lámparas de estado sólido, ya que presentan una mayor eficiencia energética, mayor nivel de iluminación y beneficios en productividad, salud, gestión energética y un mayor control del uso de energía. Además, se proyecta a impulsar una reducción de consumo energético de aproximadamente 40 % (11).

En la investigación “*Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: un estudio de caso*” (12), se realiza un estudio para determinar el potencial de ahorro energético al sustituir luminarias de

tipo halógeno por luminarias led, para lo cual se caracterizan y analizan ambos escenarios. El objetivo de dicha investigación es demostrar que la tecnología LED posee muchas ventajas frente a otras luminarias convencionales. El resultado de este artículo científico es demostrar que la tecnología LED muestra un ahorro significativo de energía de hasta un 50 % frente a luminarias halógenas, por lo cual también muestran bondades de reducción de CO<sub>2</sub> y eliminación de residuos tóxicos como el mercurio (12).

En la investigación "*La eficiencia energética y el ahorro energético residencial*" (13), se pretende aclarar conceptos fundamentales de eficiencia energética y ahorro energético para poder entender mucho mejor y diferenciar dichos términos que si bien son semejantes no son iguales. Se concluye en este artículo científico que el mal uso de dichos términos afecta a las políticas públicas energéticas además de crear mayor confusión en la población y se recomienda que los organismos reguladores de energía publiquen mediciones patrones de consumo de niveles energéticos de diversos equipos para poder llevar mayor información sobre el potencial de ahorro energético a los consumidores residenciales (13).

### **2.1.2. Tesis**

En la investigación "*Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS – Ibarra*" (14), se menciona que para realizar este estudio de dicho hospital se recopilaron datos de los años 2013 y 2014 para obtener la demanda del hospital, lo cual demostró que el sistema de iluminación es el mayor consumidor de energía eléctrica en un 57.14 %, para esto se plantea analizar la reducción de consumo energético del sistema de iluminación si se cambian por luminarias LED.

El objetivo principal de esta tesis es brindar el balance energético de acuerdo a los sistemas de mayor relevancia energética para poder proponer alternativas de eficiencia energética de dichos sistemas en el Hospital IESS – Ibarra. En esta tesis se concluyó que se reduciría el

consumo eléctrico en iluminación en un 28.37 % al emplear tecnología LED en dicho hospital, también resaltar el impacto medio ambiental que se genera al cambiar los fluorescentes por LED (14).

En la tesis “*Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, 2016*” (15), se menciona que la mejora y modernización de procesos y la mejora de la economía repercute en el aumento de demanda energética, es por esto que en el sistema de iluminación exterior de la zona céntrica de Morales se plantea el uso de luminarias LED para poder reducir dicha demanda energética (15).

Esta investigación tiene por objetivo general demostrar que el sistema de iluminación LED facilita la reducción de consumo energético del sistema de iluminación de la zona céntrica de Morales, para esto se analizaron y compararon las lámparas de vapor de sodio de alta presión y lámparas LED (15).

En esta tesis se concluyó que se presentan ahorros económicos y energéticos al implementar las luminarias LED en las vías de la zona de Morales, siendo en 12 años un ingreso de S/ 28946.52 aparte de la inversión inicial; se reducirán los niveles de contaminación debido a que las lámparas de vapor de sodio, que tienen una vida útil aproximada de 3 años, presentan componentes tóxicos como el mercurio mientras que las lámparas LED son ecoamigables (15).

En la investigación “*Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribands Purina, Pimentel, 2016*” (16), se menciona que la empresa líder en la elaboración de alimentos balanceados Agribands Purina está en una etapa en la cual se incrementa sus consumos energéticos y esto tiene como consecuencia el mal desarrollo de su producción. Para poder solucionar este problema se pretende realizar una auditoría energética

para solucionar estos percances y optimizar el sistema de producción (16).

El objetivo de esta tesis es elaborar una propuesta de auditoría energética para poder reducir el consumo energético de la empresa Agribands Purina y para esto se realizó un diagnóstico de cargas para poder establecer los consumos óptimos, se realizó una propuesta de medidas a implementar en las instalaciones eléctricas para poder mejorar así el consumo energético y se realizó una evaluación económica de esta propuesta de auditoría energética (16).

En esta tesis se concluyó que la empresa consume demasiada energía eléctrica debido a que falta una conciencia de ahorro energético en el personal de trabajo, además los equipos no cuentan con el mantenimiento respectivo para garantizar su óptimo funcionamiento, es importante realizar el cambio de luminarias hacia luminarias LED por su alta eficiencia energética, debido a que esta empresa trabaja las 24 horas del día, esto quiere decir que las luminarias están encendidas gran parte del día y la recuperación económica en toda la empresa se dará en un tiempo aproximado de 1.42 años (16).

En la investigación titulada "*Evaluación del riesgo lumínico en el área de aparcamiento en la empresa Calzado Gamo's*" (17), se evalúa el riesgo lumínico que se presenta dentro de dicha empresa debido al estado deficiente del sistema eléctrico de iluminación, el cual puede tener consecuencias directas en los empleados de dicha empresa (17).

El objetivo de esta tesis es analizar y evaluar la situación actual del sistema lumínico para poder identificar mejoras dentro de dicho sistema para la prevención de riesgos de enfermedades ocupacionales relacionadas con la iluminación y daños hacia los trabajadores como cortes u otros, por lo cual se identifica y caracteriza el sistema eléctrico de iluminación para posteriormente evaluar los niveles actuales de iluminación y encontrar los puestos afectados por bajos o altos niveles de iluminación que afectan el desempeño de los trabajadores. En esta

tesis se concluyó que 4 % de los puestos se encuentran en niveles muy altos de iluminación, 42 % de los puestos se encuentran en niveles adecuados de iluminación y el 54 % de los puestos se encuentran en niveles muy bajos de iluminación, por lo cual en dicha investigación se recomienda mejorar los niveles de iluminación para alcanzar los valores correctos de iluminación establecidos por la normativa que rige en dicho país (17).

En la investigación "*Estudio de factibilidad técnica y económica para la utilización de luminarias tipo LED en la factibilidad técnica para el desarrollo*" (18), se analiza la factibilidad técnica y económica en la utilización de luminarias LED para analizar el posible ahorro de energía eléctrica mediante el reemplazo de luminarias fluorescentes a LED en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (18).

El objetivo de esta tesis es realizar un estudio de factibilidad técnico-económica para un sistema de utilización basado en luminarias LED en la facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para esto se requiere determinar las características de la iluminación a usar, analizar y comparar el consumo del sistema de iluminación actual con el sistema de iluminación LED y analizar si el proyecto es viable económicamente. En esta tesis se concluyó que el cambio de iluminación por tecnología LED permite reducir potencialmente el consumo eléctrico, pero al ser demasiado costosas, se recomienda que el cambio de luminarias sea gradual, empezando por las áreas críticas hasta completar toda la facultad (18).

En la investigación "*Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores, Heredia*" (19), se propone una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores – Costa Rica, para esto se basa en el Plan de Gestión Ambiental Institucional, el cual tiene por fin reducir consumos energéticos. En la

propuesta de iluminación eficiente considera los parámetros de mejorar el sistema de iluminación con tipos de luminarias y distribución, eficiencia luminosa y composición espectral de la luz; para poder aumentar productividad y reducir posibles accidentes laborales.

El objetivo general de esta investigación es proponer una iluminación eficiente usando tecnologías LED para elevar los niveles de iluminación y reducir el consumo energético. Las conclusiones de esta investigación son la importante reducción de consumo de energía eléctrica aproximadamente entre el 25 % y 50 % al usar luminarias LED, este cambio permitiría reducir el impacto del mercurio que se encuentra presente en los fluorescentes, para ello recomienda tener una gestión óptima para desechar los fluorescentes reemplazados (19).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Luz**

Es una onda electromagnética capaz de ser percibida por el ojo humano y cuya frecuencia determina su color. Se encuentra comprendida entre las longitudes de onda de 380 nm y 780 nm, y se transmite a la velocidad de 300000 km/s. Su cálculo se establece mediante la siguiente expresión:

$$c = f * \lambda \text{ (20)}$$

#### **Donde**

c: velocidad de la luz en el vacío,  $3*10^{10}$  cm/s

f: frecuencia, en Hz

$\lambda$ : longitud de onda, en cm

#### **2.2.1.1. Ondas electromagnéticas**

Estas propagan energía producida por oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos, no necesitan un medio material para propagarse, pueden propagarse en el vacío y surgen de la interacción entre la electricidad y magnetismo, estas ondas

pueden ser transversales o longitudinales, en la primera, la excitación es perpendicular a la dirección de propagación de la onda; en la segunda es la excitación paralela a la dirección de propagación de la onda (21).

### a) Longitud de onda ( $\lambda$ )

Se define como la distancia que recorre una onda electromagnética en un tiempo igual a un periodo, el cual se traduce matemáticamente de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (22)$$

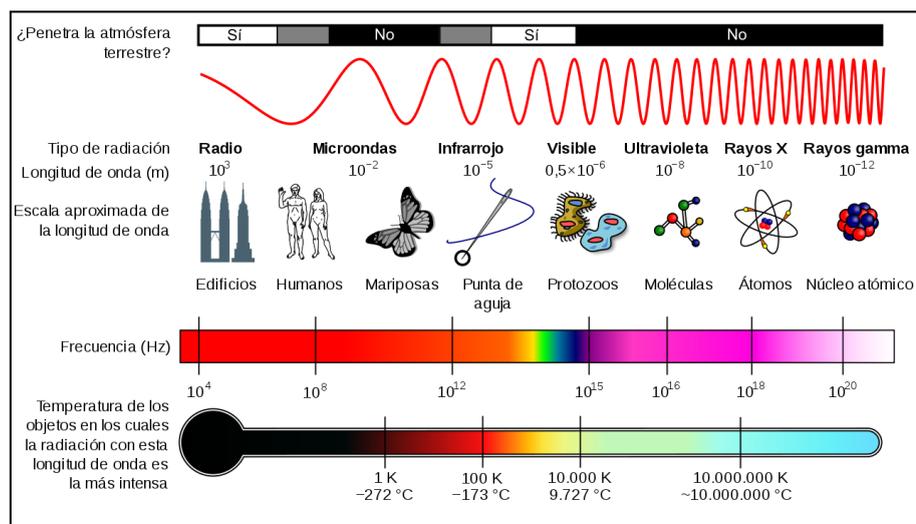
### Donde

c: Velocidad de la luz en el vacío,  $3 \cdot 10^{10}$  cm/s

### b) Frecuencia (f)

Es la medida del número de ciclos o repeticiones de la onda por unidad de tiempo, el cual se realiza cada segundo. Se denomina con la letra “f”, y se mide en Hercios.

$$T = \frac{1}{f} \quad (22)$$



**Figura 2. Espectro electromagnético**

## 2.2.2. Magnitudes fundamentales

La luminotecnia es la ciencia que estudia las formas de producción de luz, así como su control y aplicación, la radiación visible está dentro de una franja de longitud comprendida aproximadamente entre 400 a 700 nanómetros, aunque existen personas que pueden percibir longitudes de onda entre 380 a 780 nanómetros, el cual está limitada por las radiaciones ultravioletas e infrarrojas las cuales no son perceptibles al ojo humano (14).

### 2.2.2.1. Flujo luminoso ( $\Phi$ )

Es la magnitud que mide la potencia o caudal de energía de la radiación luminosa y se define como la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible, su unidad de medida es el Lumen (Lm) (23).

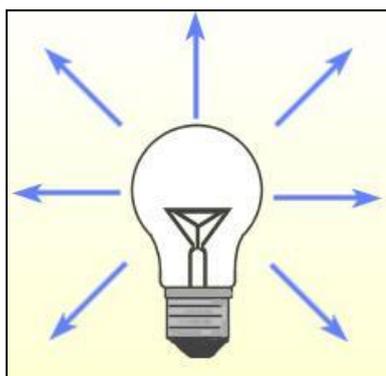


Figura 3. Flujo luminoso

Tabla 2: Flujo luminoso por algunas lámparas

Flujo luminoso emitido por algunas lámparas		
Tipo de lámpara	Potencia	Flujo luminoso
Incandescente	100	1380
Fluorescente de luz día	36	3250
Fluorescente de blanco cálido	36	3350
Mercurio a alta presión	250	13000
Mercurio a alta presión	400	22000
Luz mezcla	250	5600
Sodio a baja presión	35	4800
Sodio a alta presión	250	25000
Sodio a alta presión	400	47000
Halogenuros metálicos	250	17000
Halogenuros metálicos	400	31000
Led	7	700

Nota: tomada de Luminotecnia. Dispositivos para Alumbrado

### 2.2.2.2. Flujo luminoso (lm/W)

Se denomina al fujo que emite una fuente luminosa, por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención, está representada por la letra griega eta ( $\eta$ ) y su unidad de medida es el Lumen/vatio (lm/W). La expresión del rendimiento luminoso viene dada por la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{\phi}{P}$$

#### Donde

$\eta$ : rendimiento luminoso, en lm/W

$\phi$ : flujo luminoso, en lm

P: potencia eléctrica de lámpara, en W

**Tabla 3. Rendimiento luminoso de algunas lámparas**

Rendimiento luminoso de algunas lámparas		
Tipo de lámpara	Potencia	Flujo luminoso
Incandescente	100	13,8
Fluorescente de luz día	36	90
Fluorescente de blanco cálido	36	93
Mercurio a alta presión	250	52
Mercurio a alta presión	400	55
Luz mezcla	250	22
Sodio a baja presión	35	137
Sodio a alta presión	250	100
Sodio a alta presión	400	118
Halogenuros metálicos	250	68
Halogenuros metálicos	400	78
Led	7	100

*Nota:* tomada de Luminotecnia. Dispositivos para Alumbrado

### 2.2.2.3. Intensidad luminosa (I)

Una fuente de luz emite una determinada cantidad de flujo luminoso en todas direcciones con mayor o menor uniformidad, dependiendo de la fuente que lo produzca. La intensidad luminosa, es ese flujo emitido en una dirección determinada, por el ángulo sólido que lo contiene. Su unidad de medida es la candela (cd) (24).

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

**Donde**

I: intensidad luminosa, en cd

$\phi$ : flujo luminoso, en lm

$\omega$ : ángulo sólido, en °

La intensidad luminosa no se distribuye por igual en el espacio debido a que la forma de las ampollas de las lámparas, casquillos, etc., influyen en ello; por ese motivo, para hallar la distribución de la luz emitida por una fuente luminosa se puede representar gráficamente dicha distribución mediante las curvas fotométricas (23).

**2.2.2.4. Iluminancia (E)**

Es el flujo luminoso incidente por unidad de superficie, su unidad de medida es el lux y se define como la iluminación de una superficie de  $1\text{m}^2$  cuando sobre ella incide un flujo luminoso de Lumen (14).

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor será el nivel medio de iluminación (17).

Se expresa por la letra E. Su unidad es el lux (lx), que equivale a la iluminación de una superficie de  $1\text{m}^2$  cuando incide sobre ella un flujo luminoso, uniformemente repartido, de 1 lm.

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

**Donde**

E: nivel de iluminación, en lx

$\Phi$ : flujo luminoso, en lm

S: superficie a iluminar, en  $\text{m}^2$

**Tabla 4: Niveles de iluminación mínimos en oficinas**

Oficinas					
N.º ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>a</sub>
	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

Nota: tomada de NTP EM.010

### **A)Medición de niveles de iluminación**

Para medir el nivel de iluminación se emplea un equipo denominado luxómetro, este es un dispositivo de medición para conocer cuánta luz o luminosidad que hay en un ambiente con que la luz aparece en el ojo humano (25).

#### **a) Luxómetro**

Es un instrumento para medir la intensidad luminosa, llamado también fotómetro, este equipo mide a través de un sensor de luminosidad (26). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, el cual es interpretado y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes (27).



**Figura 4. Luxómetro digital EXTECH - LT300. Tomada de Instruments Extech**

El área del lugar de trabajo donde se realizarán las mediciones también influye para poder calcular el nivel de iluminación promedio; por lo cual se debe realizar el cálculo del índice de área el cual es dado por la siguiente fórmula:

$$k = \frac{L*W}{Hm*(L+W)}$$

**Donde**

- k = índice de área
- L = longitud del área (m)
- W = ancho del área (m)
- Hm = altura de las luminarias tomadas desde el plano de trabajo (m)

Una vez obtenido el valor del índice de área se contrasta con la siguiente tabla para tomar la cantidad mínima de puntos de medición, esta tabla es la siguiente:

**Tabla 5. Cantidad de puntos de medición de acuerdo al índice de área**

Índice de área	N.º mínimo de puntos de medición
<1	4
1 y <2	9
2 y <3	16
>=3	25

Una vez obtenidas las mediciones de iluminación se obtienen los promedios a través de la siguiente fórmula:

$$Ep = \frac{1}{N} \sum Ei$$

**Donde**

- Ep = nivel promedio de iluminación (lx)
- Ei = nivel de iluminación medido en cada punto (lx)
- N = número de medidas realizadas

### 2.2.2.5. Luminancia (L)

Se denomina brillo fotométrico, este se define como la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente de una fuente de luz primaria (que produce la luz) o secundaria (que refleja la luz) (28). La percepción de la luz es realmente la percepción de diferencias de luminancias. El área proyectada es la vista por el observador en la dirección de la observación (23).

$$L = \frac{l}{S} \quad (28)$$

Donde:

L: nivel de luminancia, en  $\text{cd}/\text{m}^2$

l: intensidad luminosa, en cd

S: superficie en  $\text{m}^2$

### 2.2.3. Tipos de lámparas

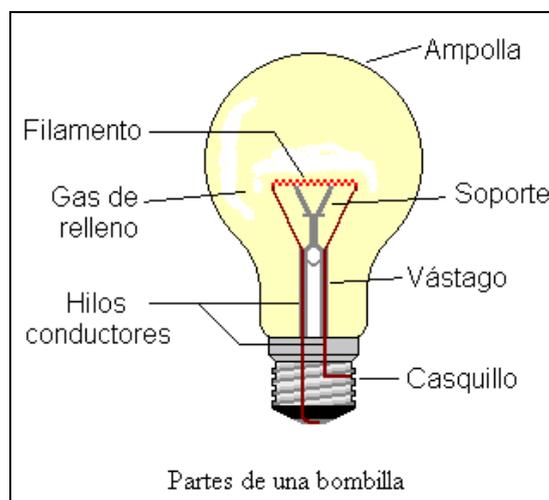
#### 2.2.3.1. Incandescentes

Este tipo de lámpara está basado en el fenómeno del paso de una corriente eléctrica, el cual consiste en un filamento de tungsteno montado en vacío o en un gas inerte, lo cual provoca una radiación visible en forma de luz (24). Muchos fueron los materiales utilizados para la construcción de estos filamentos, pero en la actualidad el material de uso exclusivo es el tungsteno, cuya temperatura de fusión es del orden de  $3400\text{ }^\circ\text{C}$ . Con este tipo de filamentos se puede llegar a temperaturas de  $2500$  a  $2900\text{ }^\circ\text{C}$ , a esta temperatura tan alta los electrones que fluyen por el metal de tungsteno comienzan a emitir fotones de la luz blanca visible, produciéndose el fenómeno físico de la incandescencia (29).

#### A) Características de las lámparas incandescentes

- Por lo general, su rendimiento luminoso es muy bajo, del orden de  $10$  a  $20\text{ lm}/\text{W}$ .

- La temperatura de color es de 2 700 °K.
- El rendimiento cromático es del 100 %.
- La vida útil aproximada es de 1 000 h, excepto las del reflector de vidrio prensado que es de 2 000 h.
- La posición de funcionamiento es universal.
- No precisan ningún auxiliar para su encendido.
- Su utilización se limita al alumbrado en general y al localizado de interiores, siempre que su altura de instalación no sea muy elevada (30).



**Figura 5. Lámpara incandescente estándar. Tomada de *Arquitectura inteligente***

### **2.2.3.2. Halógenas**

Las lámparas incandescentes halógenas, a diferencia de las lámparas incandescentes, tienen un componente halógeno y un compuesto gaseoso, que consigue establecer un ciclo de regeneración para evitar el ennegrecimiento aumentando, así la vida útil de la lámpara crece y va mejorando su eficiencia (24).

Para su funcionamiento se requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno, el material del filamento o tungsteno que se evapora reacciona químicamente con el halógeno, de manera que una parte importante del material de filamento evaporado vuelve al

filamento. La lámpara halogenada por su elevada temperatura superficial de la ampolla, no es recomendable para atmósferas explosivas, salvo que se emplee un envoltente especial (24) (31).

#### **A) Características de las lámparas incandescentes halógenas**

- Tienen mayor rendimiento luminoso, llegan a alcanzar los 30 lm/W.
- La temperatura de color es de 3000 °K.
- En su mayoría alcanzan una vida de 4 000 h (32).

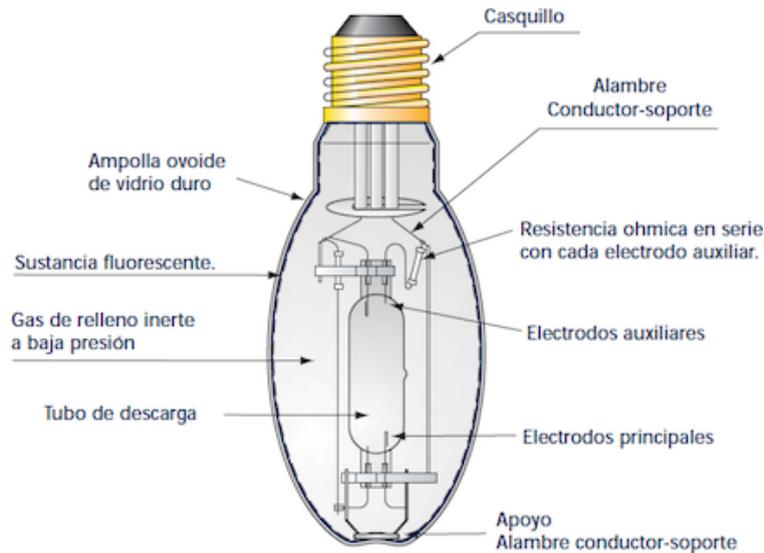


*Figura 6. Lámpara halógena. Tomada de Philips*

#### **2.2.3.3. Lámparas de descarga**

Las lámparas de descarga constituyen una forma alternativa de producir luz de una manera más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos (33). Se genera luz por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Las lámparas difieren según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido. A comparación de las lámparas incandescentes, estas irradian un espectro con distintas rayas características para los gases o vapores metálicos utilizados (24).

Se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que se encuentre (alta o baja presión) (24).



**Figura 7. Lámpara de descarga. Tomada de Grupo de estudios luminotécnico – UPC**

### **A) Características de las lámparas de descarga**

- La luz que emiten se basa en proporcionar radiaciones que complementen el espectro con longitudes de onda distinta a las que proporciona inicialmente la lámpara.
- La duración de vida promedio va entre 23 000 h a 25 000 h, según el tipo de lámpara.

### **B) Lámparas de vapor de mercurio**

Estas lámparas están constituidas por un pequeño tubo de vidrio de cuarzo, dentro del cual se produce una descarga eléctrica en vapor de mercurio con alta presión. Una vez conectadas, necesitan un cierto tiempo hasta lograr el régimen normal de funcionamiento (33). Este tipo de lámparas de alta presión son más compactadas y tienen mayores cargas eléctricas; por consiguiente, requieren tubos de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de aro va dentro de la envoltura de vidrio con

una atmósfera de nitrógeno o argón nitrógeno para reducir la oxidación y el chispoteo. La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas (34).

### **C) Lámparas de vapor de sodio**

La lámpara de vapor de sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz, el sodio posee la peculiaridad de emitir una luz de color anaranjado. El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga de cerámica translúcida, con el fin de soportar la corrosión del sodio y las altas temperaturas que estas generan (34).

#### **a) Características de las lámparas de sodio**

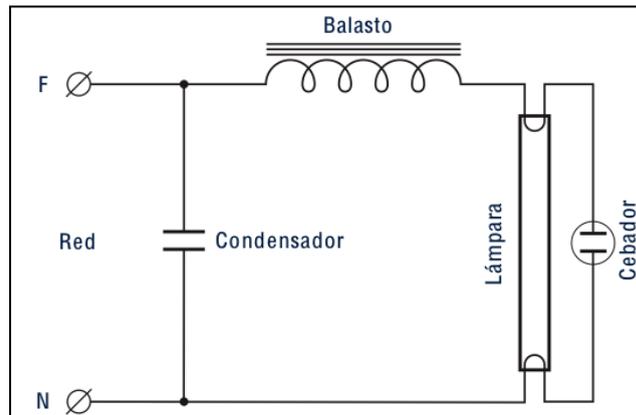
- Baja presión, son eficientes, con una iluminación de 200 lm/W, pero emiten solamente luz cromática.
- Alta presión, su eficiencia energética no es tan elevada.

#### **2.2.3.4. Fluorescentes**

Las lámparas fluorescentes también son lámparas de descargas en vapor que contienen mercurio y argón a baja presión, estos elementos emiten radiaciones de tipo ultravioleta que al recibir descargas eléctricas transforman la radiación ultravioleta en radiación visible (34).

Este tipo de lámparas necesita equipos auxiliares para su funcionamiento, como son el cebador y el balastro electromagnético, dichos equipos tienen funcionamientos distintos. El balastro es una bobina que tiene como fin limitar el flujo de tensión que pasa a través de la lámpara y a su vez permite estabilizar la descarga; mientras que la función del cebador es permitir encender la lámpara, permite el flujo de corriente eléctrica por los electrodos y cortar su paso cuando se encuentra encendido, este componente se encarga de crear un

arco eléctrico para poder excitar a los gases que se encuentran dentro (34).



**Figura 8. Esquema de conexión con equipos auxiliares y compensación de factor de potencia. Tomada de Grupo de estudios luminotécnico – UPC**

### A) Características de las lámparas fluorescentes

- Se encuentran diversos modelos como tubulares, circulares, compactas integradas, no integradas, cubiertas, par, etc.
- Diversidad de casquillos, tamaños, diámetros, potencia, etc.
- Posición de funcionamiento universal.
- Potencias desde 11 a 80 W.
- Vida útil de hasta 15 000 h.
- Necesitan equipos auxiliares para su funcionamiento.



**Figura 9. Lámparas fluorescentes. Tomada de Philips**

### 2.2.3.5. LED

Estas lámparas son dispositivos semiconductores unidireccionales, esto es porque los electrones se mueven en una sola dirección o sentido que es realizar saltos de la capa N a la capa P y liberan energía en forma de fotones, el tamaño de dicho salto es quien define el color de la luz que emite. Existen diversos colores, mientras que el color blanco posee una diversa gama de colores que van desde la temperatura de color de 2 700 °K a 5 300 °K.

Para un correcto funcionamiento es necesario que esta luminaria cuente con elementos que puedan disipar el calor generado que permitan tolerar mayores cantidades de corriente para poder proporcionar un mejor y mayor flujo luminoso.

Estas lámparas funcionan con corriente continua, por lo cual necesitan componentes que permitan transformar la corriente alterna a continua y así asegurar el correcto funcionamiento de estos equipos y no malograrlos (34).



*Figura 10. Tipos de LED. Tomada de Philips*

#### **A) Características de lámparas LED**

- Posición de funcionamiento universal
- Tiempo de encendido instantáneo
- Posibilidad de regular el flujo luminoso con equipos adecuados
- Temperatura de color desde 2 700 a 5 300 °K
- Vida útil promedio de 50 000 a 100 000 h
- Bajo consumo y alta eficiencia lumínica

Para poder realizar un resumen de las características de diversas lámparas se muestra la siguiente tabla (35):

**Tabla 6. Comparativa de características de distintos tipos de lámparas**

	Potencia (W)	Vida útil (h)	Eficiencia (lm/W)	T. Color (°K)	IRC (%)	Encendido y reencendido	Equipo auxiliar
<b>Incandescentes</b>	25 – 2 000	1 000	8 – 21,5	2 700	100	Instantáneo	No
<b>Halógenos</b>	40 – 100	2 000	15 – 27	2 800	100	Instantáneo	Sí
<b>Fluorescentes</b>	16 – 65	5 000 – 6 000	48 – 80	2 700 – 6 000	85	Instantáneo	Sí
<b>Mercurio A. P.</b>	50 – 2 000	24 000	32 – 60	3 500 – 4 500	40 – 70	E: 4 – 5 min, R: 3 – 6 min	No
<b>Sodio B. P.</b>	18 – 180	6 000 – 8 000	100 – 199	-	-	E: 15 min, R: 3 min	Sí
<b>Sodio A. P.</b>	35 – 1 000	8 000	60 – 130	2 000 – 2 200	25 – 50	E: 5 - 10 min, R: 1 min	Sí
<b>LED</b>	1,5 – 50	50 000	60 – 120	2 500 – 8 000	70 – 98	Instantáneo	Sí. Incorporado en luminaria

*Nota:* tomada de Universitat Jaume I

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Costos de inversión**

Se define como los gastos generados para poner en marcha el proyecto hasta la culminación de este, siendo adquisiciones de bienes materiales, estudios, planos y otros (36).

### **2.3.2. Demanda energética**

Se define como el requerimiento de consumo de energía eléctrica para realizar distintos trabajos analizados en lapsos diferentes para obtener una predicción de consumos energéticos (37).

### **2.3.3. Eficiencia energética**

Se define como la disminución de energía y potencia eléctrica que son requeridas para realizar algún trabajo definido sin afectar negativamente el proceso que se va realizando (38).

### **2.3.4. Eficiencia lumínica**

También llamada rendimiento luminoso, se define como la cantidad de luz emitida o también llamada flujo luminoso por una fuente luminosa por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Su unidad de medida es el lumen/vatio "lm/W" (39).

### **2.3.5. Flujo luminoso**

También llamada potencia luminosa, se define como la cantidad total emitida de luz por una fuente luminosa durante un segundo y en todas direcciones. Su unidad de medida es el lumen "lm" (33).

### **2.3.6. Iluminancia**

También llamado nivel de iluminación, se define como la cantidad de luz que recibe una superficie, su unidad de medida es el lux "lx" (39).

### **2.3.7. Intensidad luminosa**

Se define como la cantidad de luz que emite una fuente luminosa durante un segundo, en una dirección específica y para un ángulo de valor un estereorradián. Su unidad de medida es la candela “cd” (39).

### **2.3.8. LED**

Su nombre en inglés es “*light-emitting diode*”, que significa *diodo emisor de luz*, este dispositivo es un semiconductor que se encuentra unido a 2 terminales que son cátodo y ánodo, recubierto por una resina epoxi-transparente (39).

### **2.3.9. Luminancia**

Se define como la magnitud que logra medir el brillo reflejado de una superficie u objeto iluminado. Su unidad de medida es candela/cm<sup>2</sup> “cd/cm<sup>2</sup>” (33).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de la investigación**

Para esta investigación, se usó el enfoque cuantitativo (40), debido a la característica principal de la investigación que fue una medición de consumo energético, para luego contrastarlo con una reducción de costos y una medición de cantidad de lúmenes por área para contrastarlo con la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones, a su vez, esta investigación tiene bondades como una posible generalización de resultados y podrá ser replicado o tomado como base para futuras investigaciones.

#### **3.2. Tipo de investigación**

La investigación según el objetivo principal a alcanzar es del tipo aplicada, debido a que se aplicó en la vida real y así satisfizo las condiciones lumínicas planteadas en la normativa.

#### **3.3. Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación fue correlacional, debido a que este tipo de alcance permite identificar la relación que tienen 2 variables en un contexto particular (40), es por esto que esta investigación cuenta con 2 variables que son  $V_x$  = eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación; mientras

que la otra variable  $V_y$  = análisis de costos de energía y, por último, el contexto geográfico fue la Municipalidad Distrital de Orcotuna, de la provincia de Concepción, en el departamento de Junín.

### **3.4. Diseño de la investigación**

En esta investigación, se manejó un diseño no experimental del tipo transversal (40), debido a que la recolección de datos se dio en un solo momento, para luego analizarlo y contrastarlo con el desarrollo de la investigación y las hipótesis planteadas.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población de esta investigación fueron las luminarias de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra fueron todas las luminarias de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

Las técnicas de recolección de datos que se usaron en este trabajo de investigación fueron las técnicas empíricas de la observación, documentación y medición. Durante la observación y documentación se determinaron los tipos de luminarias usadas actualmente y sus características correspondientes, mientras que en la última etapa se realizó la medición y documentación de la calidad lumínica en distintos ambientes basados en las luminarias usadas actualmente.

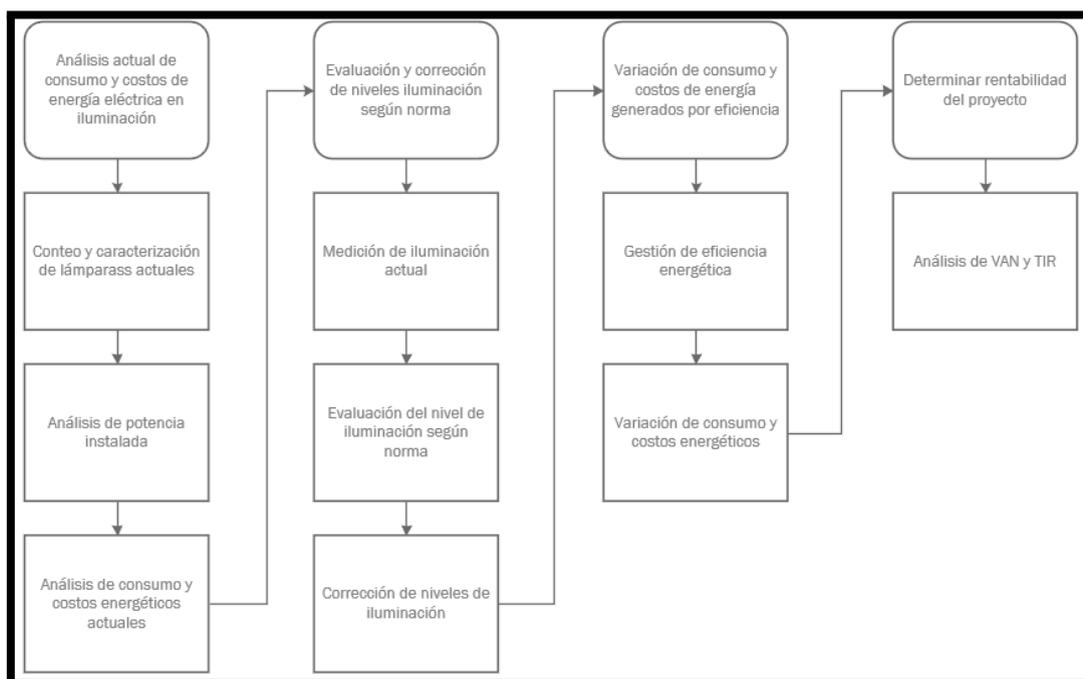
#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos para esta investigación fueron fichas de observación y registros de las luminarias actuales y mediciones de iluminación actual, usando el equipo luxómetro. Para

realizar el procesamiento de estos datos se utilizaron los softwares de MS Excel.

### 3.7. Métodos y procedimientos de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se siguió una serie de pasos que son mostrados en el siguiente diagrama de flujo.



**Figura 11. Diagrama de flujo**

Para identificar la problemática se inició con una etapa de diagnóstico y recopilación de datos, que es el primer paso de esta investigación, en esta etapa se caracterizaron todas las luminarias de la municipalidad, para luego calcular un estimado de consumo y costos energéticos del sistema de iluminación actual.

Con los datos recopilados y conociendo la exigencia de la normativa respecto de los niveles mínimos de iluminación, se realizó el segundo paso de la investigación, que consistió en realizar mediciones lumínicas del sistema actual de iluminación y, posterior a ello, se realizó el estudio lumínico mediante simulación con el software DiaLux con las luminarias LED propuestas.

En el tercer paso de esta investigación se estimaron las bondades energéticas de esta propuesta, por lo cual se calculó el consumo y costos energéticos del nuevo sistema propuesto de iluminación, los cuales cumplen con la normativa antes mencionada.

Por último, se realizó el análisis para determinar la rentabilidad de esta propuesta LED de iluminación, por lo cual se realizó el estudio económico con los indicadores VAN y TIR.

Para la elaboración de la prueba de hipótesis, primero se realizó un estudio de normalidad en los datos para determinar que los datos no son normales, esto implica el uso de técnicas estadísticas no paramétricas, las cuales son la prueba rho de Spearman y prueba U de Mann-Whitney.

En el siguiente capítulo se detallan todos estos pasos para su mayor comprensión, así como también los gráficos realizados en la investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

##### 4.1.1. Análisis de consumo y costos de energía eléctrica basados en el sistema eléctrico de iluminación actual

##### 4.1.1.1. Conteo y caracterización de lámparas

**Tabla 7. Conteo y caracterización de lámparas del primer piso**

Primer piso				
Área	Tipo lampara	Característica	Potencia Unitaria (W)	Cantidad
<b>Auditorio</b>	LED	Bulbo LED - Rosca E27	9	16
	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	16
<b>Pasillos de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	6
<b>Recibidor de auditorio</b>	LED	<i>Downlight</i> de techo empotrable	10	17
<b>Baño 1 de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Baño 2 de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Rentas y fiscalización</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Caja y tesorería</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Gerencia de desarrollo económico y social</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Pasillos con entrada</b>	LED	<i>Downlight</i> de techo empotrable	10	14
	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	4

**Tabla 8. Conteo y caracterización de lámparas del segundo piso**

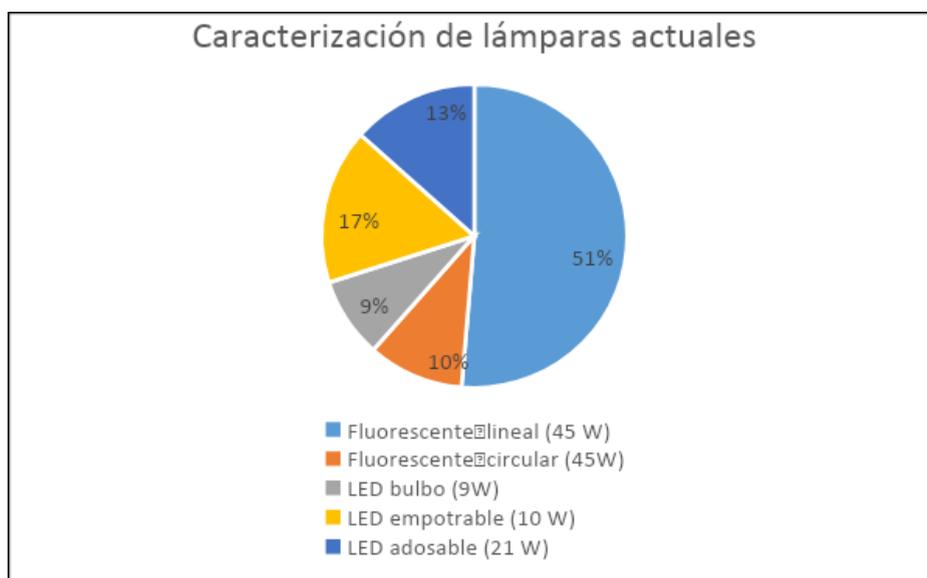
<b>Segundo piso</b>				
<b>Área</b>	<b>Tipo lámpara</b>	<b>Característica</b>	<b>Potencia Unitaria (W)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Pasillos</b>	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	6
<b>Baños</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Gerencia de servicios públicos municipales</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Secretaría general</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	5
<b>Alcaldía</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4
<b>Gerencia general</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4
<b>Almacén general</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3
<b>Gerencia de desarrollo de obras</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	6
<b>Of. Civil</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	2
<b>Sala de regidores</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
<b>Recursos humanos</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3
<b>Logística</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	2
<b>Logística 2</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4
<b>Materiales</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3
<b>Sala de sesiones</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	6

**Tabla 9. Conteo y caracterización de lámparas del tercer piso**

Tercer piso				
Área	Tipo lampara	Característica	Potencia Unitaria (W)	Cantida d
Biblioteca Of. 306	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4
Comedor 1	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	5
Comedor 2	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3
Of. 301	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	9
Pasillos	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	9

**Tabla 10. Resumen de conteo y caracterización de lámparas instaladas**

Conteo y caracterización de luminarias actuales				
Tipo lámpara	Potencia c/u (W)	Cantida d	Marca	Descripción
Fluorescente lineal	45	96	Philips	Con balastro electromagnético y cebador
Fluorescente circular	45	19	Philips	Con balastro electromagnético y cebador
LED	10	31	-	Downlight de techo empotrable
LED	21	25	Philips	Downlight adosable
LED	9	16	Osram	Bulbo LED - Rosca E27



**Figura 12. Caracterización de lámparas actuales**

#### 4.1.1.2. Análisis de potencia instalada del sistema de iluminación

Tabla 11. Análisis de potencia instalada de lámparas del primer piso

Primer piso						
Área	Tipo lámpara	Característica	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia parcial (W)	Potencia total (W)
<b>Auditorio</b>	LED	Bulbo LED - Rosca E27	9	16	144	864
	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	16	720	
<b>Pasillos de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	6	270	270
<b>Recibidor de auditorio</b>	LED	Downlight de techo empotrable	10	17	170	170
<b>Baño 1 de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Baño 2 de auditorio</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Rentas y fiscalización</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Caja y tesorería</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Gerencia de desarrollo económico y social</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Pasillos con entrada</b>	LED	Downlight de techo empotrable	10	14	140	320
	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	
					Potencia total (W)	2524

**Tabla 12. Análisis de potencia instalada de lámparas del segundo piso**

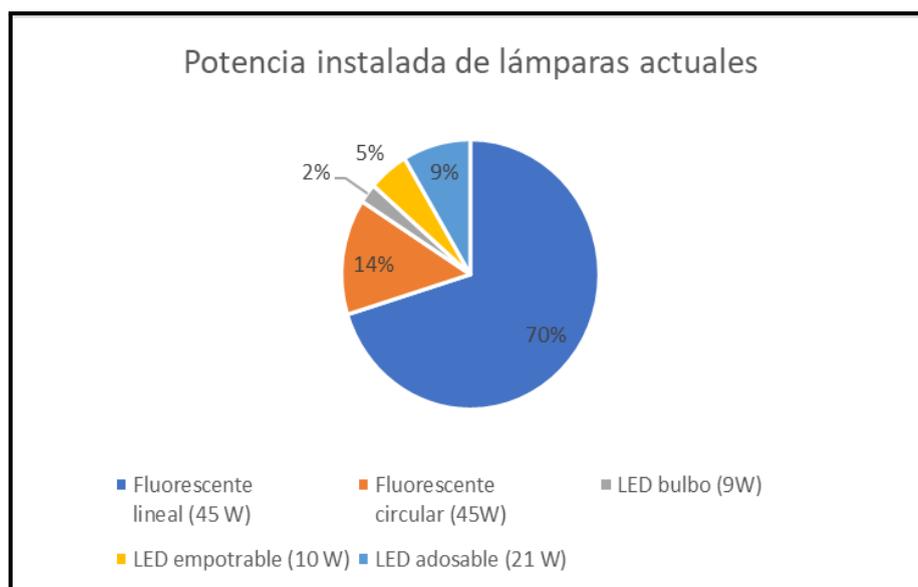
Segundo piso						
Área	Tipo lampara	Característica	Potencia Unitaria (W)	Cantida d	Potencia parcial (W)	Potencia total (W)
<b>Pasillos</b>	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	6	270	270
<b>Baños</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Gerencia de servicios públicos municipales</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Secretaría general</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	5	105	105
<b>Alcaldía</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4	84	84
<b>Gerencia general</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4	84	84
<b>Almacén general</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3	135	135
<b>Gerencia de desarrollo de obras</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	6	126	126
<b>Of. Civil</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	2	42	42
<b>Sala de regidores</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
<b>Recursos humanos</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3	135	135
<b>Logística</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	2	90	90
<b>Logística 2</b>	LED	<i>Downlight</i> adosable	21	4	84	84
<b>Materiales</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3	135	135
<b>Sala de sesiones</b>	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	6	270	270
					Potencia total (W)	2100

**Tabla 13. Análisis de potencia instalada de lámparas del tercer piso**

Tercer piso						
Área	Tipo lámpara	Característica	Potencia Unitaria (W)	Cantidad	Potencia parcial (W)	Potencia total (W)
Biblioteca	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
Of. 306	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	4	180	180
Comedor 1	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	5	225	225
Comedor 2	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	3	135	135
Of. 301	Fluorescente lineal	Con balastro electromagnético y cebador	45	9	405	405
Pasillos	Fluorescente circular	Con balastro electromagnético y cebador	45	9	405	405
					Potencia total (W)	1530

**Tabla 14. Resumen de potencia total instalada de lámparas**

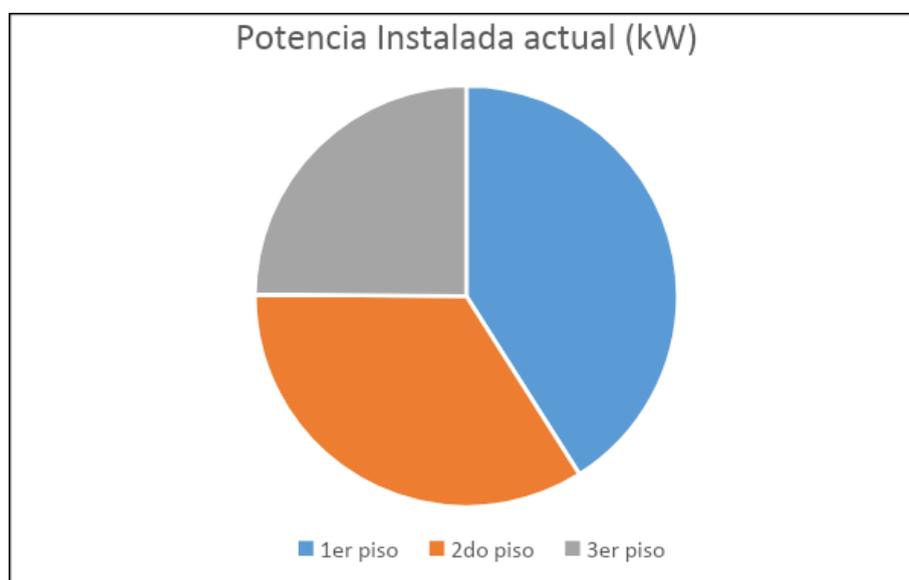
Análisis de potencia total instalada del sistema de iluminación			
Tipo lámpara	Potencia (W)	Cantidad	Potencia parcial (W)
Fluorescente lineal	45	96	4320
Fluorescente circular	45	19	855
LED (empotrable)	10	31	310
LED (adosable)	21	25	525
LED (bulbo)	9	16	144
Potencia total instalada (W)			6154



**Figura 13. Potencia instalada de lámparas actuales**

**Tabla 15. Resumen de potencia instalada actual**

Piso	Potencia parcial (kW)	Potencia total (kW)
Primer piso	2,524	6,154
Segundo piso	2,1	
Tercer piso	1,53	



**Figura 14. Potencia instalada actual**

#### 4.1.1.3. Análisis de consumo y costos energéticos

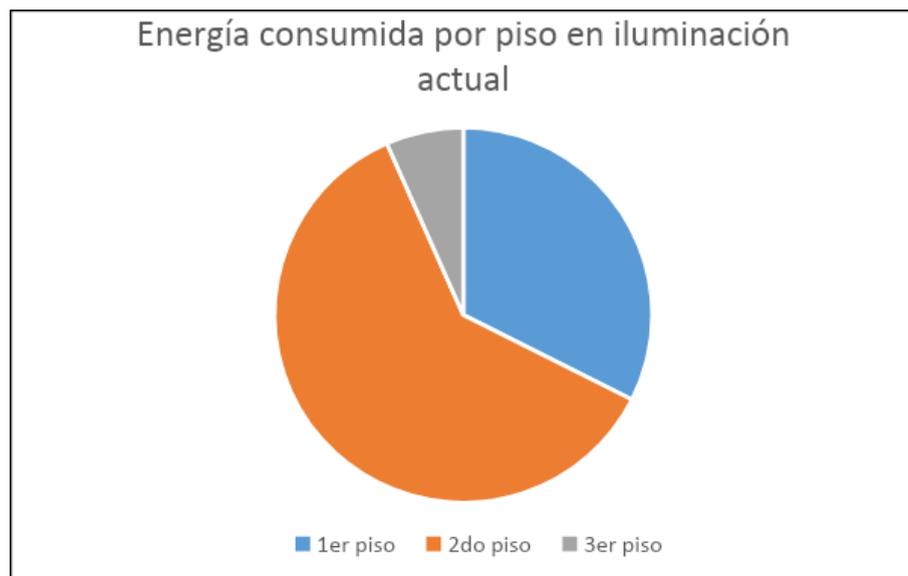
**Tabla 16: Análisis detallado de consumos energéticos mensuales**

Piso	Área	Potencia (W)	h/d	d/sem	sem/mes	Energía mensual (kW-h)
Primer piso	Auditorio	864	2	2	4	13,824
	Pasillos de auditorio	270	2	2	4	4,32
	Recibidor de auditorio	170	2	2	4	2,72
	Baño 1 de auditorio	180	3	5	4	10,8
	Baño 2 de auditorio	180	3	5	4	10,8
	Rentas y fiscalización	180	9	5	4	32,4
	Caja y tesorería	180	9	5	4	32,4
	Gerencia de desarrollo económico y social	180	9	5	4	32,4
	Pasillos con entrada	320	1	5	4	6,4
						<b>Total, parcial</b>
Segundo piso	Pasillos	270	1	5	4	5,4
	Baños	180	3	5	4	10,8
	Gerencia de servicios públicos municipales	180	9	5	4	32,4
	Secretaría general	105	9	5	4	18,9
	Alcaldía	84	9	5	4	15,12
	Gerencia general	84	9	5	4	15,12
	Almacén general	135	9	5	4	24,3

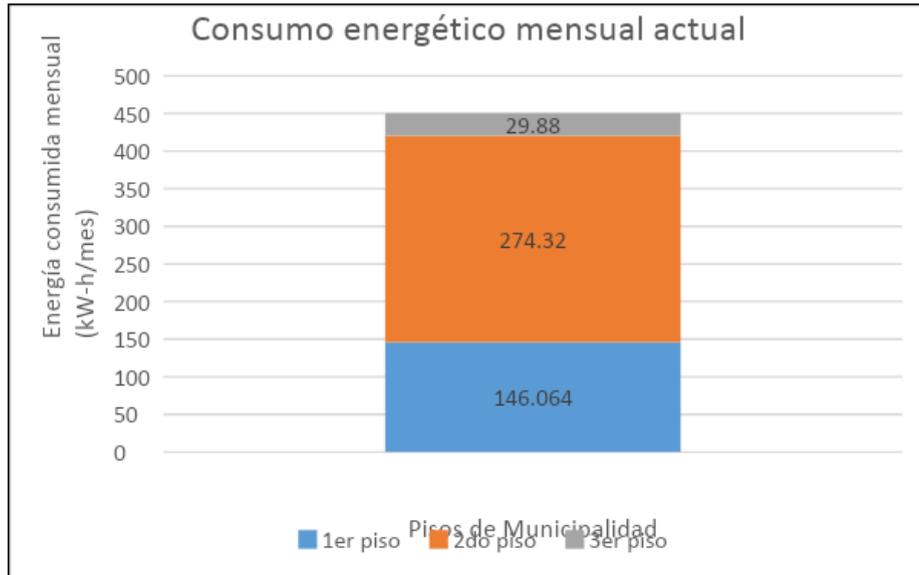
	Gerencia de desarrollo de obras	126	9	5	4	22,68
	Of. Civil	42	9	5	4	7,56
	Sala de regidores	180	9	5	4	32,4
	Recursos humanos	135	9	5	4	24,3
	Logística	90	9	5	4	16,2
	Logística 2	84	9	5	4	15,12
	Materiales	135	9	5	4	24,3
	Sala de sesiones	270	3	3	4	9,72
					<b>Total, parcial</b>	<b>274,32</b>
<b>Tercer piso</b>	Biblioteca	180	2	2	4	2,88
	Of. 306	180	2	2	4	2,88
	Comedor 1	225	2	5	4	9
	Comedor 2	135	2	5	4	5,4
	Of. 301	405	2	2	4	6,48
	Pasillos	405	1	2	4	3,24
					<b>Total, parcial</b>	<b>29,88</b>

**Tabla 17. Resumen consumos energéticos mensuales**

Resumen de consumo energético mensual		
Piso	Energía mensual (kW-h)	Energía total mensual (kW-h)
<b>Primer piso</b>	146,064	450,264
<b>Segundo piso</b>	274,32	
<b>Tercer piso</b>	29,88	



**Figura 15. Energía consumida por piso en iluminación actual**



**Figura 16. Consumo energético mensual actual**

Empresa:	Electrocentro S.A.		Página : 1/1
			Fecha : 03/03/2021 20:25:33
<b>Estado de Cuenta Corriente</b>			
<b>Nro Servicio</b>	68838805	<b>Lugar</b>	Valle Mantaro / CHUPACA
<b>Servicio</b>	Energía PostPago	<b>Estado Suministro</b>	Activo
<b>Cliente</b>	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ORCOTUNA		<b>Tarifa</b> BTSB - No Residencial
<b>Direccion</b>	Jr. LIMA 100 Pblo. ORCOTUNA	<b>Categoría</b>	Normal

Periodo	Energía	Fec. Emision	Fec. Vencimiento	Fec. Pago	Número	Documento	Importe	Saldo	Estado
202102	507.00	24/02/2021	12/03/2021	---	5787-05050947	Recibo de Energía	576.70	576.70	No Pagado
202101	496.00	27/01/2021	12/02/2021	---	5787-05020555	Recibo de Energía	528.00	528.00	No Pagado
202012	574.00	27/12/2020	12/01/2021	---	5787-04990263	Recibo de Energía	634.80	634.80	No Pagado
202011	488.00	26/11/2020	12/12/2020	---	5787-04960082	Recibo de Energía	519.20	36.60	No Pagado
202010	525.00	27/10/2020	12/11/2020	30/11/2020 11:42:53	5787-04930027	Recibo de Energía	575.60	0.00	Pagado
202009	325.00	26/09/2020	12/10/2020	30/11/2020 11:52:26	5787-04900091	Recibo de Energía	362.20	0.00	Pagado
202008	411.00	26/08/2020	11/09/2020	12/10/2020 12:37:25	5787-04870449	Recibo de Energía	432.60	0.00	Pagado
202007	0.00	29/08/2020	29/08/2020	12/10/2020 12:37:25	5789 00019320	Nota de Débito	3.70	0.00	Pagado
202007	339.00	27/07/2020	12/08/2020	06/10/2020 09:59:32	5787-04811431	Recibo de Energía	361.30	0.00	Pagado
202006	300.00	26/06/2020	13/07/2020	06/10/2020 09:54:09	5787-04781980	Recibo de Energía	315.50	0.00	Pagado
202005	254.00	27/05/2020	12/06/2020	26/06/2020 09:58:00	5787-04752549	Recibo de Energía	252.50	0.00	Pagado
202004	255.00	27/04/2020	13/05/2020	26/06/2020 09:54:25	5787-04722955	Recibo de Energía	119.40	0.00	Pagado
202003	263.00	31/03/2020	16/04/2020	26/06/2020 09:54:25	5787-04693378	Recibo de Energía	437.60	0.00	Pagado

**Deuda: 1,776.10**

**Figura 17. Registro de facturación de 3/20 al 2/21. Tomada de Electrocentro**

HISTORICO DE FACTURACIÓN										
Suministro: 68838805										
Fecha de Inicio: 01/01/2020										
Fecha fin: 21/07/2021										
Periodo	Nº de Recibo Emitido	Tarifa	Fecha de Lectura	Fecha de Valorización	Fecha de Vencimiento	Fecha Pago	Importe Total del Recibo (S/.)	Saldo (S/.)	Estado de Deuda	Detalle Documentos
06-2021	5787-05173520	BTSB	23-06-2021	26-06-2021	12-07-2021	16-07-2021	610,00	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
05-2021	5787-05142615	BTSB	24-05-2021	27-05-2021	12-06-2021	23-06-2021	632,40	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
04-2021	5787-05111609	BTSB	23-04-2021	26-04-2021	12-05-2021	20-05-2021	602,40	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
03-2021	5787-05081375	BTSB	24-03-2021	27-03-2021	12-04-2021	20-05-2021	627,90	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
02-2021	5787-05050947	BTSB	21-02-2021	24-02-2021	12-03-2021	07-04-2021	576,70	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
01-2021	5787-05020955	BTSB	24-01-2021	27-01-2021	12-02-2021	18-03-2021	528,00	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
12-2020	5787-04990263	BTSB	24-12-2020	27-12-2020	12-01-2021	18-03-2021	634,80	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
11-2020	5787-04960082	BTSB	23-11-2020	26-11-2020	12-12-2020	18-03-2021	519,20	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
10-2020	5787-04930027	BTSB	24-10-2020	27-10-2020	12-11-2020	30-11-2020	575,60	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
09-2020	5787-04900091	BTSB	23-09-2020	26-09-2020	12-10-2020	30-11-2020	362,20	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
08-2020	5787-04870449	BTSB	22-08-2020	26-08-2020	11-09-2020	12-10-2020	432,60	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
07-2020	5787-04811431	BTSB	23-07-2020	27-07-2020	12-08-2020	06-10-2020	361,30	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
06-2020	5787-04781980	BTSB	23-06-2020	26-06-2020	13-07-2020	06-10-2020	315,50	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
05-2020	5787-04752549	BTSB	23-05-2020	27-05-2020	12-06-2020	26-06-2020	292,50	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
04-2020	5787-04722955	BTSB	23-04-2020	27-04-2020	13-05-2020	26-06-2020	119,40	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
03-2020	5787-04693378	BTSB	24-03-2020	31-03-2020	16-04-2020	26-06-2020	437,60	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
02-2020	5787-04663806	BTSB	22-02-2020	25-02-2020	12-03-2020	13-03-2020	488,40	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>
01-2020	0078704634343	BTSB	24-01-2020	27-01-2020	12-02-2020	27-02-2020	461,50	0,00	Pagado	<a href="#">Ver Documentos</a>

**Figura 18. Registro de facturación de 1/20 al 7/21. Tomada de Electrocentro**

TARIFA BTSB: TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E			
No Residencial	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3,95
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	82,84

**Figura 19. Pliego tarifario. Tomada de Osinergmin**

**Tabla 18. Costo económico estimado mensual del sistema eléctrico de iluminación**

Costo energético de iluminación mensual				
Piso	Energía mensual (kW-h)	Energía total mensual (kW-h)	Costo kW-h (S/)	Costo total (S/)
Primer piso	146,064	450,264	0,8284	373
Segundo piso	274,32			
Tercer piso	29,88			

**4.1.2. Evaluación y corrección de los niveles adecuados de iluminación basados en la Norma Técnica EM.010**  
**Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones**  
**4.1.2.1. Medición de los niveles de iluminación actual en ambientes de trabajo**

**Tabla 19. Medición de niveles de iluminación del primer piso**

Primer piso											
<b>Área:</b>		Auditorio					<b># puntos de medición:</b>			25	
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
160,6	187,7	227	279	445	108,4	147,2	168,8	182,1	364	<b>Promedio</b>	
184,5	214	231	316	476	122,2	110,1	163,1	225	366	219,94	
113,4	119,5	126,6	153,3	308							
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
231	196,5	185,7	156,3	157,3	201	188,1	168,6	160,9	179,2	<b>Promedio</b>	
204	144,5	183,7	223	405	168,2	159,6	118,2	131,8	110,2	176,61	
203	130,2	122,1	130,2	157							
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
201	215	175,8	136,1	98,2	582	312	250	190,3	159,4	<b>Promedio</b>	
481	290	212	205	149,3	354	205	176,3	134,4	123,7	213,28	
177,6	136,2	126,3	116,6	124,9							
<b>Área:</b>		Pasillos de auditorio					<b># puntos de medición:</b>			5	
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
194,3	101,6	86,9	30,3	63,1			<b>Promedio</b>			95,24	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
763	115,7	33,2	15,6	7,4			<b>Promedio</b>			186,98	
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
189,3	143,5	39,9	13,7	6,4			<b>Promedio</b>			78,56	
<b>Área:</b>		Recibidor de auditorio					<b># puntos de medición:</b>			16	
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
104,6	151,9	163,1	150,7	730	460	113,4	113,4	908	329	<b>Promedio</b>	
176,6	152,7	824	469	309	196,5					334,49	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
136,1	137,8	173,5	254	293	325	446	691	356	366	<b>Promedio</b>	
526	746	484	274	423	560					386,96	

<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
42,8	82,7	516	322	375	133,5	235	400	430	262	<b>Promedio</b>	
149,2	410	396	492	301	602					321,83	
<b>Área:</b>	Baño 1 de auditorio						<b># puntos de medición:</b>				5
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
170	185,9	182,5	168,8	155,7						<b>Promedio</b>	
										172,58	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
120,9	159,2	187,7	187,4	111,9						<b>Promedio</b>	
										153,42	
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
98,4	114,1	120,1	122,4	111,9						<b>Promedio</b>	
										113,38	
<b>Área:</b>	Baño 2 de auditorio						<b># puntos de medición:</b>				5
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
39,9	39,8	25,8	24,9	22,4						<b>Promedio</b>	
										30,56	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
43,2	45,7	72,1	33,2	32,3						<b>Promedio</b>	
										45,3	
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
30,6	31,4	50,6	33,2	31,8						<b>Promedio</b>	
										35,52	
<b>Área:</b>	Rentas y fiscalización						<b># puntos de medición:</b>				16
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
1432	1029	806	662	1046	1107	871	627	661	534	<b>Promedio</b>	
407	334	555	366	322	342					693,81	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											
316	242	218	205	237	269	247	189,1	275	242	<b>Promedio</b>	
248	205	282	241	214	187,5					238,6	
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>											
80,9	150,2	150,4	111,9	101,9	144,8	125,3	143	165,6	116,8	<b>Promedio</b>	
145,3	165,7	182,5	170,5	135,2	116,5					137,91	
<b>Área:</b>	Caja y tesorería						<b># puntos de medición:</b>				16
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>											
612	843	684	656	467	632	634	341	332	479	<b>Promedio</b>	
355	304	285	429	445	267					485,31	
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>											

114,9	145,7	139,9	100,9	82,3	111,9	116,8	107,2	77,6	101,5	<b>Promedio</b>
114,8	76,3	74,6	109,4	106,5	71,7					103,25
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>										
36,7	38,6	19,09	25,6	41,3	45,8	35,7	37,9	51,4	52,3	<b>Promedio</b>
55,7	37,2	49,4	64,9	58,2	37,6					42,96
<b>Área:</b>	Gerencia de desarrollo económico y social						<b># puntos de medición:</b>	16		
<b>Horario: mañana - iluminación (lux)</b>										
208	251	232	252	316	403	586	649	406	465	<b>Promedio</b>
248	252	268	331	426	434					357,94
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>										
299	380	380	339	193,5	279	242	242	268	258	<b>Promedio</b>
263	295	308	332	139,9	188,5					275,43
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>										
84,7	94,3	89,6	59,5	166,7	123,3	95,9	64,2	111,4	57,3	<b>Promedio</b>
91,8	149,8	123,3	89,4	153,5	116,7					104,46
<b>Área:</b>	Pasillos con entrada						<b># puntos de medición:</b>	16		
<b>Horario: mañana - Iluminación (lux)</b>										
1047	1111	1097	1104	447	544	578	499	1094	1102	<b>Promedio</b>
745	541	645	475	947	1038					813,38
<b>Horario: medio día - iluminación (lux)</b>										
1133	1163	1144	1145	497	614	621	599	1137	1125	<b>Promedio</b>
821	633	677	555	1141	1143					884,25
<b>Horario: tarde - iluminación (lux)</b>										
1095	1286	1144	1137	492	534	555	587	1099	1188	<b>Promedio</b>
745	541	645	475	947	1065					845,94

**Tabla 20. Medición de niveles de iluminación del segundo piso**

Segundo piso										
<b>Área:</b>		Pasillos					<b># puntos de medición:</b>			7
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
528	1814	1166	524	535	595	691		<b>Promedio</b>	836,14	
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
575	1877	1400	650	572	633	745		<b>Promedio</b>	921,71	
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
550	1843	1229	587	535	540	691		<b>Promedio</b>	853,57	
<b>Área:</b>		Baños					<b># puntos de medición:</b>			5
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
281	122,1	117,5	75,7	72,9				<b>Promedio</b>	133,84	
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
225	115,6	80,6	66,2	60,7				<b>Promedio</b>	109,62	
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
167,4	88,4	75,2	59,4	55,3				<b>Promedio</b>	89,14	
<b>Área:</b>		Gerencia de servicios públicos municipales					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
56,7	113,6	128,3	74,4	189,6	275	166,8	87,8	460	180,7	<b>Promedio</b>
52,5	58,2	199,7	130,6	298	536					187,99
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
48,5	127,7	112,5	65,6	106,7	202	208	766	242	122	<b>Promedio</b>
48,5	102,4	162,6	95,2	238	249					181,04
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
55,5	103,3	86,6	59	85,7	202	137,7	82,3	161,5	74,3	<b>Promedio</b>
38,9	65,3	156,4	93,3	101,7	209					107,03

<b>Área:</b>		Secretaria general					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
292	257	205	184,4	216	215	186,4	185,9	187,7	221	<b>Promedio</b>
228	205	224	218	183,7	186,1					212,2
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
202	316	375	577	294	339	419	490	556	684	<b>Promedio</b>
265	356	378	421	312	386					398,13
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
176,9	172,2	148,8	129,3	133,3	136,7	158,3	139,1	158,1	150,9	<b>Promedio</b>
110,3	153,5	117,5	149,7	136,6	140,5					144,48
<b>Área:</b>		Alcaldía					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
242	91,3	107,3	106,7	201	117,7	106,4	86,1	62,4	67,7	<b>Promedio</b>
356	147,2	162,2	112,8	65,4	86,7					132,43
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
51,3	106,3	112,8	114,8	49,8	114,5	141	81	177,6	90,5	<b>Promedio</b>
53,3	110,2	129,1	43,8	56,7	176,4					100,57
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
83,4	111,4	78,5	48,4	63,6	110,1	70,2	50,9	135,5	40,8	<b>Promedio</b>
32,7	132,6	100,3	48,9	49,7	151,2					81,76
<b>Área:</b>		Gerencia general					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
247	257	214	277	181,5	200	233	199,8	636	447	<b>Promedio</b>
285	412	445	492	203	307					314,77
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										

243	312	373	297	194	215	237	228	380	341	<b>Promedio</b>
311	333	345	436	245	283					298,31
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
156,4	192,8	180,3	124,7	103,3	120,3	122,2	75,9	218	196,9	<b>Promedio</b>
139,4	138,3	161,1	166,8	126,9	153,2					148,53
<b>Área:</b>	Almacén general						<b># puntos de medición:</b>	16		
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
50,6	92,5	132,5	243	86,8	96,3	74,2	65,5	66,3	65,1	<b>Promedio</b>
67,5	87,4	95,7	154,8	103,5	114					99,73
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
18,7	26,4	45,9	77,8	35,1	54,3	82,5	116,1	53,3	86,4	<b>Promedio</b>
18,4	27,1	53,5	94,8	63,4	33,5					55,45
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
15,5	21,1	44,7	60,4	29,7	47,2	75	99,4	49,5	80,6	<b>Promedio</b>
14,5	24,4	50,7	88,4	55,5	30,7					49,21
<b>Área:</b>	Gerencia de desarrollo de obras						<b># puntos de medición:</b>	16		
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
513	513	279	206	164,8	215	212	209	434	391	<b>Promedio</b>
181,7	219	157,9	129,9	481	481					299,21
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
195,5	193,8	212	195,9	192,3	214	242	186,1	1042	486	<b>Promedio</b>
72,6	130,3	162,4	93,2	415	809					302,63
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
173,2	188,9	163,3	129,8	245	273	286	255	1380	1314	<b>Promedio</b>
72,6	81,6	136,7	94,5	386	1036					388,48

<b>Área:</b>		Of. Civil					<b># puntos de medición:</b>			9
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
160,3	220	261	176,6	262	234	155,5	221	242		<b>Promedio</b> 214,71
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
160,6	147,6	112,3	194,5	202	136,1	156,5	216	188,6		<b>Promedio</b> 168,24
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
137,8	105,3	86,7	160,2	236	194,3	132,7	124,4	156,4		<b>Promedio</b> 148,2
<b>Área:</b>		Sala de regidores					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
257	459	482	378	311	492	646	621	308	232	<b>Promedio</b> 418,94
258	394	516	715	248	386					
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
451	875	812	436	380	551	547	453	475	482	<b>Promedio</b> 539,44
487	691	699	495	336	461					
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
176,2	196,2	194,5	111,6	241	254	299	184,7	197,5	181,2	<b>Promedio</b> 206,31
117,1	245	338	209	162,7	193,2					
<b>Área:</b>		Recursos humanos					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
310	380	542	611	572	504	769	397	748	788	<b>Promedio</b> 643,81
777	842	1144	544	729	644					
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
339	379	262	180,5	785	970	613	333	317	215	<b>Promedio</b> 511,59
614	726	375	305	904	868					

<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
222	263	172,5	161,4	323	412	250	205	214	189,4	<b>Promedio</b>
273	323	277	250	490	289					269,64
<b>Área:</b>	Logística						<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
124,5	219	215	292	517	437	415	253	302	130,1	<b>Promedio</b>
277	258	181,2	166,9	405,9	341					283,41
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
207	66,6	78,5	126,6	52,3	112,7	89,8	216	39,5	270	<b>Promedio</b>
190,5	139,1	85,1	156	15,24	31,3					117,27
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
6,53	24,2	80,3	76,4	9,52	15,71	40,3	103,5	18,77	120,1	<b>Promedio</b>
8,25	18,33	69,8	76,3	8,3	10,88					42,95
<b>Área:</b>	Logística 2						<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
109,4	132,2	157,3	183,2	120,5	231	225	151,1	148,1	186,9	<b>Promedio</b>
117,5	173,2	105,8	125,8	258	215					165
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
121,6	159,4	231	292	228	354	255	242	179	202	<b>Promedio</b>
169,8	270	293	324	306	169,4					237,26
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
84,9	99,8	138,7	246	85,4	169,9	179,8	101,6	127,7	64,1	<b>Promedio</b>
97,6	116,3	108,3	69,5	44,2	108,4					115,14
<b>Área:</b>	Materiales						<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										

137,4	94,1	204	321	2,7	2,7	555	41	30,7	49,8	<b>Promedio</b>
3,4	4,5	7,89	97,6	21	2,45					98,45
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
138,9	96,8	210	359	2,53	2,61	580	44	32,5	51,9	<b>Promedio</b>
4,8	4,73	8,86	98,1	23	2,69					103,78
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
100,4	87,1	195	287	2,53	2,61	344	44	32,5	51,9	<b>Promedio</b>
4,7	4,6	5,78	78,4	23	2,69					79,14
<b>Área:</b>	Sala de sesiones					<b># puntos de medición:</b>				16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
110,7	169,7	215	147,4	189,4	257	265	187,6	75,3	58,6	<b>Promedio</b>
123,5	131,4	166	137,4	104,7	80,4					151,19
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
111,1	170,3	209	148,8	190,3	261	267	191,4	77,1	61,7	<b>Promedio</b>
124,4	132,4	166,9	138,4	109,4	80,7					152,49
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
110,4	170,4	204	140,6	184,6	250	280	192,3	71,5	62,4	<b>Promedio</b>
122,9	133	167	139,4	107,6	85,4					151,34

**Tabla 21. Medición de niveles de iluminación del tercer piso**

Tercer piso										
<b>Área:</b>		Biblioteca					<b># puntos de medición:</b>			16
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
1279	1097	1354	1104	231	312	54	743	715	767	<b>Promedio</b>
245	243	327	1434	337	666					681,75
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
1400	1154	1398	1201	245	380	78	750	788	807	<b>Promedio</b>
345	256	333	1499	390	750					735,88
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
1245	1045	1247	1101	198	256	55	699	687	706	<b>Promedio</b>
221	215	299	1277	333	645					639,31
<b>Área:</b>		Of. 306					<b># puntos de medición:</b>			9
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
205	240	347	626	949	93,6	73,7	103,1	946		<b>Promedio</b>
										398,16
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
187	235	311	554	742	93,6	73,7	103,1	745		<b>Promedio</b>
										338,27
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
156,2	228	223	348	386	119,9	66,5	123,2	202		<b>Promedio</b>
										205,87
<b>Área:</b>		Comedor 1					<b># puntos de medición:</b>			9
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
422	375	624	612	807	1036	1432	599	742		<b>Promedio</b>
										738,78
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
285	287	226	445	533	573	352	519	444		<b>Promedio</b>
										407,11
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
155,7	254	315	258	300	344	313	362	303		<b>Promedio</b>
										289,41
<b>Área:</b>		Comedor 2					<b># puntos de medición:</b>			9
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
824	665	413	266	335	234	141,5	212	161,8		<b>Promedio</b>
										361,37
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
144,5	136,4	154,8	248	247	201	401	487	309		<b>Promedio</b>
										258,74
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
140,7	132,1	145,2	233	247	197	355	421	287		<b>Promedio</b>

										239,78
<b>Área:</b>	Of. 301						<b># puntos de medición</b>	9		
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
64,3	67,1	54,8	74,7	75,8	77,6	100,4	121,7	135,1	<b>Promedio</b>	85,72
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
55,3	68	57,7	66,1	97,2	68,6	172,8	134	94,8	<b>Promedio</b>	90,5
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
50,7	57	48,3	59,9	88,5	60,4	145,4	122	89,7	<b>Promedio</b>	80,21
<b>Área:</b>	Pasillos						<b># puntos de medición:</b>	8		
<b>Horario: Mañana - Iluminación (lux)</b>										
75,9	302	926	869	449	1098	780	126,6	<b>Promedio</b>	578,31	
<b>Horario: Medio día - Iluminación (lux)</b>										
99	350	1042	977	499	1103	840	146,6	<b>Promedio</b>	632,08	
<b>Horario: Tarde - Iluminación (lux)</b>										
65	277	846	812	410	999	720	111,4	<b>Promedio</b>	530,05	

Tabla 22. Resumen de promedios de iluminación de la Municipalidad Distrital de Orcotuna

Promedio de iluminación				
Piso	Área	Promedio de iluminación (lx)		
		mañana	medio día	tarde
Primer piso	Auditorio	219,94	176,61	213,28
	Pasillos de auditorio	95,24	186,98	78,56
	Recibidor de auditorio	334,49	386,96	321,83
	Baño 1 de auditorio	172,58	153,42	113,38
	Baño 2 de auditorio	30,56	45,3	35,52
	Rentas y fiscalización	693,81	238,6	137,91
	Caja y tesorería	485,31	103,25	42,96

	Gerencia de desarrollo económico y social	357,94	275,43	104,46
	Pasillos con entrada	654,4	723	589
<b>Segundo piso</b>	Pasillos	836,14	921,71	853,57
	Baños	133,84	109,62	89,14
	Gerencia de servicios públicos municipales	187,99	181,04	107,03
	Secretaría general	212,2	398,13	144,48
	Alcaldía	132,43	100,57	81,76
	Gerencia general	314,77	298,31	148,53
	Almacén general	99,73	55,45	49,21
	Gerencia de desarrollo de obras	299,21	302,63	388,48
	Of. Civil	214,71	168,24	148,2
	Sala de regidores	418,94	539,44	206,31
	Recursos humanos	643,81	511,59	269,64
	Logística	283,41	117,27	42,95
	Logística 2	165	237,26	115,14
	Materiales	98,45	103,78	79,14
	Sala de sesiones	151,19	152,49	151,34
<b>Tercer piso</b>	Biblioteca	681,75	735,88	639,31
	Of. 306	398,16	338,27	205,87
	Comedor 1	738,78	407,11	289,41
	Comedor 2	361,37	258,74	239,78
	Of. 301	85,72	90,5	80,21
	Pasillos	578,31	632,08	530,05

#### 4.1.2.2. Evaluación de los niveles de iluminación basados en la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones

**Tabla 23. Requisitos mínimos de iluminación de acuerdo a NTP EM.010**

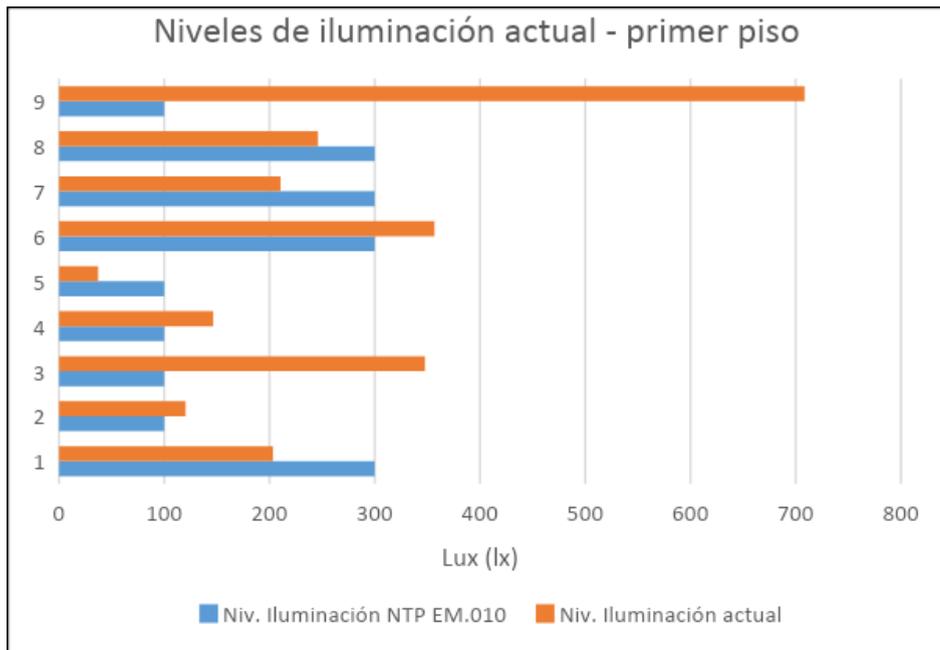
Requisitos mínimos de iluminación				
1. Vivienda				
Tipo de interior, tarea o actividad	Em (lux)	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>a</sub>
<b>Zona privada</b>				
Baños	100			
Comedor	100			
<b>Zonas comunes</b>				
Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,4	40
<b>6. Oficinas</b>				
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	0,4	80
Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	0,6	80
Estación de trabajo CAD	500	19	0,6	80

Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,6	80
Archivos	200	25	0,4	80

*Nota:* tomada de NTP EM.010

**Tabla 24. Evaluación de los niveles de iluminación actual respecto a la NTP EM.010**

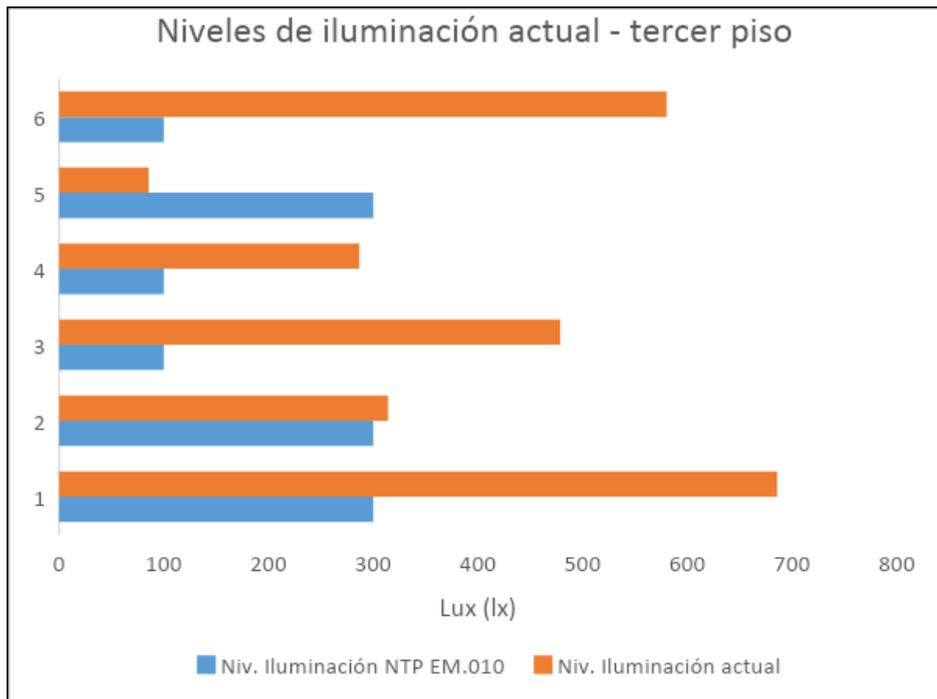
Piso	Área	Promedio de iluminación (lx)				Mínimos de iluminación (lux)	Comparación del cumplimiento de norma
		Mañana	Medio día	Tarde	Promedio		
Primer piso	Auditorio	219,94	176,61	213,28	203,28	300	no cumple
	Pasillos de auditorio	95,24	186,98	78,56	120,26	100	cumple
	Recibidor de auditorio	334,49	386,96	321,83	347,76	100	cumple
	Baño 1 de auditorio	172,58	153,42	113,38	146,46	100	cumple
	Baño 2 de auditorio	30,56	45,3	35,52	37,13	100	no cumple
	Rentas y fiscalización	693,81	238,6	137,91	356,77	300	cumple
	Caja y tesorería	485,31	103,25	42,96	210,51	300	no cumple
	Gerencia de desarrollo económico y social	357,94	275,43	104,46	245,94	300	no cumple
Segundo piso	Pasillos con entrada	813,38	723	589	708,46	100	cumple
	Pasillos	836,14	921,71	853,57	870,47	100	cumple
	Baños	133,84	109,62	89,14	110,87	100	cumple
	Gerencia de servicios públicos municipales	187,99	181,04	107,03	158,69	300	no cumple
	Secretaría general	212,2	398,13	144,48	251,6	300	no cumple
	Alcaldía	132,43	100,57	81,76	104,92	300	no cumple
	Gerencia general	314,77	298,31	148,53	253,87	300	no cumple
	Almacén general	99,73	55,45	49,21	68,13	300	no cumple
	Gerencia de desarrollo de obras	299,21	302,63	388,48	330,11	300	cumple
	Of. Civil	214,71	168,24	148,2	177,05	300	no cumple
	Sala de regidores	418,94	539,44	206,31	388,23	300	cumple
	Recursos humanos	643,81	511,59	269,64	475,01	300	cumple
	Logística	283,41	117,27	42,95	147,88	300	no cumple
	Logística 2	165	237,26	115,14	172,47	300	no cumple
	Materiales	98,45	103,78	79,14	93,79	300	no cumple
Sala de sesiones	151,19	152,49	151,34	151,67	300	no cumple	
Tercer piso	Biblioteca	681,75	735,88	639,31	685,65	300	cumple
	Of. 306	398,16	338,27	205,87	314,1	300	cumple
	Comedor 1	738,78	407,11	289,41	478,43	100	cumple
	Comedor 2	361,37	258,74	239,78	286,63	100	no cumple
	Of. 301	85,72	90,5	80,21	85,48	300	no cumple
	Pasillos	578,31	632,08	530,05	580,15	100	cumple



**Figura 20. Niveles de iluminación actual - primer piso**



**Figura 21. Niveles de iluminación actual - segundo piso**



**Figura 22. Niveles de iluminación actual - tercer piso**

#### 4.1.2.3. Corrección de los niveles de iluminación para cumplimiento de la Norma Técnica EM.010

**Tabla 25. Características de lámparas fluorescentes actuales**

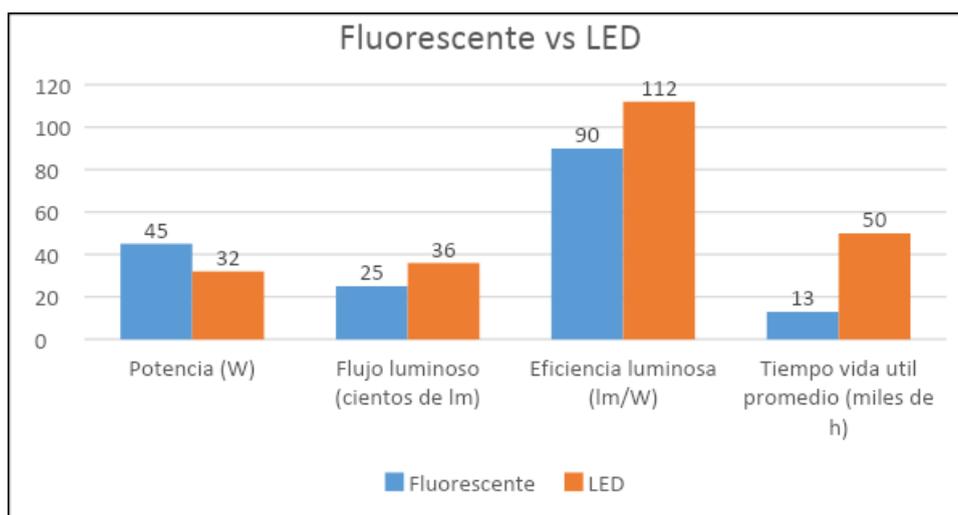
Características de luminaria actual	
Marca:	Philips
Modelo:	TL-D 36W/54 – 765 1SL
Intensidad luminosa:	2 500 lm
Eficacia luminosa:	90 lm/W
Temperatura de color:	6 200 K
Potencia:	45 W (con accesorios)
Tensión de entrada:	110 – 1200 V
Frecuencia de entrada:	50 – 60 Hz
Tiempo de vida útil media	13 000 h

Nota: tomada de Philips

**Tabla 26. Características de lámparas LED propuestas**

Características de luminaria propuesta	
Marca:	Ledvance
Modelo:	Panel Led Gama
Intensidad luminosa:	3 600 lm
Eficacia luminosa:	112 lm/W
Temperatura de color:	4 000 K / 6 500 K
Potencia:	32 W
Tensión de entrada:	100 – 277 V
Frecuencia de entrada:	50 – 60 Hz
Tiempo de vida útil media	50 000 h

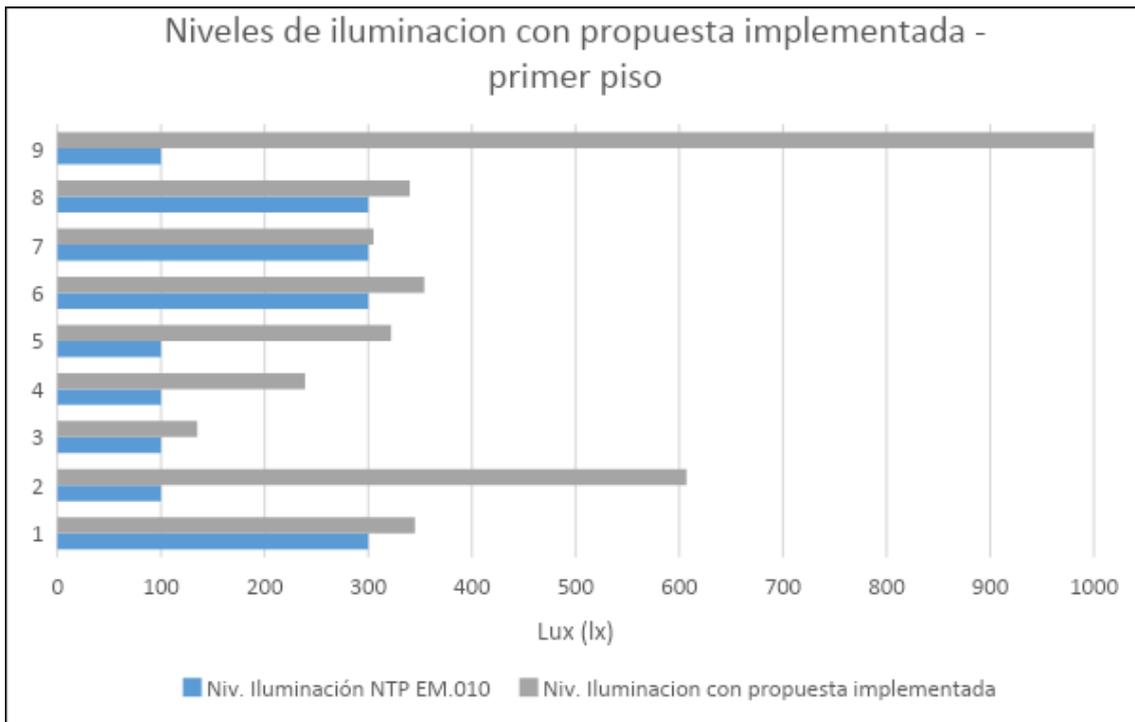
Nota: tomada de Ledvance



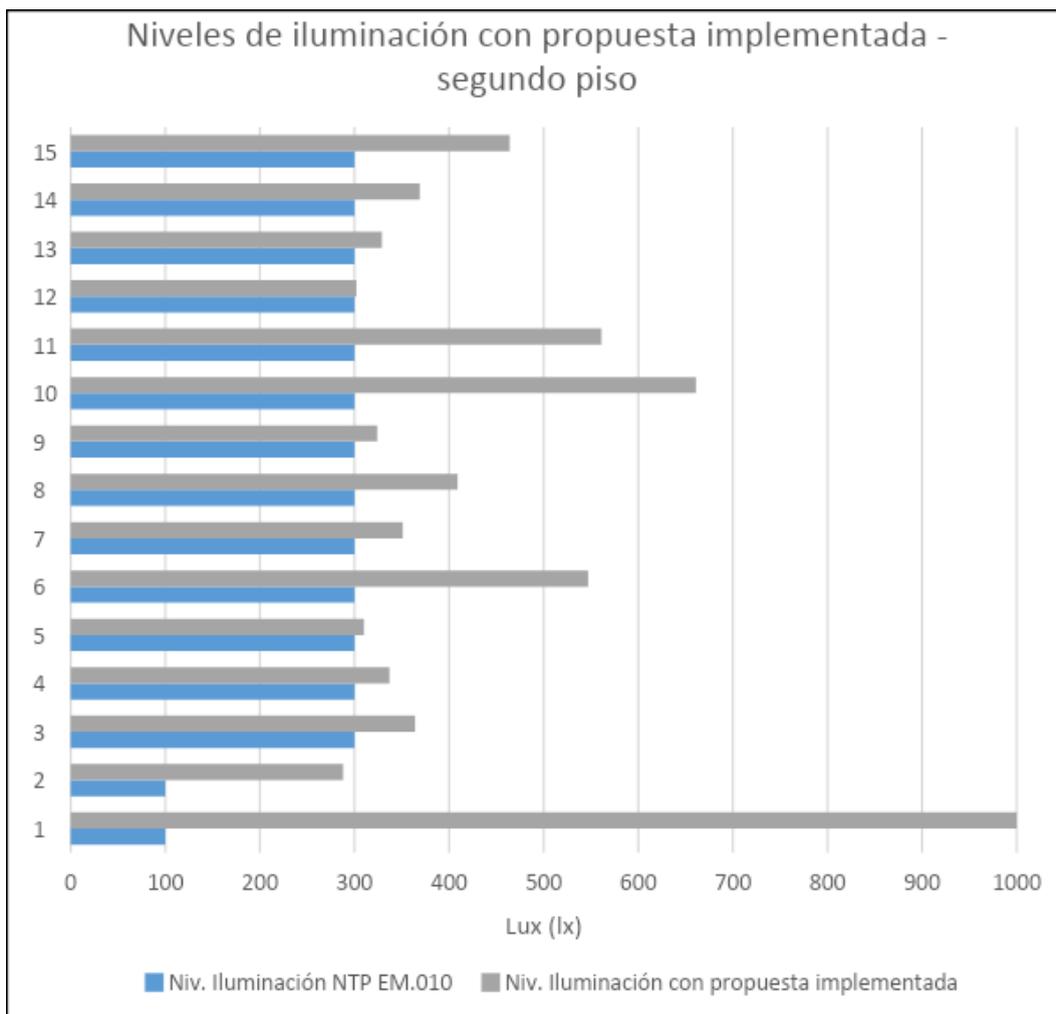
**Figura 23. Comparación de lámparas fluorescentes vs. LED**

**Tabla 27. Cumplimiento de iluminación según NTP EM.010 con la propuesta de implementación**

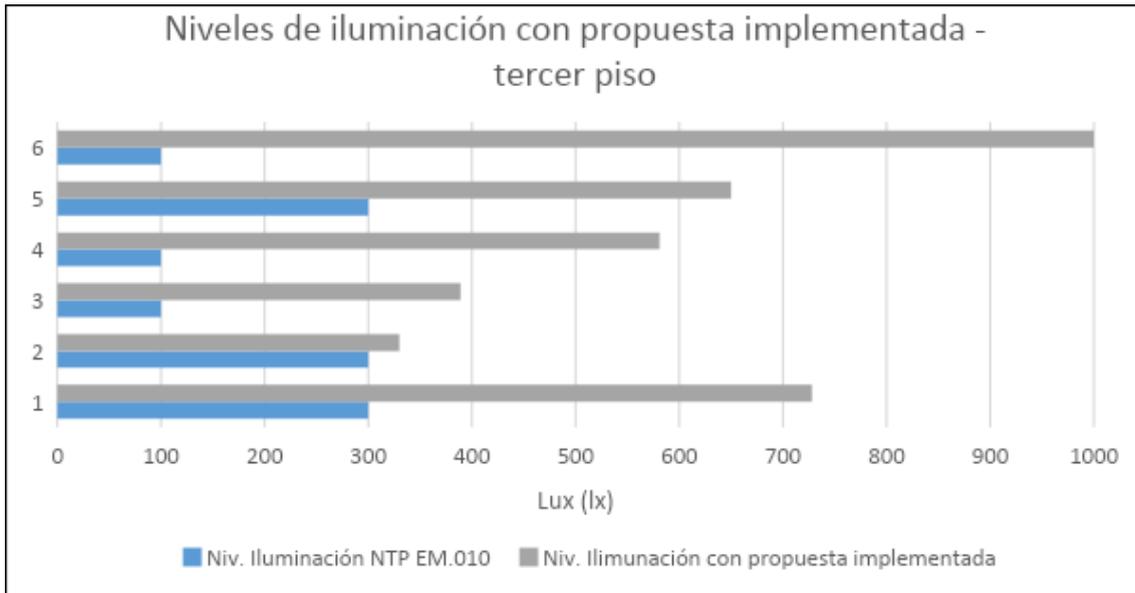
Piso	Área	Mínimos de iluminación según norma (lux)	Iluminación promedio simulada (lux)
<b>Primer piso</b>	Auditorio	300	345
	Pasillos de auditorio	100	607
	Recibidor de auditorio	100	135
	Baño 1 de auditorio	100	239
	Baño 2 de auditorio	100	322
	Rentas y fiscalización	300	354
	Caja y tesorería	300	305
	Gerencia de desarrollo económico y social	300	340
	Pasillos con entrada	100	1210
	<b>Segundo piso</b>	Pasillos	100
Baños		100	288
Gerencia de servicios públicos municipales		300	364
Secretaria general		300	337
Alcaldía		300	310
Gerencia general		300	547
Almacén general		300	351
Gerencia de desarrollo de obras		300	409
Of. Civil		300	324
Sala de regidores		300	661
Recursos humanos		300	561
Logística		300	302
Logística 2		300	329
Materiales		300	369
Sala de sesiones		300	464
<b>Tercer piso</b>	Biblioteca	300	728
	Of. 306	300	330
	Comedor 1	100	389
	Comedor 2	100	581
	Of. 301	300	650
	Pasillos	100	2544



**Figura 24. Niveles de iluminación con propuesta implementada - primer piso**



**Figura 25. Niveles de iluminación con propuesta implementada - segundo piso**



**Figura 26. Niveles de iluminación con propuesta implementada - tercer piso**

4.1.3. Determinar variación de consumo y costos de energía eléctrica generados por la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación

4.1.3.1. Gestión de eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación



CODIGO	PRE07 - R01
REVISION	04
FECHA	21/08/2012

INFORME SITUACIONAL \_\_\_\_ - \_\_\_\_

CÓDIGO DE RECLAMO N°	Punto de medición:	Analizador de Red
FECHA	Potencia Contratada:	MARCA:
SUMINISTRO	Tipo de Conexión: Monofasico	ECAMEC
NOMBRE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ORCOTUNA		SERIE:
DIRECCIÓN :		3148 S1211
		NUMERO: 79RM

DATOS DE MEDICIONES Y RESULTADOS				
Fecha y Hora	Tensión Max.	227,39	Sobretensión	0 Intervalos mayores a 236.5 V
Instalación :	Tensión Min	208,18	Subtensión	0 Intervalo Menor a 203.5 V
Retiro :	Tensión Prom.	223,09	Porcentaje en Mala Calidad:	1.74 %

SITUACIÓN ACTUAL Y EVALUACIÓN
De acuerdo con las mediciones registradas con equipo registrador monofásico se tiene una tensión máxima de 234.96 V y una tensión mínima de 200.99 V, con una tensión promedio 221.03 V, valores que se encuentran DENTRO de los márgenes establecido en la NTC SER y es declarado la presente medición como BUENA Calidad de Producto. (Análisis realizados considerándose 288 intervalos continuos de medición)
Reclamo se declara:

PROPUESTA DE SOLUCIÓN	
Plazo de Posible solución:	
Área encargada de Solución Provisional:	Mantenimiento <input type="checkbox"/> Operaciones/Control <input type="checkbox"/> Departamento Obras <input type="checkbox"/>
Área encargada de Solución Definitiva :	Mantenimiento <input type="checkbox"/> Operaciones/Control <input type="checkbox"/> Departamento Obras <input type="checkbox"/>

Firma		Firma Receptor:
Analista de Calidad	Supervisor Información /Jefe Técnico de Unidad de Negocio/Supervisor de Mantenimiento de SED	Nombre:
	V°B°	Fecha :

Figura 27. Informe situacional de energía. Tomada de Electrocentro S. A.

#### 4.1.3.2. Variación de consumo y costos energéticos

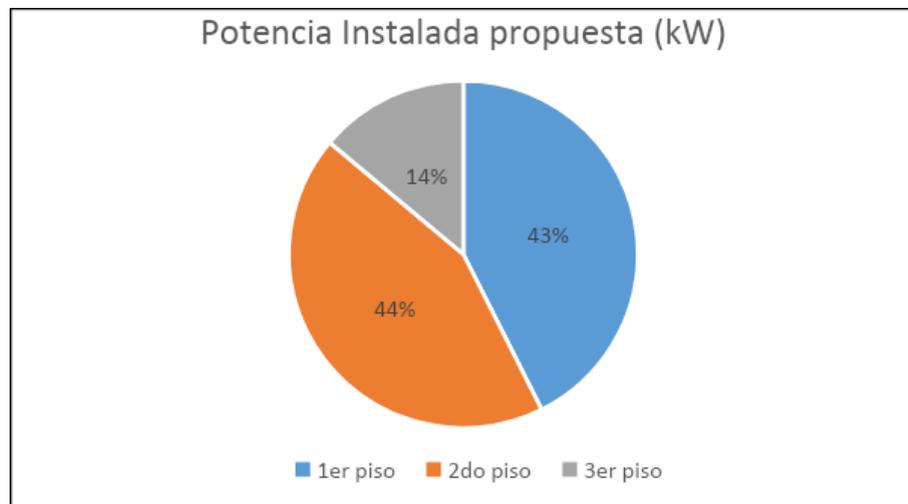
Tabla 28. Análisis de consumo energético mensual de cada área de la municipalidad con la propuesta de implementación

Piso	Área	Cantidad	Potencia instalada	Horas al mes	Energía mensual
Primer piso	Auditorio	25	800	16	12,8
	Pasillos de auditorio	1	32	16	0,512
	Recibidor de auditorio	3	96	16	1,536
	Baño 1 de auditorio	1	32	60	1,92
	Baño 2 de auditorio	1	32	60	1,92
	Rentas y fiscalización	4	128	180	23,04
	Caja y tesorería	2	64	180	11,52
	Gerencia de desarrollo económico y social	6	192	180	34,56
	Pasillos con entrada	3	96	20	1,92
				Total, parcial	89,728
Segundo piso	Pasillos	4	128	20	2,56
	Baños	2	64	60	3,84
	Gerencia de servicios públicos municipales	5	160	180	28,8
	Secretaría general	2	64	180	11,52
	Alcaldía	3	96	180	17,28
	Gerencia general	2	64	180	11,52
	Almacén general	4	128	180	23,04
	Gerencia de desarrollo de obras	4	128	180	23,04
	Of. Civil	2	64	180	11,52
	Sala de regidores	1	32	180	5,76
	Recursos humanos	2	64	180	11,52
	Logística	2	64	180	11,52
	Logística 2	1	32	180	5,76
	Materiales	10	320	180	57,6
Sala de sesiones	3	96	36	3,456	
				Total, parcial	228,736
Tercer piso	Biblioteca	1	32	16	0,512

Of. 306	5	160	16	2,56
Comedor 1	1	32	40	1,28
Comedor 2	1	32	40	1,28
Of. 301	1	32	16	0,512
Pasillos	6	192	8	1,536
			Total, parcial	7,68

**Tabla 29. Potencia instalada propuesta**

Piso	Potencia parcial (kW)	Potencia total (kW)
Primer piso	1,472	3,456
Segundo piso	1,504	
Tercer piso	0,48	



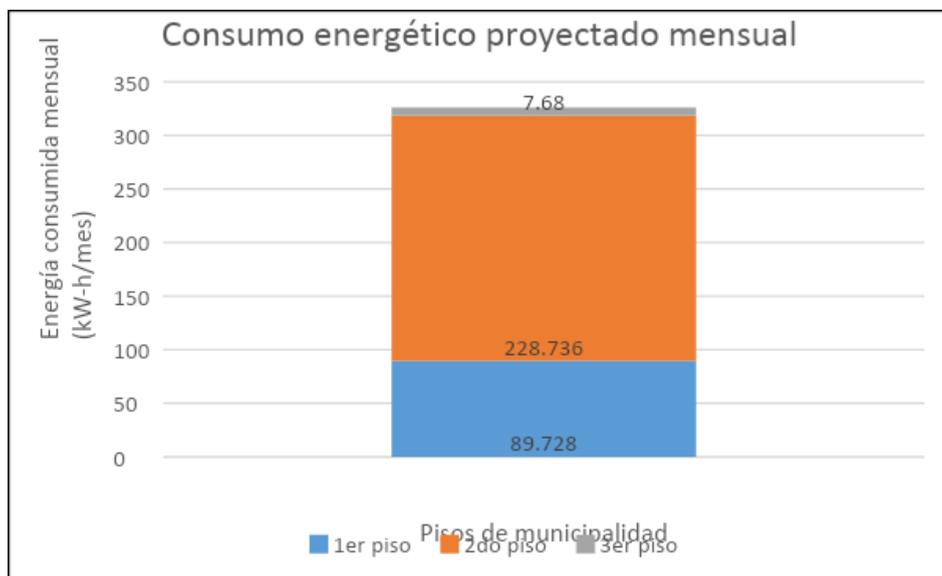
**Figura 28. Potencia instalada propuesta**

**Tabla 30. Análisis de costo energético mensual estimado de la propuesta de iluminación**

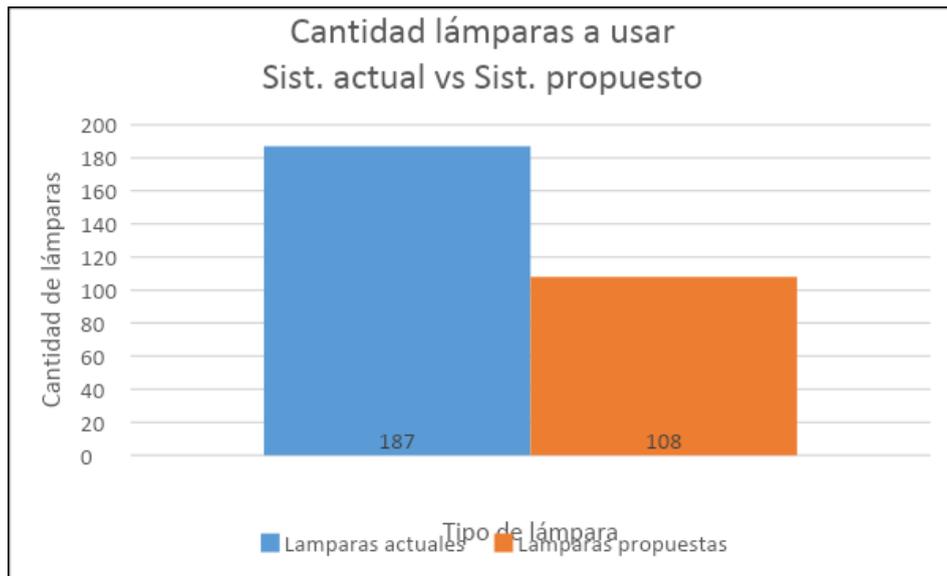
Piso	Energía mensual (kW-h)	Energía total mensual (kW-h)	Costo kW-h (S/)	Costo total (S/)
Primer piso	89,728	326,144	0,8284	270,18
Segundo piso	228,736			
Tercer piso	7,68			



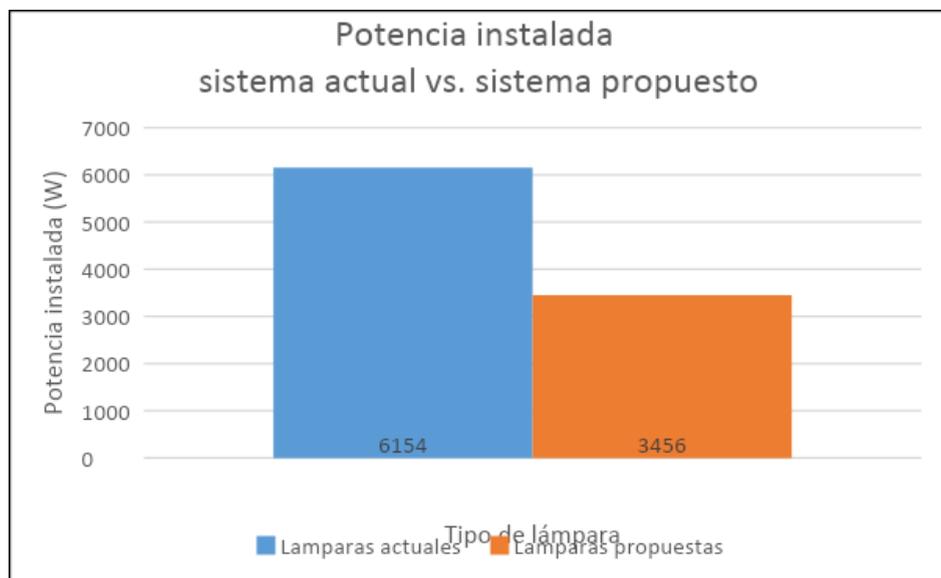
**Figura 29. Energía consumida por piso en propuesta de iluminación**



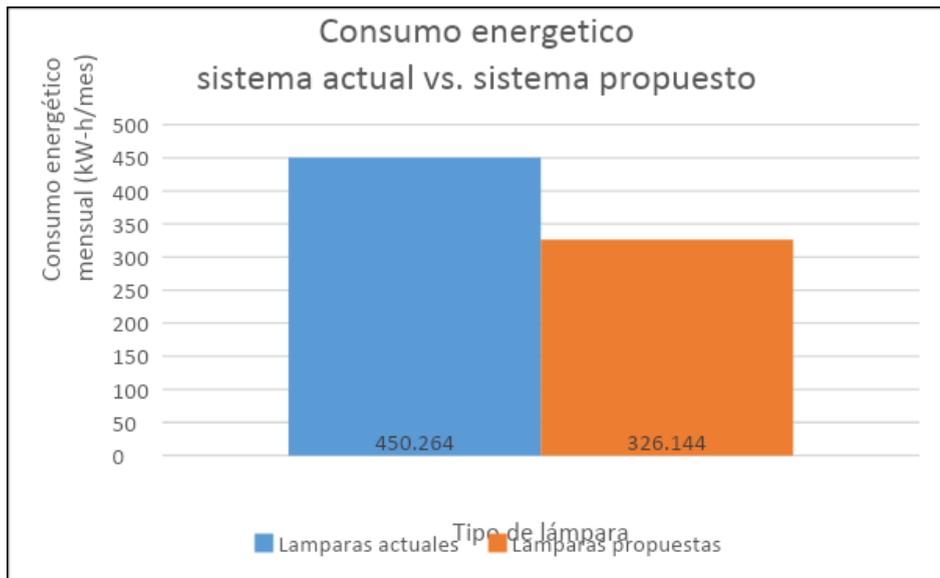
**Figura 30. Consumo energético proyectado mensual**



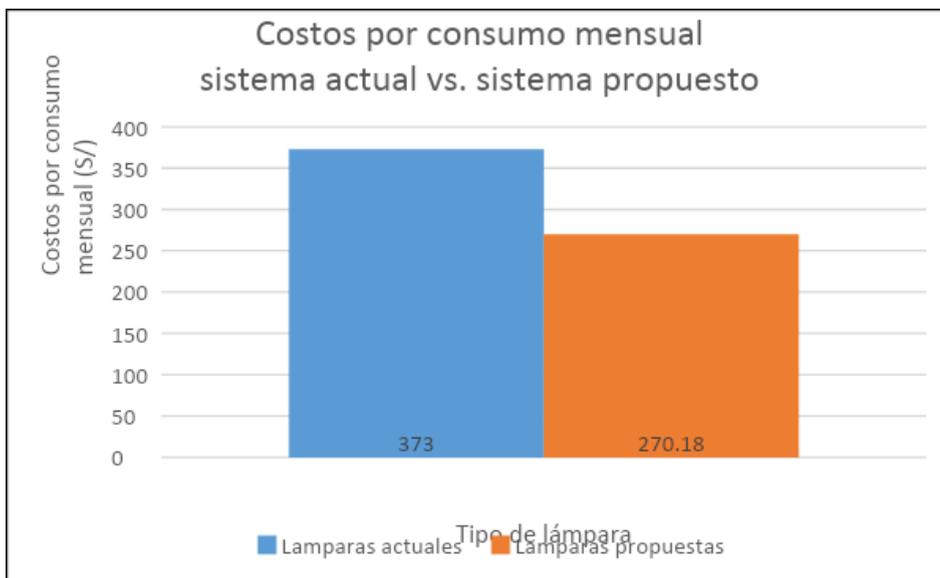
**Figura 31. Cantidad lámparas a usar sistema actual vs. sistema propuesto**



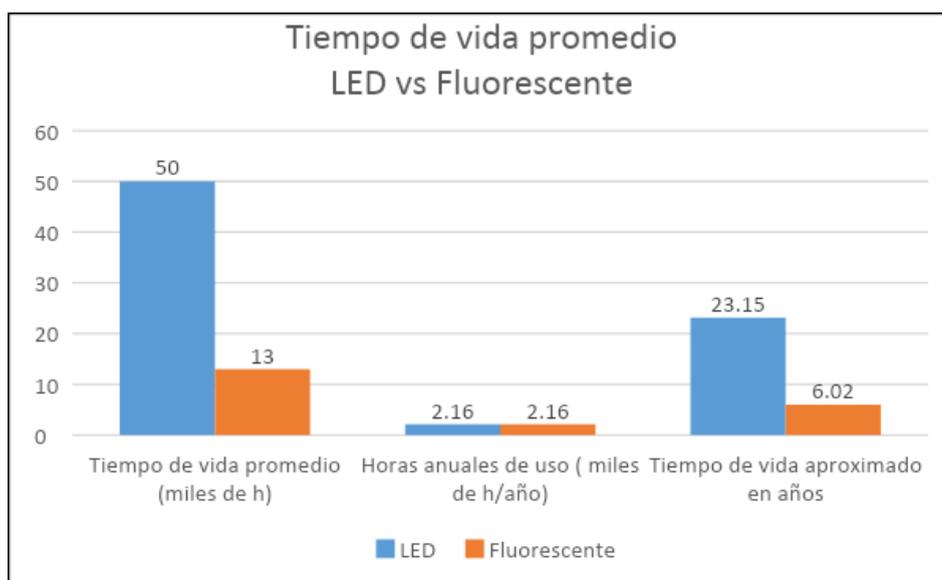
**Figura 32. Potencia instalada sistema actual vs. sistema propuesto**



**Figura 33. Consumo energético sistema actual vs. sistema propuesto**



**Figura 34. Costos por consumo mensual sistema actual vs. sistema propuesto**



**Figura 35. Tiempo de vida promedio LED vs. fluorescente**

#### 4.1.3.3. Análisis de consumo específico

**Tabla 31. Análisis de consumo específico**

Piso	Área	CE actual	CE nuevo	Reducción de CE nuevo (%)
<b>Primer piso</b>	Auditorio	68,01	37,1	45,45
	Pasillos de auditorio	35,92	0,84	97,66
	Recibidor de auditorio	7,82	11,38	-45,52
	Baño 1 de auditorio	73,74	8,03	89,11
	Baño 2 de auditorio	290,9	5,96	97,95
	Rentas y fiscalización	90,81	65,08	28,33
	Caja y tesorería	153,91	37,77	75,46
	Gerencia de desarrollo económico y social	131,74	101,65	22,84
	Pasillos con entrada	9,03	1,59	82,39
	<b>Segundo piso</b>	Pasillos	6,2	1,35
Baños		97,41	13,33	86,32
Gerencia de servicios públicos municipales		204,18	79,12	61,25
Secretaría general		75,12	34,18	54,5
Alcaldía		144,11	55,74	61,32
Gerencia general		59,56	21,06	64,64

	Almacén general	356,67	65,64	81,6
	Gerencia de desarrollo de obras	68,71	56,33	18,02
	Of. Civil	42,7	35,56	16,72
	Sala de regidores	83,46	8,71	89,56
	Recursos humanos	51,16	20,53	59,87
	Logística	109,55	38,15	65,18
	Logística 2	87,67	17,51	80,03
	Materiales	259,09	156,1	39,75
	Sala de sesiones	64,09	7,45	88,38
<b>Tercer piso</b>	Biblioteca	4,2	0,7	83,33
	Of. 306	9,17	7,76	15,38
	Comedor 1	18,81	3,29	82,51
	Comedor 2	18,84	2,2	88,32
	Of. 301	75,81	0,79	98,96
	Pasillos	5,58	0,6	89,25

#### 4.1.4. Determinar rentabilidad del proyecto de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna

##### 4.1.4.1. Análisis de costo-beneficio, VAN, TIR y PRI

**Tabla 32. Análisis de ahorro económico con la propuesta de implementación**

<b>Diferencia de costos energéticos</b>	
Sistema actual (S/)	373
Nuevo sistema (S/)	270,18
Ahorro mensual (S/)	102,82
Ahorro anual (S/)	1233,84

**Tabla 33. Costos estimados de inversión para el proyecto**

<b>Precios de inversión</b>	
Precio unitario (\$/)	30,24
Cantidad luminarias	108
Precio proyecto (\$/)	3265,92
Precio proyecto (S/)	12475,814

**Tabla 34. Características para evaluación del proyecto de inversión**

<b>Características para evaluación</b>	
Inversión (S/)	12475,814
Ahorro anual (S/)	1233,84
Tasa de descuento social del año 0 al 20* (%)	8 %
Tasa de descuento social del año 21 al 23* (%)	5.5 %
Tiempo vida útil (años)	23

*Nota:* tomada del MEF

**Tabla 35. Flujo de efectivo del proyecto**

<b>Año</b>	<b>Flujo de efectivo (S/)</b>	<b>Flujo de efectivo acumulado (S/)</b>
<b>0</b>	-12475,814	0
<b>1</b>	1233,84	1233,84
<b>2</b>	1233,84	2467,68

3	1233,84	3701,52
4	1233,84	4935,36
5	1233,84	6169,2
6	1233,84	7403,04
7	1233,84	8636,88
8	1233,84	9870,72
9	1233,84	11104,56
10	1233,84	12338,4
11	1233,84	13572,24
12	1233,84	14806,08
13	1233,84	16039,92
14	1233,84	17273,76
15	1233,84	18507,6
16	1233,84	19741,44
17	1233,84	20975,28
18	1233,84	22209,12
19	1233,84	23442,96
20	1233,84	24676,8
21	1233,84	25910,64
22	1233,84	27144,48
23	1233,84	28378,32

**Tabla 36. Análisis de costo - beneficio**

Análisis costo-beneficio	
VNA ingresos	16642,742
VNA egresos + inv.	12475,814
Costo-beneficio	1,33400049

**Tabla 37. Análisis del periodo de recuperación de inversión**

Análisis del PRI	
Año anterior al que se recupera la inversión (años)	10
Inversión inicial (S/)	12475,81
	4
Flujo de caja acumulado del año anterior al que se recupera la inversión (S/)	12338,4
Flujo de caja del periodo donde se recupera inversión (S/)	1233,84
PRI (años)	10,111371

**Tabla 38. Resultados de evaluación VAN y TIR**

Resultados VAN y TIR	
VAN del año 0 al 20 (S/)	-361,79
VAN del año 21 al 23 (S/)	3328,82
VAN total (S/)	2967,03
TIR (%)	8 %

## 4.2. Prueba de hipótesis

### 4.2.1. Prueba de normalidad

- **Ho:** los datos tienen una distribución normal

- **Ha:** los datos no tienen una distribución normal

#### 4.2.1.1. Regla de decisión

Valor de  $p < 0,05$  se rechaza **Ho** y se acepta **Ha**.

**Tabla 39. Prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov**

Variable	Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
<b>Eficiencia energética</b>			
Potencia actual de lámparas	0.299	30	0.000
Potencia propuesta con LED	0.283	30	0.000
Consumo energético actual	0.159	30	0.051
Consumo energético propuesta con LED	0.213	30	0.001
Nivel de iluminación actual	0.160	30	0.048
Nivel de iluminación propuesta con LED	0.282	30	0.000
<b>Costo de energía</b>			
Costo de energía actual	0.159	30	0.051
Costo de energía propuesta LED	0.213	30	0.001

En la tabla 39 se muestran los resultados de la prueba de normalidad trabajada a cada una de las variables y sus dimensiones, se usó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogórov-Smirnov, ya que, la muestra empleada en este análisis es mayor a 50 y advirtiendo que se comprobaron correlaciones entre variables y dimensiones con puntajes que se aproximan a una distribución anormal.

Debido a que el valor probabilístico  $p < 0,05$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ), es decir, los datos no siguen una distribución normal, el estadístico a emplearse deberá ser la no paramétrica: prueba rho de Spearman y prueba U de Mann-Whitney.

#### 4.2.2. Correlación de rho de Spearman

El coeficiente de correlación de Spearman muestra una asociación entre variables, permite obtener un coeficiente de asociación entre variables que no se comportan normalmente. Se calcula en base a una serie de rangos asignados, los valores van de -1 a 1, siendo 0 el

valor que indica no correlación, y los signos indican correlación directa e inversa.

El coeficiente de Spearman,  $\rho$ , puede tomar un valor entre +1 y -1 donde,

- Correlación fuerte: 1 a 0.5 o 1 a -0.5
- Correlación moderada: 0.49 a 0.3 o -0.49 a -0.3
- Correlación débil: <0.29 o <-0.29

Si el valor de  $\rho$  se acerca a 0, la asociación entre los dos rangos es más débil.

#### 4.2.2.1. Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05 = 5 \%$$

#### 4.2.2.2. Regla de decisión

- Si  $\rho$  (valor probabilístico)  $\leq \alpha$  (0.05), se acepta **H<sub>a</sub>** y se rechaza **H<sub>o</sub>**.
- Si  $\rho$  (valor probabilístico)  $> \alpha$  (0.05), se rechaza **H<sub>a</sub>** y se acepta **H<sub>o</sub>**.

#### 4.2.2.3. Comprobación de hipótesis

- **H<sub>o</sub>**: la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación no influye en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción.
- **H<sub>a</sub>**: la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación influye en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción.

**Tabla 40. Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y el análisis de costos de energía con luminarias fluorescentes**

Variables correlacionales	Coeficiente de correlación		p
Potencia de lámparas fluorescentes y costos de energía	Correlación Rho de Spearman	-0.328	0.077

Consumo energético y costos de energía		1.000**	0.000
Niveles de iluminación y costos de energía		-0.228	0.226

En la tabla 40 se observa que debido a que  $p(0.00) < \alpha(0.05)$  entonces se rechaza  $H_0$  (hipótesis nula) y se acepta  $H_a$  (hipótesis alterna), por lo tanto, se dice que el consumo energético con lámparas fluorescentes influye en los costos de energía, es significativa, con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (5 %) o 95 % de nivel de confianza. Se ve que se establece un nivel de correlación positiva fuerte (1.000) entre el consumo energético con lámparas fluorescentes y los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción.

Por otro lado, con un valor  $p(0.077, 0.226) > \alpha(0.05)$ , se rechaza la hipótesis alterna, es decir la potencia de lámparas y los niveles de iluminación con lámparas fluorescentes no influye en los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción, no es significativa.

**Tabla 41. Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y el análisis de costos de energía con luminarias LED**

VARIABLES CORRELACIONALES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN		p
Potencia de lámparas LED y costos de energía		0,615**	0.000
Consumo energético y costos de energía	Correlación Rho de Spearman	1.000**	0.000
Niveles de iluminación y costos de energía		-0.296	0.112

En la tabla 41 se observa que debido a que  $p(0.00, 0.00) < \alpha(0.05)$  entonces se rechaza  $H_0$  (hipótesis nula) y se acepta  $H_a$  (hipótesis alterna), por lo tanto, se dice que la potencia y consumo energético con lámparas LED influye en los costos de energía, es significativa, con un nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  (5 %) o 95 %

de nivel de confianza. Se ve que, se establece un nivel de correlación positiva fuerte (0.615, 1.000) entre la potencia y consumo energético con los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción.

Por otro lado, con un valor  $p$  (0.112)  $>$   $\alpha$  (0.05), se rechaza la hipótesis alterna, es decir, los niveles de iluminación con lámparas LED no influye en los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, Concepción, no es significativa.

#### **4.2.3. Prueba U de Mann – Whitney**

La prueba de U de Mann-Whitney o también conocida como Mann-Whitney-Wilcoxon, es una prueba no paramétrica que se utiliza para identificar diferencias entre dos muestras independientes.

##### **4.2.3.1. Nivel de significancia**

$$\alpha = 0,05 = 5 \%$$

##### **4.2.3.2. Regla de decisión**

- Si  $p$  (valor probabilístico)  $\leq \alpha$  (0.05), se acepta **Ha** y se rechaza **Ho**.
- Si  $p$  (valor probabilístico)  $> \alpha$  (0.05), se rechaza **Ha** y se acepta **Ho**.

##### **4.2.3.3. Comprobación de hipótesis**

- **Ho:** no existe diferencias en los costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED ( $Md_1 = Md_2$ )
- **Ha:** existe diferencias en los costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED ( $Md_1 \neq Md_2$ )

**Tabla 42. Rango de costos de energía total con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED**

Rangos			
Tipos de Luminaria	Rango promedio	Suma de rangos	
Costos de energía	Lámparas fluorescentes	35.57	1067.00
	Lámparas LED	25.43	763.00

En la tabla 42 se observa la descripción de los grupos comparados, costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED, la suma de rangos y el rango promedio, este último representa cuál de los dos grupos tiene una mediana mayor, se observa que el rango promedio de los costos de energía con las lámparas fluorescentes es mayor al costo de energía con las lámparas LED, esta se obtiene al dividir la suma de rangos de cada grupo entre la cantidad de casos en el grupo.

**Tabla 43. Diferencia de costos de energía total con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED**

Variables	U de Mann-Whitney	Z	p
Costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	298.000	-2.250	0.024

Según el análisis estadístico de U de Mann-Whitney de la tabla 43, se obtuvo el valor p (0.024), que es menor o inferior al valor de significancia o error  $\alpha$  (0.05). Por lo tanto, se acepta  $H_a$  y se rechaza  $H_0$ , es decir, existe diferencia entre los costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED, es significativa, con un nivel de confianza del 95 %.

**Tabla 44. Rango de la potencia, consumo energético y nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED**

Rangos
--------

Tipos de Luminaria	Rango promedio		Suma de rangos	
	Lámparas fluorescentes	Lámparas LED	Lámparas fluorescentes	Lámparas LED
Potencia	39.62	21.38	1188.50	641.50
Consumo energético	35.57	25.43	1067.00	763.00
Nivel de iluminación	22.77	38.23	683.00	1147.00

Se observa en la tabla 44 la descripción de los grupos comparados, costos de energía con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED según la potencia, consumo energético e iluminación, la suma de rangos y el rango promedio, este último representa cuál de los dos grupos tiene una mediana mayor, esta se obtiene al dividir la suma de rangos de cada grupo entre la cantidad de casos en el grupo.

**Tabla 45. Diferencia de la potencia, consumo energético y nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED**

Variables	U de Mann-Whitney	Z	p
Potencia con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	176.500	-4.065	0.000
Consumo energético con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	298.000	-2.250	0.024
Nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED	218.000	-3.430	0.001

Según el análisis estadístico de U de Mann-Whitney de la tabla 45, se obtuvo el valor p (0.000, 0.024, 0.001), que es menor o inferior al valor de significancia o error  $\alpha$  (0.05). Por lo tanto, se acepta  $H_a$  y se rechaza  $H_o$ , es decir, existe diferencia entre la potencia, consumo energético y nivel de iluminación con las lámparas fluorescentes y lámparas de tecnología LED, es significativa, con un nivel de confianza del 95 %.

#### 4.2.4. Prueba económica del proyecto

Tabla 46. Prueba económica del proyecto

Prueba de económica de rentabilidad del proyecto	
Costo - beneficio	1,334
PRI (años)	10,111
VAN total (S/)	2967,03
TIR (%)	8 %

Después de determinar que existe una influencia positiva de eficiencia energética con respecto al análisis de costos, también se determina la prueba económica de rentabilidad de este proyecto como se muestra en la tabla 46. Se determinó que todos los indicadores de rentabilidad del proyecto son positivos, lo cual demuestra que este proyecto de eficiencia energética del sistema de iluminación tiene una influencia positiva en la rentabilidad para la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

### 4.3. Discusión e interpretación de resultados

#### 4.3.1. Interpretación de resultados

Con la recopilación de datos se determina las potencias de cada ambiente en cada piso de la municipalidad. Actualmente, el sistema de iluminación posee una potencia instalada total de 6,154 kW como se observa en la tabla 15. En la gráfica 3 se observa que el 41 % de dicha potencia instalada se concentra en el primer piso.

Con las potencias de cada ambiente se realizaron los cálculos para estimar los consumos de energía eléctrica mensual de cada ambiente que son mostrados en las tablas 16, 17 y 18; con estos datos en la tabla 17 se resume la energía consumida por piso y la energía total consumida mensual por el sistema de iluminación actual de la municipalidad el cual es de 450,264 kW-h. En la gráfica 4 se concluye que el mayor consumo energético en iluminación se realiza en el segundo piso, que representa el 61 % del total, mientras que en la gráfica 5 es detallado el consumo de cada piso donde el segundo piso consume un estimado de 274,32 kW-h al mes.

Con los datos estimados de consumo de energía se recolectaron los consumos históricos de dicha municipalidad que se muestran en las figuras 12 y 13, observando que el pago por energía eléctrica total es aproximadamente S/ 570.00 soles. Con ello se registra que esta municipalidad se encuentra con la tarifa BT5B, que tiene un costo establecido por Osinergmin como se muestra en la figura 14 y se estima que el costo mensual generado por el sistema de iluminación actual es de S/ 373.00 soles como se muestra en la tabla 18.

Al observar el uso de lámparas fluorescentes en el sistema de iluminación actual, en este establecimiento se realizó la medición de los niveles de iluminación en 3 horarios (mañana, medio día y tarde) en cada área de trabajo con el criterio de puntos de medición con respecto al área en m<sup>2</sup> como se registra en las tablas 19, 20 y 21; mientras que la tabla 22 muestra el promedio de dichas mediciones con respecto a los horarios de medición.

La evaluación lumínica actual es contrastada con la NT EM.010 que indica los niveles mínimos de iluminación de diversas áreas como detalla la tabla 23. Los niveles de iluminación de la municipalidad son promediados para luego compararlos con la norma antes mencionada, se identifica que el 50 % de ambientes no cumplen con los mínimos niveles de iluminación como muestra la tabla 24, estos niveles actuales de iluminación son comparados gráficamente como se muestra en los gráficos 6, 7 y 8. Además que el consumo energético y potencia instalada actual son elevados, por lo cual se identifica el problema de esta municipalidad y el motivo de la investigación es plantear eficiencia energética con la finalidad de reducir potencia instalada, consumo energético y determinar si el proyecto será rentable para la institución.

Actualmente, las lámparas de la municipalidad son en su mayoría fluorescentes que poseen ciertas características técnicas que se muestran en la tabla 25; sin embargo, se pretende uniformizar el tipo de

lámparas en esta investigación, así que se determina a usar lámparas LED de la marca Ledvance cuyas características técnicas son mostradas en la tabla 26. Ambas lámparas son comparadas en el grafico 9 siendo la lámpara LED un equipo que presenta muchas ventajas respecto a la fluorescente como una reducción de potencia de un 28,89 %; un incremento de flujo luminoso de 44 %; un incremento de eficiencia luminosa de 24,44 % y un incremento de tiempo de vida útil promedio de 284,62 %.

Con la identificación de la lámpara LED a usar se realiza el estudio lumínico con el software DiaLux para poder generar la correcta eficiencia energética del sistema de iluminación, que pretende cumplir los niveles mínimos de iluminación en todos los ambientes según la NT EM.010, generar una disminución de consumos energéticos y determinar la rentabilidad del proyecto. La evaluación lumínica con la propuesta cumple la normativa vigente en todos los ambientes de trabajo como se muestra en la tabla 27, este cumplimiento es mostrado en las gráficas 10, 11 y 12.

Con la finalidad de asegurar la calidad de suministro energético recibido en la institución, se procedió a la instalación de un analizador de redes por parte de Electrocentro, que concluye con determinar una calidad de suministro energético como se muestra en la figura 15.

Con el estudio lumínico de la propuesta a implementar se estima los consumos energéticos mensuales de cada ambiente como se observa en la tabla 28; a su vez en la tabla 29 se analiza la potencia instalada propuesta, en la cual se determina una potencia instalada de 3,456 kW donde el primer y segundo piso comparten equitativamente el 43 % cada uno la concentración de esta potencia instalada, como se observa en el gráfico 13. Luego se realiza un resumen de estos consumos energéticos mensuales por piso y se estima el consumo y costo de energía mensual, que son mostrados en la tabla 30, siendo el consumo energético mensual de 326,144 kW-h y el costo energético por

este consumo de S/ 270,18 soles. El segundo piso representa un consumo energético del 70 % como se observa en la gráfica 14, este mayor consumo está estimado en 228,736 kW-h como se observa en la gráfica 15.

Actualmente, el sistema de iluminación cuenta con 187 lámparas en sus instalaciones, mientras que la propuesta de eficiencia energética propone el uso de 108 lámparas, el cual muestra una reducción de lámparas del 42,25 % como se muestra en el gráfico 16.

Esta reducción de lámparas refleja una reducción de potencia instalada, ya que el sistema actual de iluminación es de 6 154 W mientras que la propuesta es de 3 456 W, lo cual significa una reducción del 43,84 % como se observa en la gráfica 17.

Con la reducción de cantidad de lámparas y potencia instalada se ve reflejada una reducción de consumo energético, el sistema actual consume un estimado mensual de 450,264 kW-h mientras que la propuesta consume un estimado de 326,144 kW-h al mes, lo cual significa una reducción del 27,57 % como muestra la gráfica 18.

Esta reducción de consumo energético es reflejada en la reducción de costos mensuales, ya que el sistema actual paga un estimado mensual de S/ 373.00 soles, mientras que la propuesta paga un estimado de S/ 270,18 soles, esto significa una reducción de costos del 27,57 % como muestra la gráfica 19.

La propuesta a implementar muestra enormes diferencias entre los tiempos de vida de las lámparas fluorescentes actuales con respecto a las lámparas LED de la propuesta, mientras las lámparas fluorescentes tienen un tiempo de vida útil promedio de 13 000 h, las lámparas LED poseen un tiempo de vida útil promedio de 50 000 h, lo cual significa un aumento de tiempo de vida útil promedio del 284,62 %. Este tiempo de vida útil de ambas lámparas se obtendrá en años, por lo que ambas

lámparas trabajarán la misma cantidad de horas anuales hasta cumplir el tiempo de vida útil promedio, por lo cual ambas lámparas trabajarán 2 160 horas anuales. Con este tiempo de uso constante para ambas lámparas se determina que el tiempo de vida aproximado en años de la lámpara fluorescente es de 6,02 años, mientras que la lámpara LED cuenta con un tiempo de vida de 23,15 años, esto significa un aumento del tiempo vida útil en 284,55 % como se registra en la gráfica 20.

El análisis de consumo específico es realizado en la tabla 31, en el cual se determina la relación del consumo de energía (kW-h) con respecto al nivel de iluminación (lx) de cada ambiente de la municipalidad. Este CE es comparado actualmente con respecto al proyecto de aplicación planteado, por lo que se determinan reducciones del más del 50 % generalmente en todos los ambientes, demostrando así una generación de eficiencia energética relevante en todos los ambientes de dicha municipalidad.

Determinado los costos estimados mensuales del sistema actual y el sistema propuesto se determina un ahorro mensual de S/ 102,82 soles; por lo cual se estima un ahorro anual de S/ 1 233,84 soles como se observa en la tabla 32. El costo unitario de cada lámpara LED es de \$/ 30,24 dólares, por lo cual en esta propuesta de iluminación se requiere 108 lámparas, entonces, el proyecto tiene un costo de inversión estimado en S/12 475,814 soles, como se observa en la tabla 33. Con los datos obtenidos de inversión y ahorro anual se complementa una tasa de descuento del 8 % hasta el año 20 (tasa de descuento general) para después aplicar una tasa de descuento del 5,5 % desde el año 21 al 23; estas tasas de descuento de largo plazo son para proyectos de inversión pública que tienen un tiempo de vida mayor a los 20 años (41) y el proyecto de inversión tiene un tiempo de vida útil de 23 años como se observa en la tabla 34. Para el cálculo de los indicadores VAN y TIR se registra el flujo de efectivo como se registra en la tabla 35.

La evaluación del costo – beneficio es reflejada en la tabla 36, la cual muestra un C-B de 1,334 que indica que el proyecto es conveniente para la municipalidad. Por ello, se realizó el cálculo del PRI en la tabla 37, la cual determina que el tiempo en el que se recupera la inversión es de 10 u 11 años o también 10 años y 1,33 meses, es decir que en menos de la mitad del tiempo promedio de vida de las lámparas se recuperará la inversión y el tiempo de vida restante solo serán ganancias económicas para la municipalidad.

Los resultados arrojados en la tabla 38 muestran un VAN total de S/ 2 967,03 soles, el cual indica que el proyecto arroja beneficios positivos económicos durante el tiempo de vida útil del proyecto; mientras que el TIR calculado es del 8 %, que indica una rentabilidad generada del 8 %. Con lo cual se concluye que el proyecto de eficiencia energética a implementar en dicha municipalidad es rentable.

#### **4.3.2. Comparación de resultados**

##### **4.3.2.1. Comparación con artículos científicos**

En la investigación realizada por López (8) se obtiene una reducción estimada de consumo energético en un 50 % al usar lámparas LED, teniendo en cuenta que el sistema actual de iluminación cumple con los estándares exigidos por normativa y el sistema propuesto de iluminación también cumple la normativa (8); mientras que en esta investigación se obtiene una reducción estimada de consumo energético mensual en un 27,57 % para así poder cumplir la normativa de iluminación que actualmente dicha municipalidad no cumple los mínimos niveles de iluminación exigidos por la normativa.

La investigación realizada por Hermoso (9) concluye que las lámparas LED presentan buenos rendimientos lumínicos (9) lo cual fue comprobado en esta investigación al poder reducir la cantidad de lámparas usadas en un 42,25 %, además de reducir

consumos energéticos y costos mensuales en aproximadamente 27,57 %.

La investigación realizada por Quispe (10) concluye que existe una diferencia de consumos al cambiar el tipo de lámparas a LED, en su investigación se registra un consumo global de 75,6 % pero al cambiar o usar lámparas LED este consumo global sería de un 65,9 % (10). En esta investigación se concuerda que al cambiar el sistema actual de iluminación el cual usa en su mayoría lámparas fluorescentes hacía en sistema propuesto de iluminación el cual usa lámparas LED, en su totalidad se registra una reducción de potencia instalada del 43,84 %, una reducción de lámparas a usar del 42,25 % y una reducción de consumo y costos energéticos del 27,57 %.

La investigación realizada por Saavedra (11) concluye que las lámparas LED presentan mayores y mejores características que las lámparas convencionales con las cuales el uso de energía se realiza de manera eficiente, además estas lámparas LED proyectan reducciones de consumo energético en aproximadamente 40 % (11). En esta investigación se corrobora los amplios beneficios que tienen las lámparas LED con respecto a lámparas fluorescentes, se registra que lámparas LED cuentan con una reducción de potencia de un 28,89 %; un incremento de flujo luminoso de 44 %; un incremento de eficiencia luminosa de 24,44 % y un incremento de tiempo de vida útil promedio de 284,62 %; además de ello se registra para el caso de la municipalidad una reducción de consumo energético estimado de 27,57 %.

La investigación de Serrano (12) concluye que el uso de lámparas LED presentan ahorros de consumo energético estimado de un 50 % en comparación con lámparas halógenas; además de presentar la sustitución de estas lámparas ayudan a

reducir emisión de CO<sub>2</sub> y eliminación de residuos tóxicos como el mercurio (12). En esta investigación se determina que en la municipalidad se pretende estimar una reducción de consumos energéticos en un 27,57 %; además de sustituir lámparas fluorescentes con LED, con lo cual esta nueva tecnología es libre de elementos tóxicos como el mercurio.

La investigación de Torres (13) concluye que se puedan realizar mediciones de consumos energéticos en diversos artefactos para poder informar a la población los potenciales de ahorro energético (13). En esta investigación se informa los beneficios energéticos de lámparas LED que se presentan en la Municipalidad Distrital de Orcotuna con el fin de incentivar a otras entidades o residencias la sustitución de las lámparas convencionales por lámparas LED y así generar consumos energéticos eficientes y responsables.

#### **4.3.2.2. Comparación con tesis**

La investigación de Arellano (14) concluye en una reducción de consumo energético en el sistema de iluminación de un hospital al emplear lámparas LED, esta reducción está estimada en un 28,37 % además de resaltar los beneficios ambientales que se genera al sustituir lámparas fluorescentes (14). En esta investigación se realiza la sustitución de lámparas fluorescentes por LED del sistema de iluminación en una municipalidad, con lo cual se estima una reducción de consumo energético en 27,57 %, además de ello se determina que esta sustitución es económicamente viable y rentable para dicho establecimiento.

La investigación de Dávila (15) concluye en estimar ahorros económicos al sustituir lámparas de vapor de sodio por lámparas LED en un sistema de iluminación vial, siendo estimado un ingreso de S/ 28 946,52 soles en un tiempo de vida de 12 años

aparte de la inversión inicial (15). En esta investigación se estima un tiempo de vida útil del proyecto en 23 años que durante ese periodo se estima un ingreso de S/ 15 902,51 soles aparte de la inversión inicial.

La investigación de Delgado (16) concluye en generar una eficiencia energética al poder sustituir lámparas actuales por LED en una industria alimentaria, por lo cual se estima un periodo de recuperación de inversión de 1,42 años (16). En esta investigación se genera una eficiencia energética en el sistema de iluminación por lo cual se proyecta al uso total de lámparas LED y así cumplir la normativa vigente de niveles de iluminación, por lo que se calculan indicadores económicos de VAN y TIR, estos indicadores concluyen que el proyecto es viable y rentable para la municipalidad donde se pretende implementarlos.

La investigación realizada por Laguna (17) concluye que dentro de la empresa de calzado Gamo's existe el 58 % de áreas de trabajos que no cumplen con una correcta iluminación, lo cual se recomienda mejorar la calidad de iluminación para poder cumplir con la normativa de iluminación de dicho país (17). En esta investigación se registró que el 50 % de áreas laborales de la municipalidad no cumplen con los niveles mínimos de iluminación exigidos por la norma, con lo cual se realiza el estudio de eficiencia energética del sistema de iluminación y se realiza un estudio lumínico con una propuesta del sistema de iluminación empleando lámparas LED y logrando alcanzar el 100 % de ambientes laborales que cumplan con la normativa de iluminación y con ello se obtuvo una reducción de consumo energético del sistema de iluminación el cual es estimado una reducción del 27,57 %.

La investigación realizada por Quizhpi (18) concluye en un análisis comparativo de consumo energético de iluminación al

usar lámparas LED, por lo cual se realiza un estudio técnico – económico para determinar si esta propuesta es económicamente viable, se determina que la sustitución por lámparas LED permiten reducciones de consumo energético de manera potencial; sin embargo, por el costo de estas lámparas se recomienda una sustitución de manera gradual empezando por áreas críticas (18). En esta investigación se realiza el análisis lumínico y energético que determinan que la sustitución de lámparas fluorescentes a LED trae diversos beneficios tanto energéticos, lumínicos y económicos, con el cual se concluye que el proyecto es rentable económicamente, obteniendo indicadores económicos de VAN estimado en S/ 4 166,93 soles y TIR del 8 %.

La investigación realizada por Reyes (19) concluye que la sustitución de lámparas fluorescentes hacia lámparas LED permite una reducción de consumo energético del sistema de iluminación estimada entre 25 % a 50 % con lo cual su propuesta de iluminación es eficiente tanto lumínica como energéticamente (19). En esta investigación se propone un sistema de iluminación eficientemente energética, con lo cual se plantea un cambio de lámparas fluorescentes a LED y se estima una reducción de consumo energético del 27,57 %.

#### **4.3.3. Consecuencias teóricas**

En esta investigación se demuestra que el uso de lámparas LED presentan mayores beneficios tanto técnicos, lumínicos, económicos y energéticos con respecto a lámparas fluorescentes que se encuentran instaladas actualmente en la Municipalidad Distrital de Orcotuna.

Esta propuesta de eficiencia energética de iluminación presenta resultados positivos como reducciones de cantidad de lámparas a usar estimado en 42,25 %, reducción de potencia instalada en el sistema de iluminación estimado en 43,84 %, cumplimiento del 100 % de iluminación requerida en áreas laborales por la normativa vigente,

reducción de consumos energéticos estimado en 27,57 %; además, de que los indicadores económicos reflejan que esta propuesta de iluminación eficiente es rentable y viable para esta entidad.

#### **4.3.4. Aplicaciones prácticas**

La investigación realizada promueve e incentiva a realizar estudios lumínicos para poder presentar sistemas de iluminación eficiente y analizar si estas propuestas serán rentables para otros tipos de aplicación en diversos tipos de edificaciones. El uso del software DiaLux es una herramienta importante para estos estudios, por lo cual puede ser usado en todo tipo de ambientes o edificaciones.

## CONCLUSIONES

1. Según el objetivo general, en esta tesis, se determinó la influencia positiva de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.
2. Según el objetivo específico 1, en esta tesis se evaluó el impacto de la potencia de las lámparas en el análisis de costos de energía, en el cual se determinó que existe una influencia significativa de los niveles de potencia con respecto al análisis de costos. Este impacto demuestra que la gestión del proyecto de eficiencia energética permite reducir en un 43,84 % la potencia instalada del sistema de iluminación. A su vez, las lámparas LED elegidas con respecto a las lámparas fluorescentes actuales poseen un incremento de tiempo de vida útil del 284,62 %, una reducción de potencia unitaria de un 28,89 % y un incremento luminoso del 44 %.
3. Según el objetivo específico 2, en esta tesis se analizaron los consumos energéticos del sistema de iluminación con respecto al análisis de costos de energía, en la cual se determinó que existe una influencia significativa de los consumos energéticos con respecto al análisis de costos. Por lo cual, con la aplicación del proyecto de eficiencia energética se determina una reducción de energía consumida en un 27,57 %, reflejando a su vez una reducción de costos de energía mensual del 27,57 %.
4. Según el objetivo específico 3, en esta tesis se contrastaron los niveles de iluminación con respecto al análisis de costos de energía, determinando que no tienen una influencia directa los niveles de iluminación con respecto al análisis de costos. Sin embargo, en la presente tesis se logró que el 100 % de todos los ambientes de la Municipalidad Distrital de Orcotuna cumplan con los estándares de iluminación requeridos en la normativa vigente y a su vez se uniformizó el uso de lámparas LED en todos los ambientes.

5. Según el objetivo específico 4, en esta tesis se determinó que el proyecto de aplicación de eficiencia energética es viable y rentable para la Municipalidad Distrital de Orcotuna, en el cual se estima una relación de costo – beneficio de 1,334, mostrando que el proyecto es conveniente. Se estima un PRI 10 años y 1,33 meses, demostrando que la inversión será recuperada en menos de la mitad del tiempo promedio de vida útil, siendo que, el resto del proyecto serán ganancias netas. Por ello, se estima un VAN total del S/ 2 967,03 soles y un TIR del 8 %, demostrando que el proyecto arroja beneficios económicos.

## RECOMENDACIONES

- El potencial de ahorro energético y económico en el sistema de iluminación es elevado y representativo en las facturas por consumos mensuales, por lo cual se recomienda realizar el cambio del sistema actual de iluminación por la propuesta de lámparas LED.
- Se recomienda el mantenimiento constante del sistema actual de iluminación, debido a que se encuentra con elevada presencia de polvo que no permite la completa emisión de luz en los ambientes de dicha municipalidad.
- Se recomienda realizar un estudio de eficiencia energética en el sistema eléctrico de utilización de dicha municipalidad para poder lograr una eficiencia energética en todo el sistema eléctrico.
- Se recomienda complementar este estudio de eficiencia energética en el sistema de iluminación para poder automatizar y generar mayores beneficios en el sistema de iluminación.

## LISTA DE REFERENCIAS

1. **National Geographic** . Más del 90 % de la población mundial respira aire contaminado. [En línea] *National Geographic España*, 10 de julio de 2019. [Citado el: 31 de julio de 2021.]  
[https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/mas-del-90-poblacion-mundial-respira-aire-contaminado\\_10734](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/mas-del-90-poblacion-mundial-respira-aire-contaminado_10734).
2. **Minem**. *Guía de orientación del uso eficiente de la energía y diagnóstico energético: edificios públicos*. Lima. Perú : Ministerio de Energía y Minas.
3. **Lutron**. Iluminación para oficinas y edificios. [En línea] *Lutron*. [Citado el: 31 de julio de 2021.]  
<https://www.lutron.com/es-LA/Residential-Commercial-Solutions/Paginas/Commercial-Solutions/iluminacion-comercial.aspx>.
4. **Philips**. *TL-D LIFEMAX Super 80*. [En línea] 29 de agosto de 2015. [Citado el: 13 de enero de 2021.]  
<https://www.lighting.philips.com.pe/productos/lamparas-profesionales/tubos-fluorescentes/tl-d-super-80-36w-830-g13>.
5. **Medioambientum**. *Tubos fluorescentes: un cáncer para el medioambiente*. [En línea] 15 de febrero de 2014. [Citado el: 31 de julio de 2021.]  
<http://medioambientum.com/tubos-fluorescentes-un-cancer-para-el-medioambiente/>.
6. **BBVA**. ¿Qué es la eficiencia energética y cómo se calcula? [En línea] *BBVA*. [Citado el: 31 de julio de 2021.]  
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>.
7. **FALCÓN, Justo**. *Costos para la toma de Decisiones*. 1997.
8. **LÓPEZ LÓPEZ, J.; ÁLVAREZ LEY, J.; BASSAM, A**. *Eficiencia energética en luminarias: estudio de caso*. Mérida. México : Universidad Autónoma de Yucatán, 2017. 1665-529X.
9. **HERMOSO, Manuel; RAMÓN DE ANDRÉS, José; REDRADO, Guillermo**. *Hacia la gestión eficiente de los servicios de alumbrado público: resultados de los estudios comparativos sobre eficiencia energética y lumínica aplicados a las nuevas tecnologías en iluminación urbana*. s.l. :

- WPSReview International on Sustainable Housing and Urban Renewal, 2015. 2387-1768.
10. **QUISPE MERA, Álex; TONATO VELASCO, Mónica.** *Consumo eléctrico residencial por iluminación y análisis de eficiencia energética por la utilización de tecnología LED.* Esmeraldas. Ecuador : RES NON VERBA, 2021. 1390-6968.
  11. **SAAVEDRA, Enrique; REY, Francisco; LUYO, Jaime.** *Sistemas de iluminación, situación actual y perspectivas.* Lima. Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. 0375-7765.
  12. **SERRANO TIERZ, Ana, y otros.** *Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: un estudio de caso.* Medellín. Colombia : Universidad Nacional de Colombia, 2015. 0012-7353.
  13. **TORRES PEÑA, Yadira.** *La eficiencia energética y el ahorro energético residencial.* Lima. Perú : Universidad Científica del Sur, 2020.
  14. **ARELLANO, Olger.** *Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS - Ibarra.* Sangolquí. Ecuador : Universidad de Las Fuerzas Armadas, 2015.
  15. **DÁVILA, Michel.** *Sistema de iluminación LED que permita reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de la zona central de Morales.* Tarapoto. Perú : Universidad César Vallejo, 2018.
  16. **DELGADO, Julio.** *Propuesta de auditoría energética para reducir el consumo de energía eléctrica, empresa Agribands Purina, Pimentel 2016.* Lima. Perú : Universidad César Vallejo, 2016.
  17. **LAGUNA SAQUINGA, William.** *Evaluación del riesgo lumínico en el área de aparcamiento en la empresa Calzados Gamo's.* Ambato. Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017.
  18. **QUIZHPI, Victor.** *Estudio de factibilidad técnica y económica para la utilización de luminarias tipo LED en la factibilidad técnica para el desarrollo.* Guayaquil. Ecuador : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2015.
  19. **REYES, Paola.** *Propuesta para una iluminación eficiente en el edificio de Ciencias Forenses y Medicina Legal de San Joaquín de Flores, Heredia.* Heredia. Costa Rica : Universidad Nacional, 2016.

20. **MANTERO CASTAÑEDA, Eduardo Alberto.** *Medición de la velocidad de la luz.* España : Universidad de La Laguna, 2016.
21. **Universidad Católica del Oriente.** *Ondas electromagnéticas, conceptos básicos.* Antioquía. Colombia : s.n., 2015. s.n..
22. **AMARO, José Enrique.** *Radiación electromagnética.* 2006.
23. **BLANCA GIMÉNEZ, Vicente, y otros.** *Luminotecnia: magnitudes fotométricas básicas: unidades de medida.* Valencia. España : Universidad Politécnica de Valencia, 2011.
24. **CASTRO GUAMAN, Miguel; POSLIGUA MURILLO, Norman.** *Diseño de iluminación con luminarias tipo LED basado en el concepto de eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.* Guayaquil. Ecuador : Universidad Politécnica Salesiana, 2015.
25. **De Luxómetros.** *Conoce: ¿Qué es el luxómetro y para que sirve?* [En línea] [Citado el: 21 de 07 de 2021.] <https://www.deluxometros.com>.
26. **Alcomax.** *Equipos de medición.* [En línea] 23 de noviembre de 2018. [Citado el: 21 de 7 de 2021.] <https://alcomax.com.co/que-es-un-luxometro/>.
27. **Instruments Extech.** *Manual de usuario de luxómetro digital registrador para servicio pesado con interfase para PC.* s.l. : Manualzilla, 2021.
28. **Gestión Integral HQSE.** *Higiene industrial: Agente físico - iluminación.* Lima : s.n., 2020.
29. **SOTO MAZO, Edward; PAZ ZAPATA, Jairo.** *Manual de iluminacion interior (Iluminaciones técnicas S.A.).* Santiago de Cali : s.n., 2006. 1.
30. **Arquitectura inteligente.** *Lámparas incandescentes y halógenas.* [En línea] [Citado el: 16 de 7 de 2021.] <https://arquitecturainteligente.wordpress.com/2007/06/11/lamparas-incandescentes/>.
31. **Premium Light Pro.** *Iluminación artificial interior.* Portugal : s.n., 2017.
32. **ELIZALDE, Érika.** *Lámparas halógenas.* México D.C. : s.n., 2015.
33. **BLASCO ESPINOSA, Pedro Ángel.** *Apuntes de iluminación.* Valencia. España : Universidad Politécnica de Valencia, 2016.
34. **MORENTE MONTSERRAT, Cristina.** *Curso on-line de iluminación. Grupo de estudios luminotécnicos.* [En línea] UPC. [Citado el: 15 de 5 de 2021.] <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/index.php>.

35. **BELTRÁN SAN SEGUNDO, Héctor.** *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características.* s.l. : Universitat Jaume I - Fundació F2e.
36. **ESAN.** Costos de inversión y de operación en la formulación de un proyecto. *Conexión ESAN.* [En línea] Universidad ESAN, 28 de junio de 2016. [Citado el: 26 de febrero de 2020.] <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/06/costos-de-inversion-y-de-operacion-en-la-formulacion-de-un-proyecto/>.
37. **Osinergmin.** *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país.* Lima. Perú : Gráfica Biblos S.A., 2017. 978-612-47350-0-4.
38. **SERRA, Jordi.** *Guía técnica de eficiencia energética eléctrica.* España : CIRCUTOR S.A., 2009. 978-84-612-0421-2.
39. **MARRUFO, Enrique; CASTILLO, Juan.** *Instalaciones eléctricas de interiores.* España : McGraw-Hill, 2018. 978-84-486-1171-2.
40. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar.** *Metodología de la investigación.* México : McGraw Hill, 2014. 978-1-4562-2396-0.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

**Tabla 47. Matriz de consistencia del proyecto de investigación**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la influencia de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en los costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál será el impacto de la potencia de las lámparas en el análisis de costos de energía?</p> <p>¿Cómo influyen los consumos energéticos del sistema de iluminación con respecto a los costos de energía?</p> <p>¿Cómo se contrastarán los niveles de iluminación basados en la NTP EM.010 con respecto al análisis de costos de energía?</p> <p>¿Cuál será la rentabilidad del proyecto de aplicación de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de la eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna – Concepción.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Evaluar el impacto de la potencia de lámparas en el análisis de costos de energía.</p> <p>Analizar los consumos energéticos del sistema de iluminación con respecto a los costos de energía.</p> <p>Contrastar los niveles de iluminación basados en la NTP EM.010 con respecto al análisis de costos de energía.</p> <p>Determinar rentabilidad del proyecto de aplicación de eficiencia energética para la Municipalidad Distrital de Orcotuna.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación tendrá una influencia en el análisis de costos de energía de la Municipalidad Distrital de Orcotuna.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> La potencia de lámparas tendrá una influencia en los costos de energía.</p> <p>Los consumos energéticos del sistema de iluminación tendrán influencia en el análisis de costos de energía.</p> <p>Los niveles de iluminación tendrán influencia en el análisis de costos de energía.</p> <p>El proyecto de aplicación de eficiencia energética influirá en la rentabilidad para la Municipalidad Distrital de Orcotuna.</p>	<p><b>Variable independiente</b> Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación.</p> <p><b>Variable dependiente</b> Análisis de costos de energía.</p>	<p><b>Dimensiones de Variable independiente</b> Potencia de lámparas.</p> <p>Consumos energéticos.</p> <p>Niveles de iluminación.</p> <p><b>Dimensiones de Variable dependiente</b> Ahorro energético</p> <p>Inversión</p> <p>Rentabilidad</p>	<p><b>Método de investigación</b> Enfoque cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación</b> Tipo aplicada</p> <p><b>Alcance de la investigación</b> Alcance correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Diseño no experimental de tipo transversal</p>

## Anexo 2

### Aprobación de realización de estudio



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ORCOTUNA

Una sola fuerza



"Año de la Universalización de la Salud"

Orcotuna, 29 de setiembre de 2020

SEÑOR(A):

JAVIER FERNANDO POVES MENDOZA

PRESENTE:

Referencia: Expediente 1155, fecha 15/09/2020



Por intermedio de la presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la oficina de Recursos humanos de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, asimismo notificarle que ha sido **ACEPTADA** su solicitud para que pueda realizar su estudio de tesis, proyecto titulado "Eficiencia energética del sistema eléctrico de iluminación y su influencia en el análisis de costo de la energía eléctrica", que será del 29 de setiembre de 2020 hasta el 25 de octubre de 2020.

Sin otro en particular, hago propicia la ocasión para expresar mi especial consideración.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
ORCOTUNA  
Bach. Diana C. Yraola Rodríguez Martínez  
JEFE DE RECURSOS HUMANOS



**Anexo 1**  
**Informe de calibración de luxómetro**



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

Laboratorio de Fotometría y Radiometría  
Óptica

## Informe de Calibración

### LFR - 016 - 2020

Página 1 de 7

Expediente	1038483	<p>Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	INMETRO S.A.C.	
Dirección	Jr. Antisuyo N° 280, Urb. Zárate	
Instrumento de Medición	MEDIDOR DE ILUMINANCIA (LUXOMETRO)	
Intervalo de Indicaciones	0 lux a 9,99 lux ; 0 lux a 99,9 lux ; 0 lux a 999 lux ; 0 lux a 9990 lux ; 0 lux a 99 900 lux ; 0 lux a 999 000 lux	
Resolución del Dispositivo Visualizador	0,01 lux ; 0,1 lux ; 1 lux ; 10 lux ; 100 lux ; 1000 lux	
Marca	YOKOGAWA	
Modelo	51002	
Número de Serie	980087	
Fecha de Calibración	2020-08-24	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Informes sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable del área	Responsable del laboratorio
 DM INACAL Dirección de Metrología	 Firmado digitalmente por QUISPE CUSIPUMA Billy Berino FAU 2060283015.pdf Fecha: 2020-08-26 11:20:26
 Firmado digitalmente por RAMÍREZ HERRERA Jago Samuel FAU 2060283015.pdf Fecha: 2020-08-25 11:36:24	
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica

## Informe de Calibración LFR – 016 – 2020

Página 2 de 7

### Método de Calibración

Calibración por comparación tomando como referencia el método de ensayo del Technical Report CIE 69 -1987 utilizando como fuentes luminosas lámparas fluorescentes de luz blanca y lámparas de luz incandescente.

### Lugar de Calibración

Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica  
Calle De la Prosa N° 150 - San Borja, Lima

### Condiciones Ambientales

Temperatura	22 °C ± 2 °C
Humedad Relativa	59 % ± 5 %

### Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones del PTB de Alemania	LFR 01 002 Sistema fotométrico S1000, clase L de exactitud según DIN 5032 Teil 7	40064 PTB 17 Octubre 2017

### Observaciones

La incertidumbre de medición calculada es mayor al error máximo permitido debido al método empleado. Se consideró como error máximo permitido, para las mediciones con luz incandescente, las especificaciones técnicas dadas por el fabricante en el manual del usuario de este luxómetro.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica

## Informe de Calibración LFR – 016 – 2020

Página 3 de 7

### Resultados de Medición

#### CON LUZ FLUORESCENTE

*INTERVALO DE INDICACIONES : 0 lux a 99,9 lux*

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (lux)	INDICACION DEL LUXOMETRO (lux)	CORRECCION (lux)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (lux)
0,0	0,0	0,0	0,05
9,8	10,0	-0,2	0,3
19,6	20,0	-0,4	0,6
48,9	50,0	-1,1	1,6
73,5	75,0	-1,5	2,3
97,4	99,5	-2,1	3,1

*INTERVALO DE INDICACIONES : 0 lux a 999 lux*

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (lux)	INDICACION DEL LUXOMETRO (lux)	CORRECCION (lux)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (lux)
0	0	0	0,5
97	100	-3	3
192	200	-8	6
481	500	-19	15
716	750	-34	23
957	995	-38	31



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica

## Informe de Calibración LFR – 016 – 2020

Página 4 de 7

*INTERVALO DE INDICACIONES : 0 lux a 9990 lux*

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (lux)	INDICACION DEL LUXOMETRO (lux)	CORRECCION (lux)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (lux)
0	0	0	5
484	500	-16	16
964	1000	-36	31
1950	2000	-50	62
2964	3000	-36	94
3985	4000	-15	126

La iluminancia convencionalmente verdadera ICV resulta de la relación:

$$ICV = \text{Indicación del Luxómetro} + \text{Corrección}$$

**Nota 1.-** El luxómetro fue calibrado hasta 4000 lux en el intervalo de indicaciones de 0 lux a 9990 lux.

**Nota 2.-** El luxómetro no fue calibrado en los intervalos de indicaciones de 0 lux a 9,99 lux, de 0 lux a 99 900 lux y de 0 lux a 999 000 lux.

**Nota 3.-** El cabezal fotométrico tiene el mismo número de serie que el indicador.

**Nota 4.-** La calibración se realizó en modo FAST.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología  
Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica

## Informe de Calibración LFR – 016 – 2020

Página 5 de 7

### CON LUZ INCANDESCENTE

#### INTERVALO DE INDICACIONES : 0 lux a 99,9 lux

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( lux )	INDICACION DEL LUXOMETRO ( lux )	CORRECCION ( lux )	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ( lux )
0,0	0,0	0,0	0,05
10,0	10,0	0,0	0,3
19,9	20,0	-0,1	0,6
49,7	50,0	-0,3	1,5
74,7	75,0	-0,3	2,3
99,2	99,5	-0,3	3,1

#### INTERVALO DE INDICACIONES : 0 lux a 999 lux

ILUMINANCIA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( lux )	INDICACION DEL LUXOMETRO ( lux )	CORRECCION ( lux )	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ( lux )
0	0	0	0,5
98	100	-2	3
196	200	-4	6
489	500	-11	15
742	750	-8	23
978	995	-17	31





**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fotometría y Radiometría Óptica

## Informe de Calibración LFR – 016 – 2020

Página 7 de 7

### **Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### **Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### **DIRECCION DE METROLOGIA**

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metroológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metroológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metroológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metroológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

## Anexo 2

### Certificado de calibración de luxómetro



**INMETRO**  
Instrumentación y Gestión en Metrología  
*Área de Metrología*  
Laboratorio de Luminosidad

ISO/IEC 17025

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
NUMERO LXXI-00041-2020  
Expediente: N° 01523-2020  
Página 1 de 2

---

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2020

Objeto de Calibración: LUXOMETRO DIGITAL

Marca / Fabricante: AMPROBE

Modelo: LM-120

N° de Serie / Código: 14102148 / No indica

Código: No indica

Procedencia: Taiwan

Ubicación: No indica

Rangos de Indicación: 20,00 lux, 200,0 lux, 2000 lux, 20 kLux, 200 klux

División por rango: 0,01 lux, 0,1 lux, 1 lux, 10 lux, 100lux

---

Solicitante: BJ ARROYO INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L.

Dirección: JR. SANTOS ATAHUALPA NRO. 938 INT. 2 A.H. JUSTICIA, PAZ Y VIDA, JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO.

---

Fecha de calibración: 23 de octubre de 2020

Lugar de calibración: Laboratorio de Luminosidad - Área de Metrología  
Jr. Antisuyo 280, Urb. Zarate, San Juan de Lurigancho, Lima.

Método de calibración: La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados con trazabilidad nacional trazable al DM-INACAL.

---

Condiciones ambientales:

Temperatura inicial:	21,3 °C	Humedad relativa inicial:	72,2 %
Temperatura final:	23,5 °C	Humedad relativa final:	69,1 %

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario esta en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

INMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

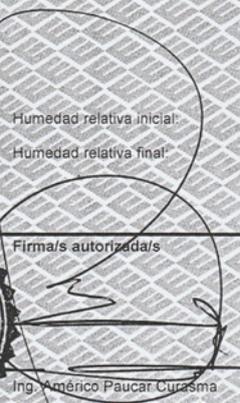
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello



Firma/s autorizada/s



Ing. Américo Paucar Curasma  
Gerencia del Servicio de Metrología

Fecha de emisión

24 de octubre de 2020

ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER DIFUNDIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES. LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUIEREN LA AUTORIZACIÓN DE INMETRO.

Jr. Antisuyo Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4596856, 4585121, 969997005, 995363358, 947157735  
Web: www.inmetrosac.com | E. Mail: ventas@inmetrosac.com / calibraciones@inmetrosac.com / inmetro.sac@gmail.com

Patrones de referencia

INSTRUMENTO PATRÓN	N° de Certificado	Trazabilidad
Standard Illuminance Meter Reference	LFM-016-2020	DM - INACAL

Resultados de Medición

Ensayo realizado con luz blanca (LUZ FLUORESCENTE 6500° K)

Rango	Valor Patrón	UNID.	Valor medido por el equipo	ERROR	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±)
20,00 Lux	0,00	LUX	0,01	0,01	0,01	0,10
2000 Lux	250,1	LUX	257	7	9	15
	500,5	LUX	515	15	15	31
	999	LUX	1033	34	29	62
20000 Lux	2000	LUX	2050	50	61	123
	3990	LUX	4080	90	101	245

E.M.P.: Error máximo Permitido

Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La calibración se efectuó con luz FLUORESCENTE

Incertidumbre

La incertidumbre expandida de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICO QUE LA PRESENTE COPIA FOTOSTÁTICA COMPUESTA

DE 205

FOJAS QUE SELLO, RUBRICO Y FIRMO ES FIEL REPRODUCCION DEL

DOCUMENTO QUE HE TENIDO A LA VISTA DE LO QUE DOY FE.

HUANCAYO, 26 OCT 2020 DEL 201 .....

ELISA CANCHAUA SANCHEZ

ABOGADA

NOTARIA DE HUANCAYO

ESTE DOCUMENTO SOLO PUEDE SER DIFUNDIDO COMPLETAMENTE Y SIN MODIFICACIONES, LOS EXTRACTOS O MODIFICACIONES REQUIEREN LA AUTORIZACION DE INMETRO.

Jr. Antisuyo Nro. 280 - ZARATE - S.J.L. - Lima 36, Teléfono: (511) - 4596856, 4585121, 969997005, 995363358, 947157735  
Web: www.inmetrosac.com | E. Mail: ventas@inmetrosac.com / calibraciones@inmetrosac.com / inmetro.sac@gmail.com



NOTARIA CANCHAUA SANCHEZ  
Jr. Loreto N° 356 - 358  
HUANCAYO - PERU

DE CONFORMIDAD CON EL ARTICULO 17 DE LA LEY N° 27107, EL RESPONSABLE DE LA REPRODUCCION DE ESTE DOCUMENTO NO ASUME RESPONSABILIDAD EN CASO DE SER FULTERADO.

## Anexo 3

### Aprobación de instalación de analizador de redes



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ORCOTUNA

Una sola fuerza



"Año de la Universalización de la Salud"

Orcotuna, 19 de Octubre de 2020

CARTA N.º 271 – 2020 - DPMJM /GM/MDO

SEÑOR:

JAVIER FERNANDO POVES MENDOZA

Presente.-

**REFERENCIA:** SOLICITUD CON N° DE EXPEDIENTE 1303, DE  
FECHA 12/10/2020

.....  
Por intermedio de la presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente a nombre de la Gerencia Municipal de la Municipalidad Distrital de Orcotuna, asimismo notificarle que ha sido **ACEPTADA** su solicitud para que pueda realizar la instalación de un analizador de redes en el Palacio Municipal. Por el tiempo de una semana que será del **21 de Octubre de 2020 hasta el 28 de octubre de 2020**.

Sin otro en particular, hago propicia la ocasión para expresar mi especial consideración.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ORCOTUNA  
  
J. C. Jorge Delgado Mofeyra  
GERENTE MUNICIPAL

## Anexo 4

### Estudio de iluminación de la Municipalidad Distrital de Orcotuna

Eficiencia

DIALUX

#### Lista de luminarias

$\Phi_{total}$ 388800 lm	$P_{total}$ 3456.0 W	Rendimiento lumínico 112.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

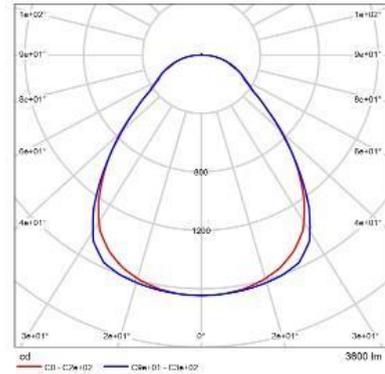
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
108	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Ficha de producto

LEDVANCE LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19



Nº de artículo	4058075000728
P	32.0 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	3600 lm
Rendimiento lumínico	112.5 lm/W
CCT	3991 K
CRI	84



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
α Techo	70	70	50	50	30	30	70	70	50	50	30	30
β Paredes	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
γ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local A	Módulo en perpendicular al eje de lámpara											
	Módulo longitudinal al eje de lámpara											
24	24	14.8	16.0	16.1	16.3	16.5	14.0	16.1	15.2	16.3	16.0	16.0
36	36	15.0	17.0	16.2	17.3	17.5	16.0	17.1	16.2	17.4	17.0	17.0
48	48	16.6	17.6	16.8	17.9	18.2	16.7	17.7	17.0	18.0	18.0	18.0
60	60	17.2	18.2	17.6	18.6	19.0	17.3	18.3	17.7	18.6	18.6	18.6
84	84	17.5	18.4	17.8	18.7	19.0	17.6	18.5	17.9	18.8	18.8	18.8
120	120	17.7	18.6	18.1	19.0	19.2	17.8	18.7	18.2	19.0	19.0	19.0
144	144	15.1	16.1	15.4	16.4	16.7	15.1	16.1	15.4	16.4	16.7	16.7
36	36	16.4	17.3	16.8	17.6	17.9	16.5	17.4	16.8	17.7	17.7	17.7
48	48	17.0	18.1	17.7	18.4	18.8	17.4	18.2	17.4	18.4	18.4	18.4
60	60	18.2	18.8	18.4	19.2	19.6	18.2	18.9	18.7	19.3	19.3	19.3
84	84	18.5	19.2	19.0	19.6	20.0	18.5	19.2	19.0	19.6	19.6	19.6
120	120	18.8	19.4	19.3	19.6	20.3	18.8	19.5	19.3	19.9	19.9	19.9
144	144	17.0	18.3	18.1	18.7	19.1	17.7	18.4	18.2	18.8	18.8	18.8
60	60	18.7	19.2	19.2	19.7	20.1	18.8	19.3	19.2	19.7	19.7	19.7
84	84	19.2	19.6	19.7	20.1	20.6	19.2	19.7	19.7	20.2	20.2	20.2
120	120	19.9	20.0	20.1	20.0	21.0	19.7	20.1	20.2	20.0	21.0	21.0
144	144	17.7	18.3	18.1	18.7	19.1	17.8	18.4	18.2	18.8	18.8	18.8
60	60	18.8	19.3	19.3	19.7	20.2	19.3	19.3	19.4	19.8	19.8	19.8
84	84	19.3	19.7	19.8	20.2	20.7	19.4	19.8	19.9	20.3	20.3	20.3

Valoración de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias		
S < 1.00m	+0.2 / -0.8	+0.2 / -0.3
S < 1.50m	+0.4 / -0.6	+0.4 / -0.2
S < 2.00m	+0.6 / -0.7	+0.6 / -0.1
Tabla estándar	B706	B706
Distancia de visión	1.7	1.6

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2000lm Flujo luminoso total

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Eficiencia

DIALux

Edificación 1

### Lista de luminarias

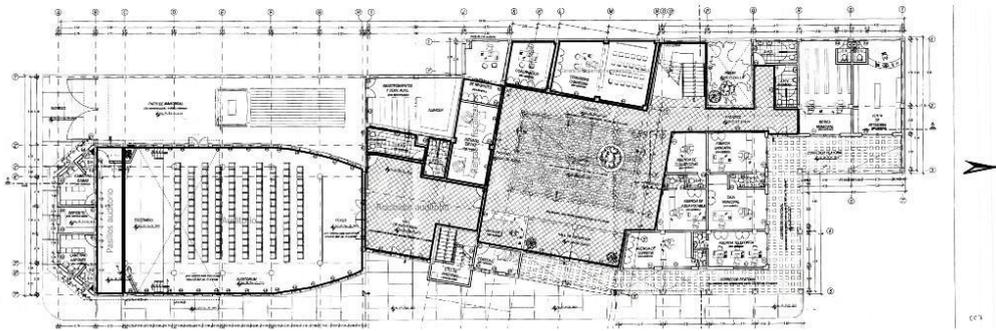
$\Phi_{total}$ 388800 lm	$P_{total}$ 3456.0 W	Rendimiento lumínico 112.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
108	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Eficiencia



Edificación 1 · Planta (nivel) 1

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Auditorio

<b>P<sub>total</sub></b> 800.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 300.17 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 2.67 W/m <sup>2</sup> = 0.77 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 345 lx
-------------------------------------	---	---	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
25	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Baño 1 auditorio

<b>P<sub>total</sub></b> 32.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 11.75 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 2.72 W/m <sup>2</sup> = 1.14 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 239 lx
------------------------------------	--	---	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Baño 2 auditorio

<b>P<sub>total</sub></b> 32.0 W	<b>A<sub>Local</sub></b> 7.33 m <sup>2</sup>	<b>Potencia específica de conexión</b> 4.37 W/m <sup>2</sup> = 1.36 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	<b>E<sub>perpendicular (Plano útil)</sub></b> 322 lx
------------------------------------	---	---	---

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Caja y tesorería

$P_{total}$ 64.0 W	$A_{Local}$ 17.68 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.62 W/m <sup>2</sup> = 1.19 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 305 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Gerencia desarrollo economico y social

$P_{total}$ 192.0 W	$A_{Local}$ 51.16 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.75 W/m <sup>2</sup> = 1.10 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 340 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Pasillos auditorio

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 33.68 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 0.95 W/m <sup>2</sup> = 0.16 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 607 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Pasillos con entrada

$P_{total}$ 96.0 W	$A_{Local}$ 303.70 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 0.32 W/m <sup>2</sup> = 0.03 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$E_{perpendicular}$ (Plano útil) 1210 lx
-----------------------	--------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Recibidor auditorio

$P_{total}$ 96.0 W	$A_{Local}$ 75.73 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 1.27 W/m <sup>2</sup> = 0.94 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$E_{perpendicular}$ (Plano útil) 135 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Rentas y fiscalización

$P_{total}$ 128.0 W	$A_{Local}$ 35.76 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.58 W/m <sup>2</sup> = 1.01 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$E_{perpendicular}$ (Plano útil) 354 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 1

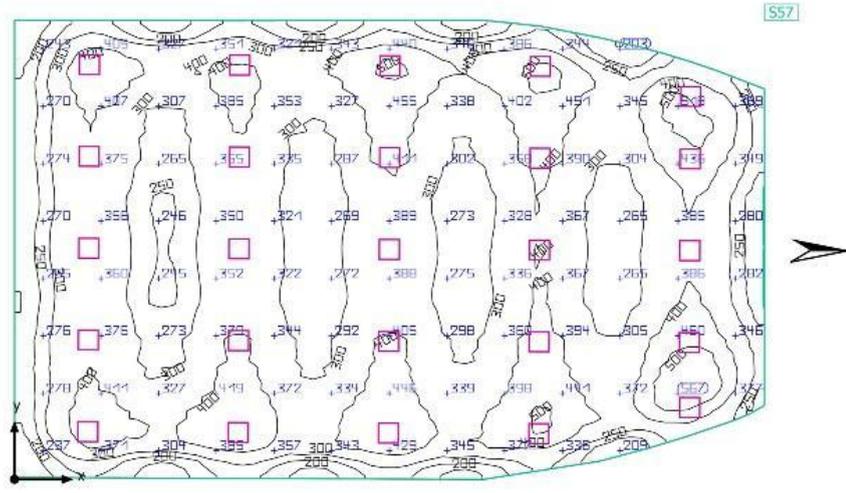
**Lista de luminarias**

$\Phi_{total}$ 165600 lm	$P_{total}$ 1472.0 W	Rendimiento lumínico 112.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
46	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Auditorio

Resumen



Base: 300.17 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Auditorio

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0,443 %	-	-	S58
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	345 lx	≥ 300 lx	✓	S57
	g <sub>l</sub>	0,42	-	-	S57
Valores de consumo	Consumo	[92 - 150] kWh/a	máx. 10550 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2,67 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0,77 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

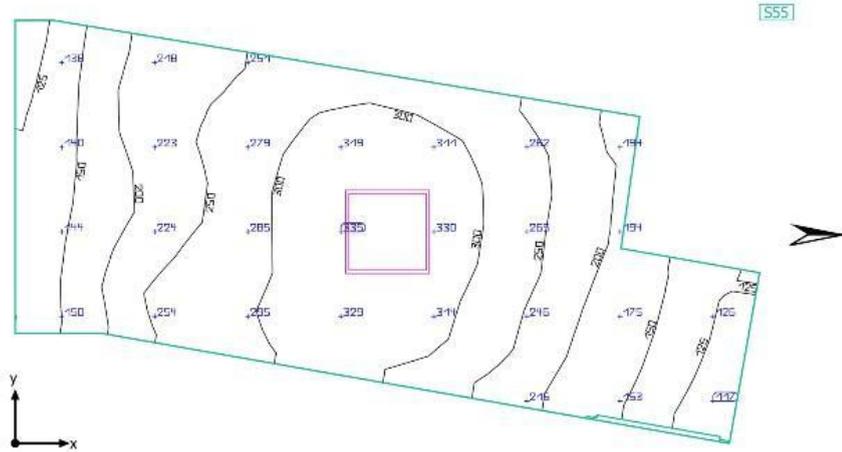
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Auditorio" son limpio.

## Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
25	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32,0 W	3600 lm	112,5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Baño 1 auditorio

Resumen



Base: 11.75 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 1 - Baño 1 auditorio

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.220 %	-	-	S56
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	239 lx	$\geq 100$ lx	✓	S55
	$g_1$	0.49	-	-	S55
Valores de consumo	Consumo	[1 - 2] kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.72 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.14 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Indicaciones para planificación:

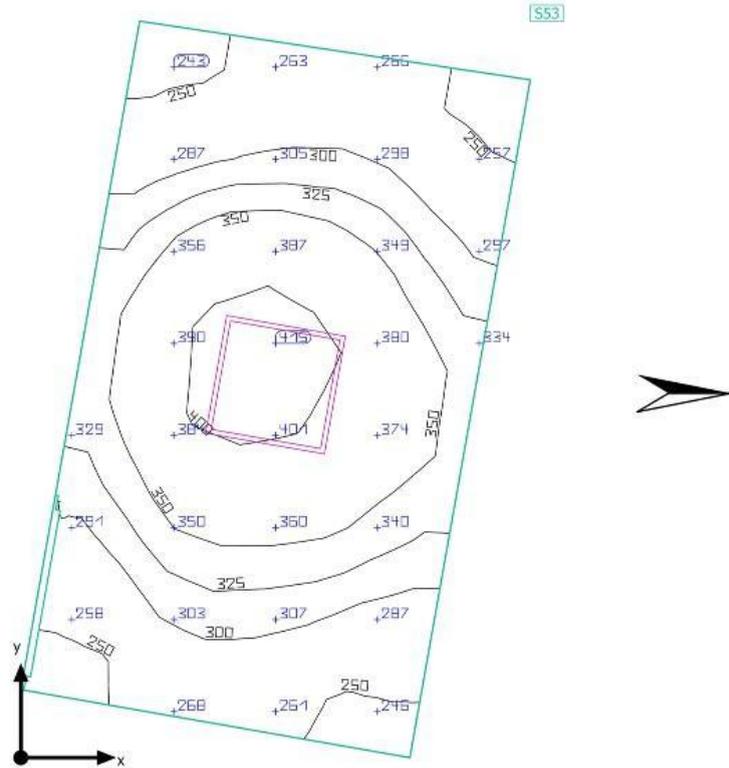
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para 'Baño 1 auditorio' son normal.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Baño 2 auditorio

Resumen



Base: 7.33 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 1 : Baño 2 auditorio

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.354 %	-	-	S54
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	322 lx	$\geq 100$ lx	✓	S53
	$g_1$	0.73	-	-	S53
Valores de consumo	Consumo	[1 - 2] kWh/a	máx: 300 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	4.37 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.36 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Indicaciones para planificación:

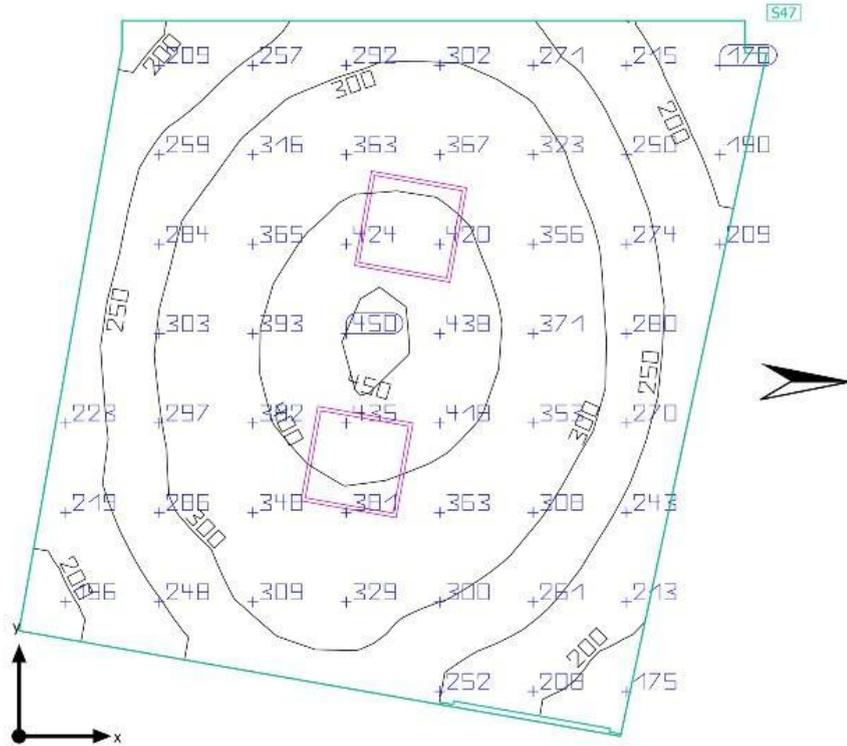
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Baño 2 auditorio" son normal.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Caja y tesorería

Resumen



Base: 17.68 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Caja y tesorería

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.109 %	-	-	S48
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	305 lx	≥ 300 lx	✓	S47
	g <sub>i</sub>	0.52	-	-	S47
Valores de consumo	Consumo	140 kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.62 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.19 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

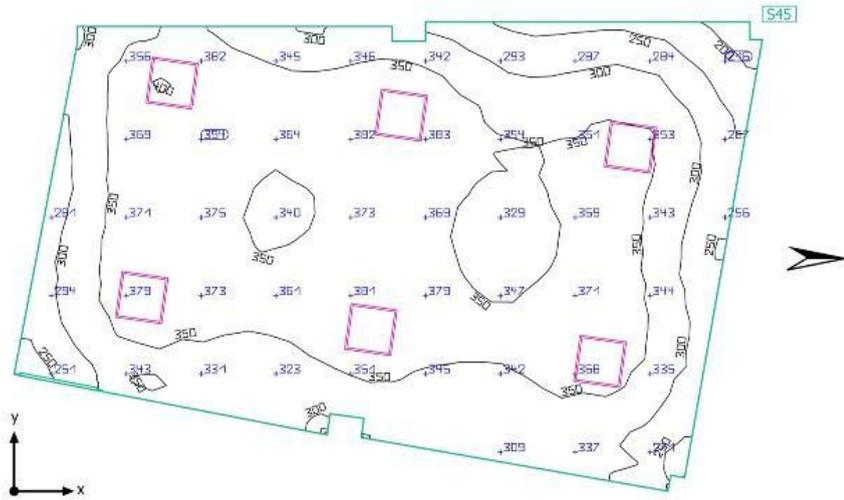
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Caja y tesorería" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Gerencia desarrollo economico y social

**Resumen**



Base: 51.16 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Gerencia desarrollo economico y social

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.168 %	-	-	S45
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	340 lx	≥ 300 lx	✓	S45
	g <sub>i</sub>	0.52	-	-	S45
Valores de consumo	Consumo	410 kWh/a	máx. 1800 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.75 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.10 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

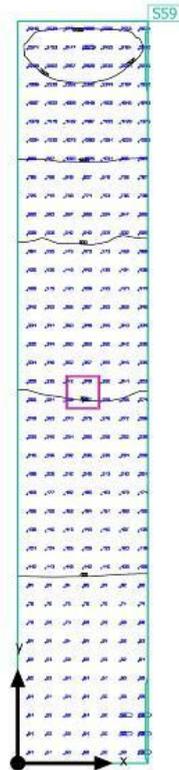
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Gerencia desarrollo economico y social" son limpia.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 : Planta (nivel) 1 : Pasillos auditorio

Resumen



Base: 33.68 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillos auditorio

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	1,994 %	-	-	S60
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	607 lx	≥ 100 lx	✓	S59
	g <sub>l</sub>	0,093	-	-	S59
Valores de consumo	Consumo	[2 - 3] kWh/a	máx. 1200 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0,95 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0,16 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

Indicaciones para planificación:

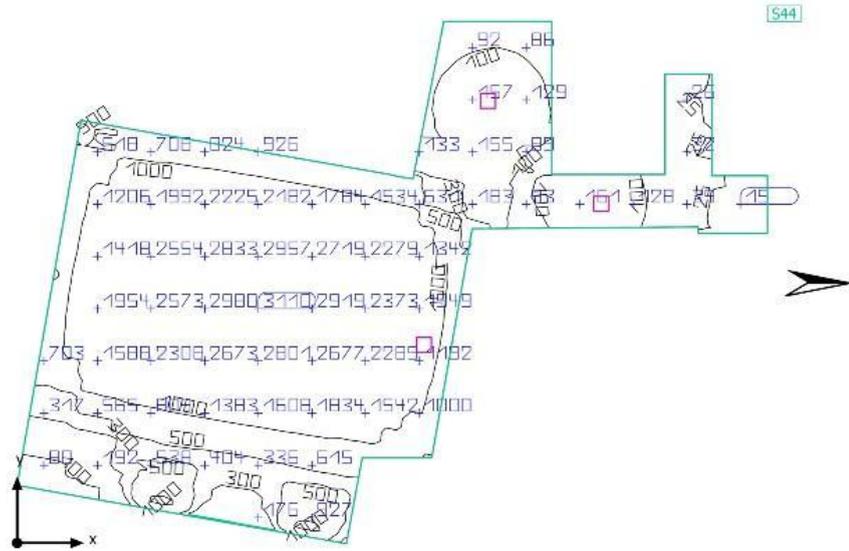
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Pasillos auditorio" son normal.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32,0 W	3600 lm	112,5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillos con entrada

Resumen



Base: 303.70 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 68.8 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Pasillos con entrada

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	8.440 %	-	-	S43
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	1210 lx	$\geq 100$ lx	✓	S44
	$g_i$	0.012	-	-	S44
Valores de consumo	Consumo	9 kWh/a	máx. 10650 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.32 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.03 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

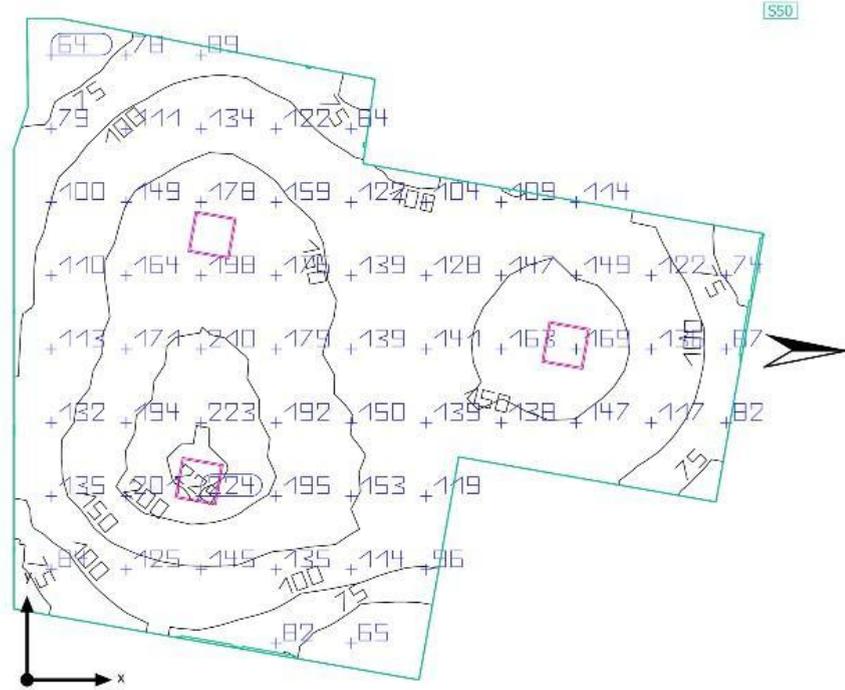
Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para "Pasillos con entrada" son normal.

## Lista de luminarias:

Un.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Recibidor auditorio  
**Resumen**



Base: 75.73 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Recibidor auditorio

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.187 %	-	-	S49
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	135 lx	≥ 100 lx	✓	S50
	g <sub>i</sub>	0.38	-	-	S50
Valores de consumo	Consumo	[4 - 7] kWh/a	máx. 2700 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	1.27 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.94 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

Indicaciones para planificación:

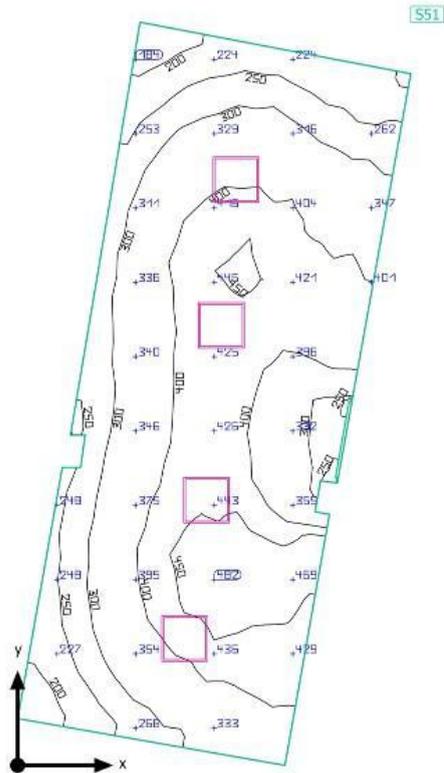
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para 'Recibidor auditorio' son normal.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Rentas y fiscalización

Resumen



Base: 35.76 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 3.300 m | Altura de montaje: 3.300 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Rentas y fiscalización

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.262 %	-	-	S52
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	354 lx	≥ 300 lx	✓	S51
	g <sub>i</sub>	0.47	-	-	S51
Valores de consumo	Consumo	280 kWh/a	máx. 1300 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.58 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.01 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Rentas y fiscalización" son limpio.

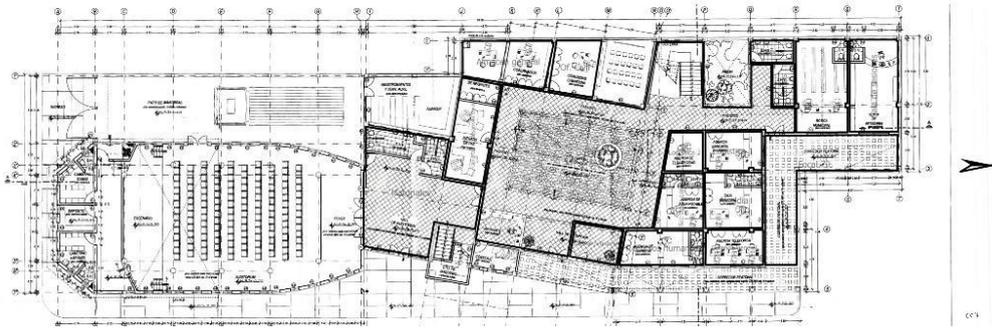
## Lista de luminarias:

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Eficiencia



Edificación 1 - Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

## Alcaldia

$P_{total}$ 96.0 W	$A_{Local}$ 28.99 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.31 W/m <sup>2</sup> = 1.07 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 310 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Almacen general

$P_{total}$ 128.0 W	$A_{Local}$ 33.40 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.83 W/m <sup>2</sup> = 1.09 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 351 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Baños

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 8.59 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.73 W/m <sup>2</sup> = 1.32 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 282 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Baños

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 8.47 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.78 W/m <sup>2</sup> = 1.31 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\dot{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 288 lx
-----------------------	------------------------------------	--	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Gerencia de desarrollo de obras

$P_{total}$ 128.0 W	$A_{Local}$ 35.76 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.58 W/m <sup>2</sup> = 0.87 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\dot{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 409 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Gerencia de servicios publicos municipales

$P_{total}$ 160.0 W	$A_{Local}$ 43.34 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.69 W/m <sup>2</sup> = 1.01 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\dot{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 364 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
5	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Gerencia general

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Logística 1

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Logística 2

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ <sub>Luminaria</sub>
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

## Materiales

$P_{\text{total}}$ 320.0 W	$A_{\text{local}}$ 97.71 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 3.28 W/m <sup>2</sup> = 0.89 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Plano útil)}}$ 369 lx
-------------------------------	--	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{\text{Luminaria}}$
10	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Of. Civil

$P_{\text{total}}$ 64.0 W	$A_{\text{local}}$ 21.94 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.92 W/m <sup>2</sup> = 0.90 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Plano útil)}}$ 324 lx
------------------------------	--	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{\text{Luminaria}}$
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Pasillos

$P_{\text{total}}$ 128.0 W	$A_{\text{local}}$ 287.21 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 0.45 W/m <sup>2</sup> = 0.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{\text{perpendicular (Plano útil)}}$ 1893 lx
-------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{\text{Luminaria}}$
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Recursos humanos

$P_{total}$ 64.0 W	$A_{Local}$ 25.23 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.54 W/m <sup>2</sup> = 0.45 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 561 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Sala de regidores

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 15.19 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.11 W/m <sup>2</sup> = 0.32 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 661 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Sala de sesiones

$P_{total}$ 96.0 W	$A_{Local}$ 40.49 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.37 W/m <sup>2</sup> = 0.51 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 464 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 2

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Secretaria general

$P_{total}$ 64.0 W	$A_{local}$ 22.39 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.86 W/m <sup>2</sup> = 0.85 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 337 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 2

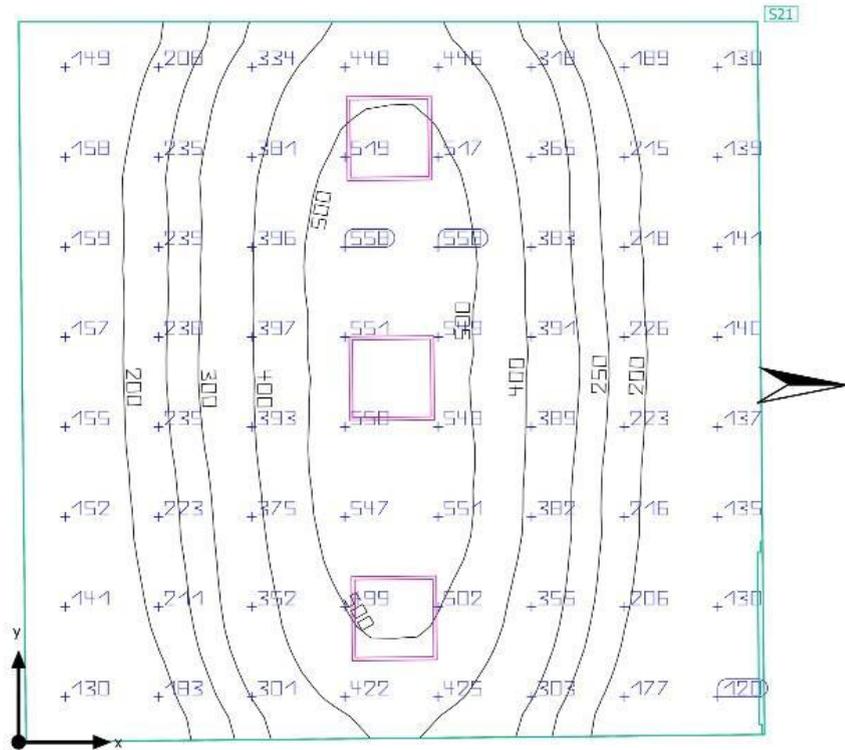
**Lista de luminarias**

$\Phi_{total}$ 169200 lm	$P_{total}$ 1504.0 W	Rendimiento lumínico 112.5 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
47	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Alcaldia

Resumen



Base: 28.99 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Alcaldía

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.113 %	-	-	S22
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	310 lx	≥ 300 lx	✓	S21
	g <sub>l</sub>	0.35	-	-	S21
Valores de consumo	Consumo	210 kWh/a	máx. 1050 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.31 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.07 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

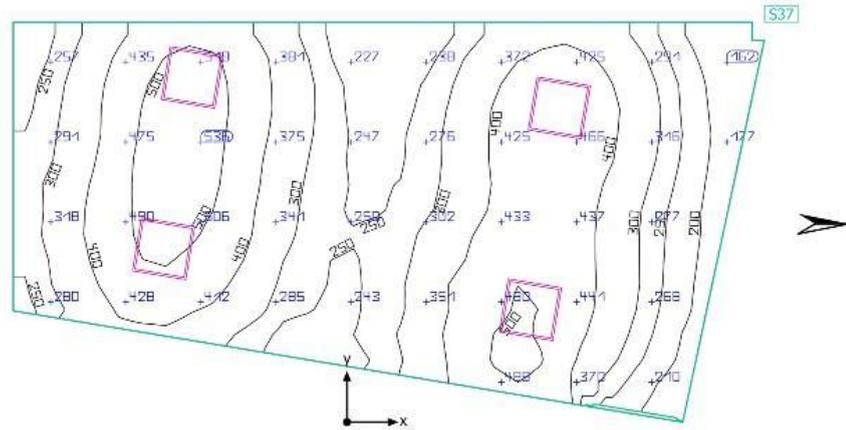
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para 'Alcaldía' son limpio.

## Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625-625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Almacen general

**Resumen**



Base: 33.40 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Almacén general

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.103 %	-	-	S38
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	351 lx	≥ 300 lx	✓	S37
	g <sub>1</sub>	0.39	-	-	S37
Valores de consumo	Consumo	280 kWh/a	máx. 1200 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.83 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.09 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

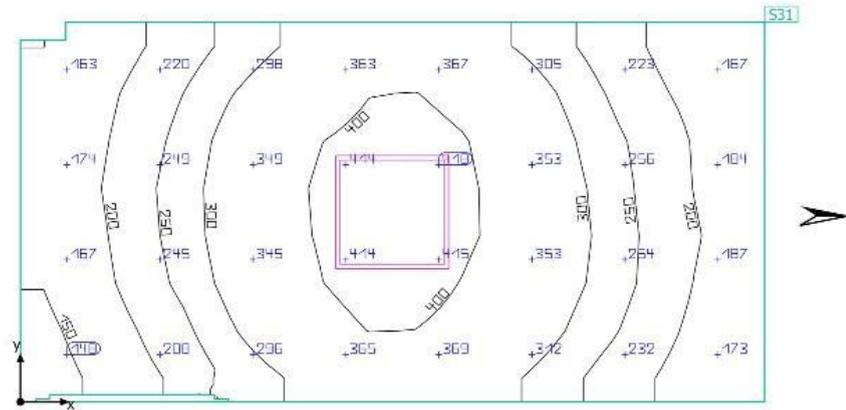
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Almacén general" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Baños

Resumen



Base: 8.59 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Baños

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.001 %	-	-	S32
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	282 lx	≥ 100 lx	✓	S31
	g <sub>1</sub>	0.48	-	-	S31
Valores de consumo	Consumo	5 kWh/a	máx: 350 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.73 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.32 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Indicaciones para planificación:

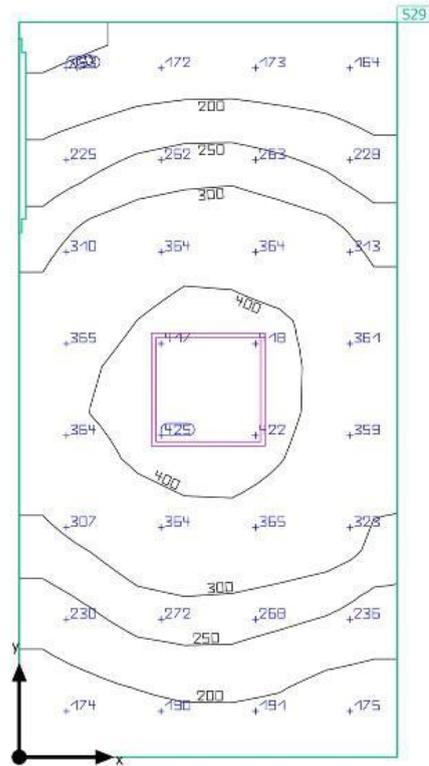
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para "Baños" son normal.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Baños

Resumen



Base: 8.47 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Baños

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.002 %	-	-	S30
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	288 lx	≥ 100 lx	✓	S29
	g <sub>l</sub>	0.48	-	-	S29
Valores de consumo	Consumo	5 kWh/a	máx: 300 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.78 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.31 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas generales dentro de edificios - Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios, Guardarropas, lavabos, baños, retretes

Indicaciones para planificación:

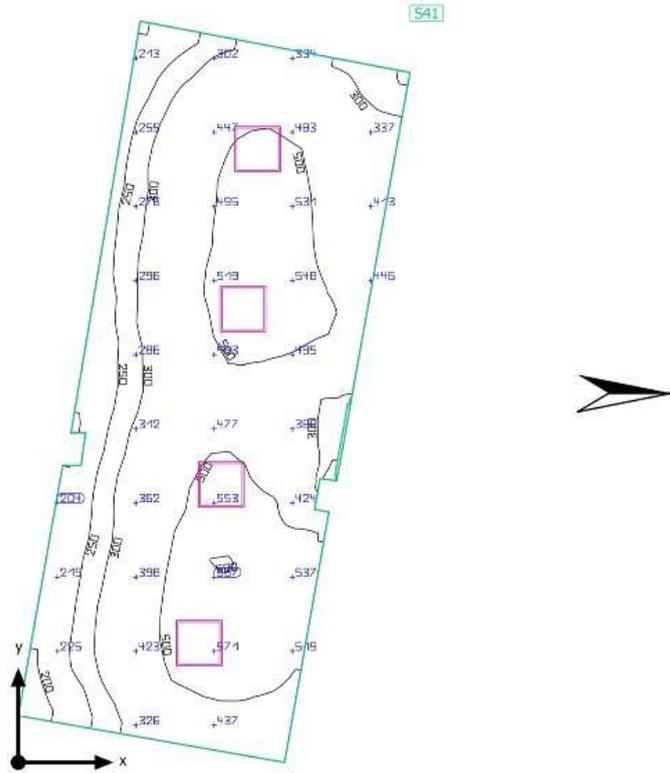
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Baños" son normal.

## Lista de luminarias

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 : Planta (nivel) 2 : Gerencia de desarrollo de obras

Resumen



Base: 35.76 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Gerencia de desarrollo de obras

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.473 %	-	-	S42
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	409 lx	$\geq 300$ lx	✓	S41
	$g_l$	0.45	-	-	S41
Valores de consumo	Consumo	280 kWh/a	máx. 1300 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.58 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.87 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

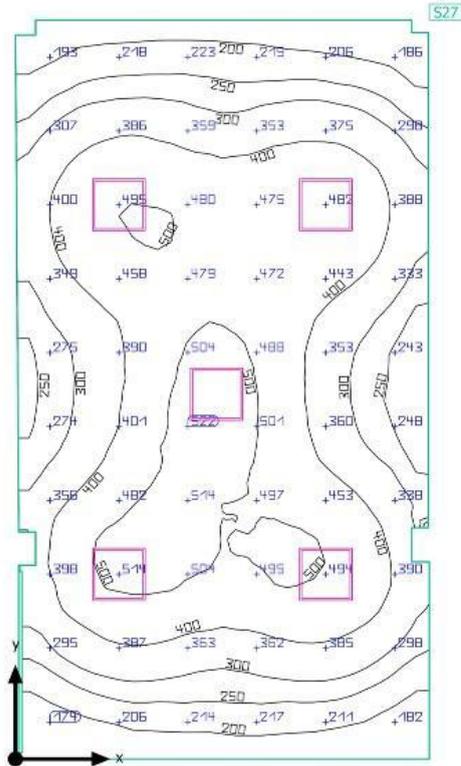
Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Gerencia de desarrollo de obras" son limpio.

## Lista de luminarias:

Unl.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Gerencia de servicios publicos municipales  
**Resumen**



Base: 43.34 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 2 : Gerencia de servicios publicos municipales

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.173 %	-	-	S28
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	364 lx	≥ 300 lx	✓	S27
	g <sub>1</sub>	0.41	-	-	S27
Valores de consumo	Consumo	350 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.69 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.01 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

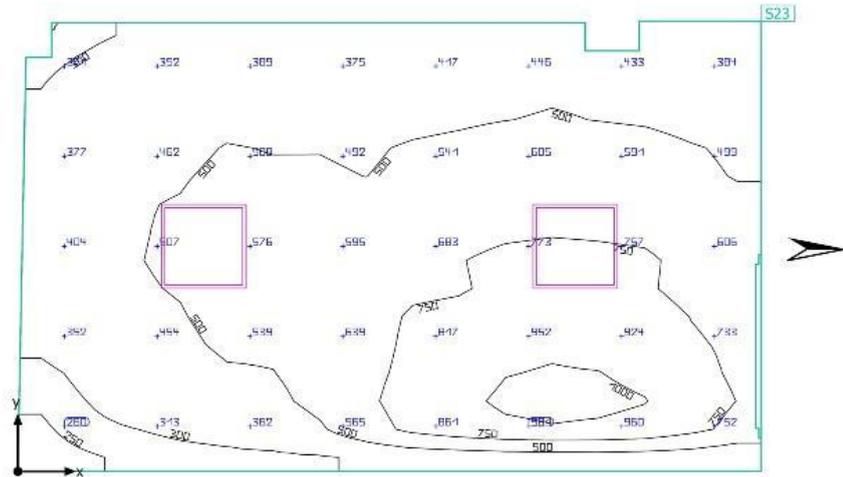
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Gerencia de servicios publicos municipales" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 : Planta (nivel) 2 : Gerencia general

Resumen



Base: 18.14 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Gerencia general

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	1.503 %	-	-	S24
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	547 lx	≥ 300 lx	✓	S23
	g <sub>i</sub>	0.41	-	-	S23
Valores de consumo	Consumo	[110 - 140] kWh/a	máx. 650 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.53 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.64 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

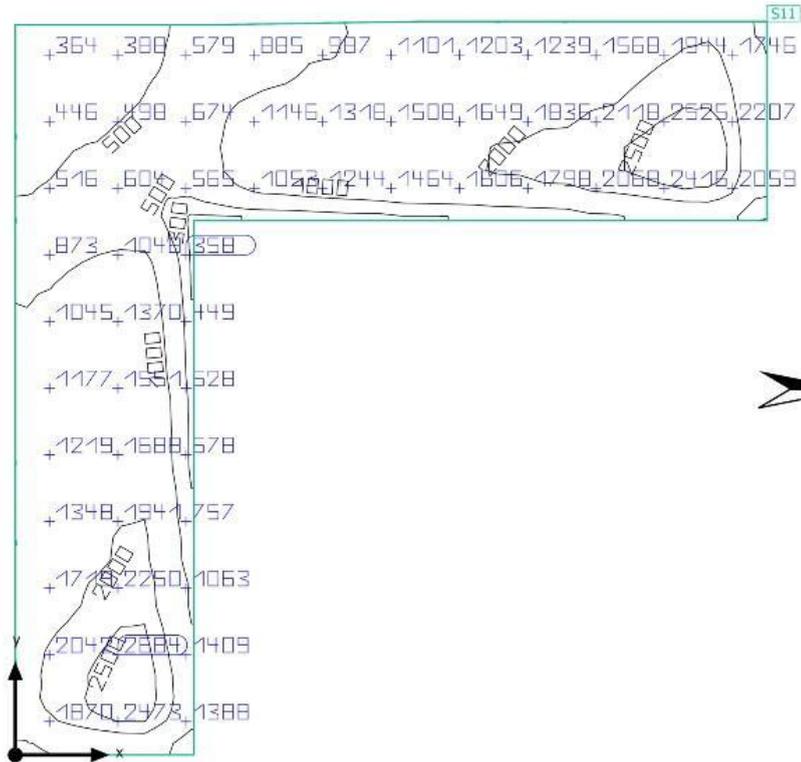
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Gerencia general" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Local 79

Resumen



Base: 69.80 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m |

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Local 79

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	6.814 %	-	-	S12
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	1358 lx	$\geq 100$ lx	✓	S11
	$g_1$	0.20	-	-	S11
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 50 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.00 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

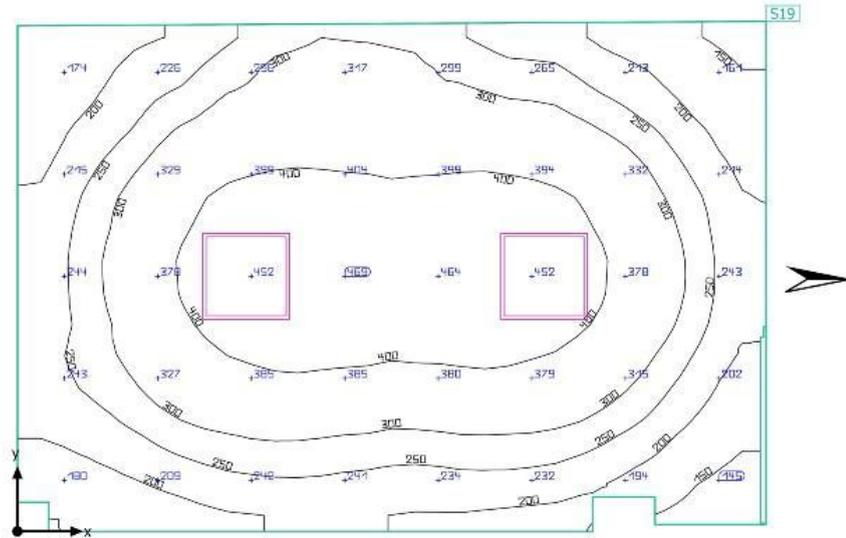
Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Local 79" son normal.

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Logística 1

Resumen



Base: 19.74 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Logística 1

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.051 %	-	-	S20
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	302 lx	$\geq 300$ lx	✓	S19
	$g_{\text{r}}$	0.39	-	-	S19
Valores de consumo	Consumo	140 kWh/a	máx. 700 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.24 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.07 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

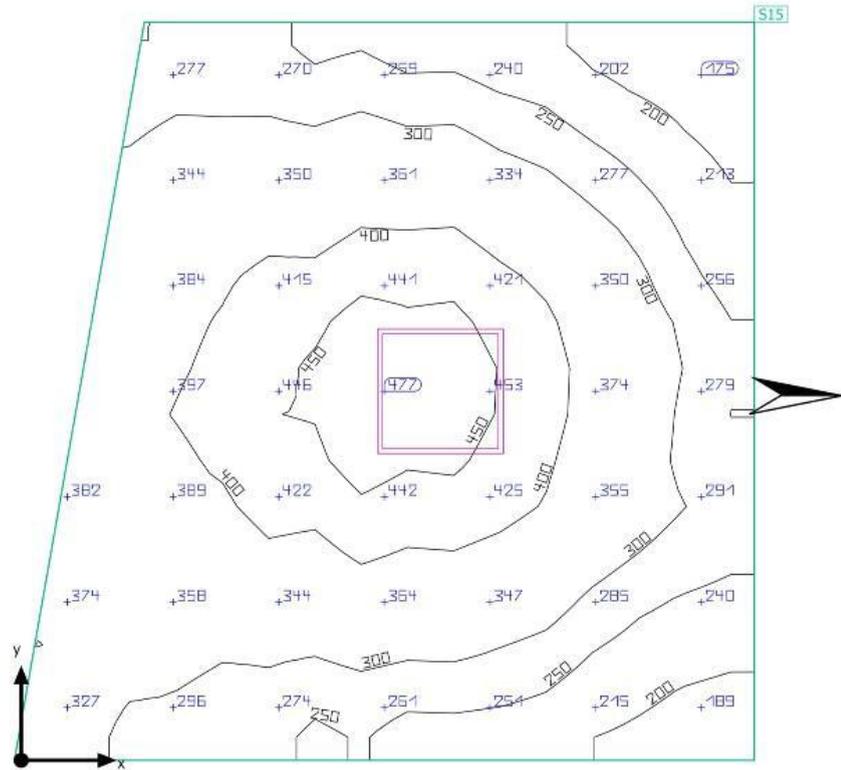
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Logística 1" son limpias.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Logística 2

Resumen



Base: 12,43 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Logística 2

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.535 %	-	-	S16
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	329 lx	≥ 300 lx	✓	S15
	g <sub>i</sub>	0.49	-	-	S15
Valores de consumo	Consumo	69 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.57 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.78 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

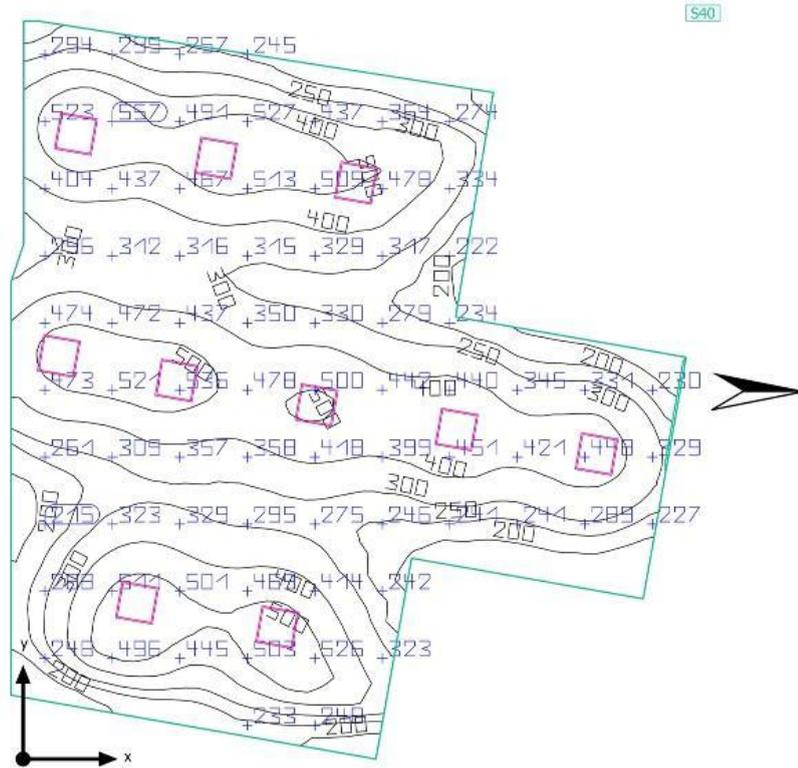
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para 'Logística 2' son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Materiales

Resumen



Base: 97.71 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Materiales

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.284 %	-	-	S39
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	369 lx	≥ 300 lx	✓	S40
	g <sub>1</sub>	0.31	-	-	S40
Valores de consumo	Consumo	[440 - 690] kWh/a	máx: 3450 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	3.28 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.89 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

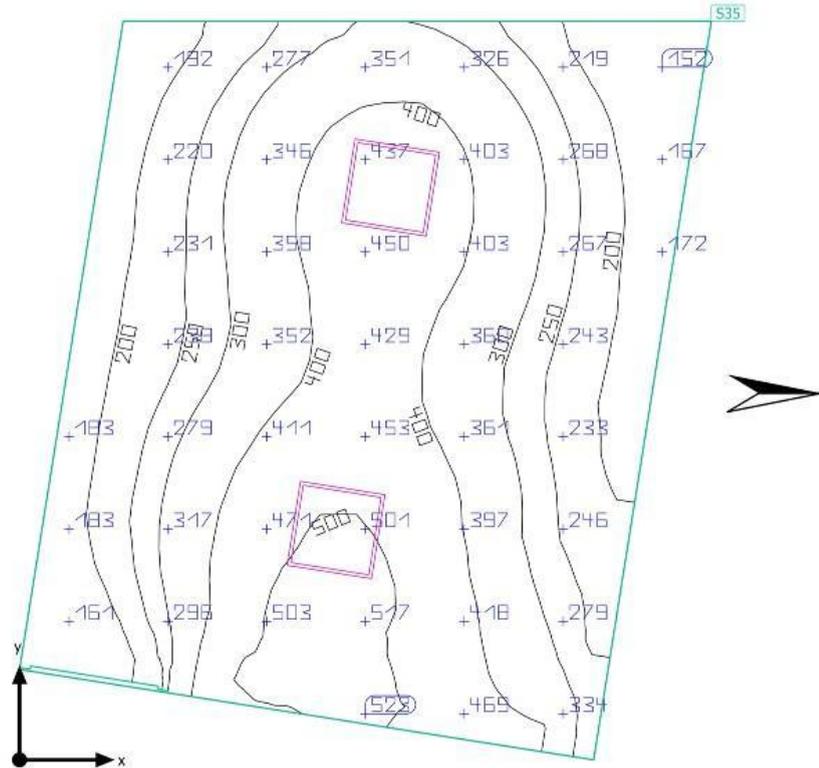
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para "Materiales" son limpio.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
10	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Of. Civil

Resumen



Base: 21.94 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Of. Civil

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.288 %	-	-	S36
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	324 lx	≥ 300 lx	✓	S35
	g <sub>1</sub>	0.40	-	-	S35
Valores de consumo	Consumo	140 kWh/a	máx. 800 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.92 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.90 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Of. Civil" son limpio.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W



Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Pasillos

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	14.627 %	-	-	S34
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	1893 lx	≥ 100 lx	✓	S33
	g <sub>i</sub>	0.020	-	-	S33
Valores de consumo	Consumo	12 kWh/a	máx. 10100 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.45 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

Indicaciones para planificación:

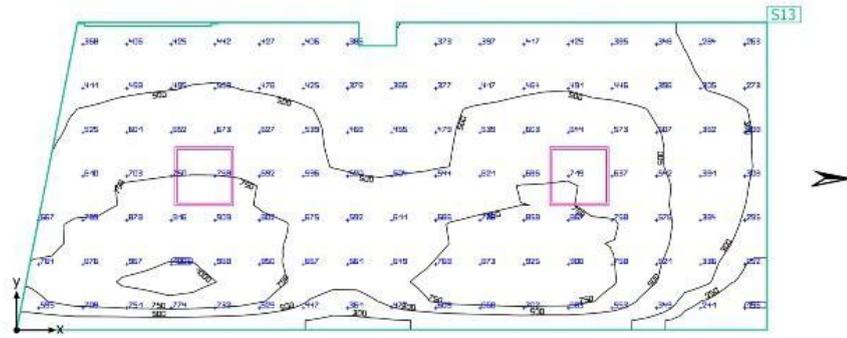
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Pasillos" son normal.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Recursos humanos

**Resumen**



Base: 25.23 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Recursos humanos

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	1.909 %	-	-	S14
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	561 lx	$\geq 300$ lx	✓	S13
	$g_l$	0.34	-	-	S13
Valores de consumo	Consumo	[83 - 140] kWh/a	máx. 900 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.54 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.45 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

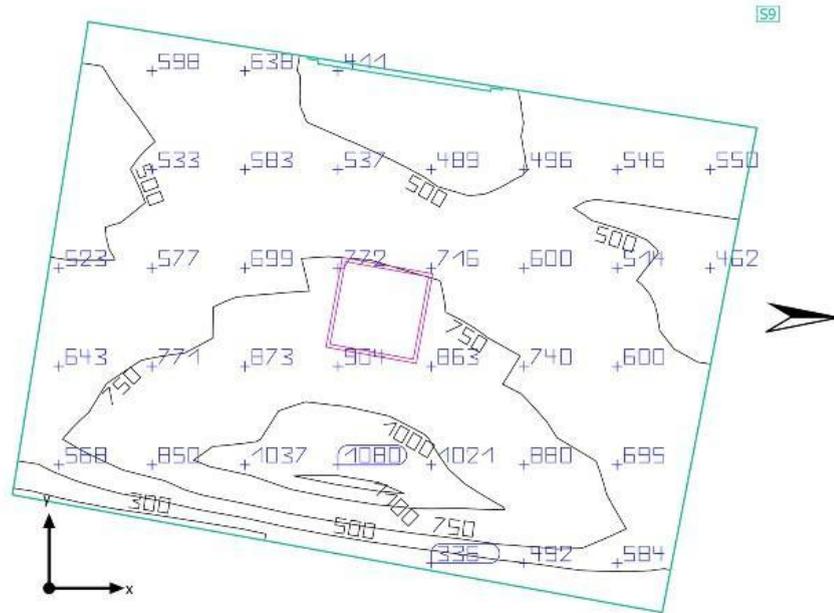
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para 'Recursos humanos' son limpio.

## Lista de luminarias:

Un.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Sala de regidores

Resumen



Base: 15.19 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Sala de regidores

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	2.430 %	-	-	S10
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	661 lx	≥ 300 lx	✓	S9
	g <sub>i</sub>	0.40	-	-	S9
Valores de consumo	Consumo	[41 - 69] kWh/a	máx. 550 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.11 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.32 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

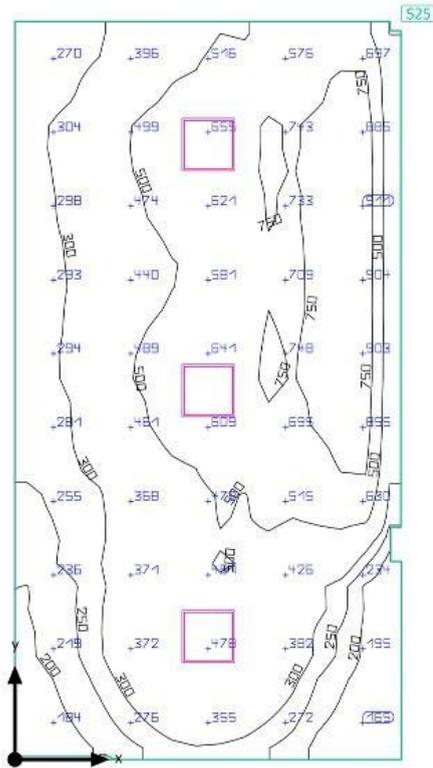
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para 'Sala de regidores' son limpio.

## Lista de luminarias:

Unl.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Sala de sesiones

Resumen



Base: 40.49 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 2 - Sala de sesiones

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.817 %	-	-	S26
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	464 lx	≥ 300 lx	✓	S25
	g <sub>1</sub>	0.31	-	-	S25
Valores de consumo	Consumo	[160 - 220] kWh/a	máx. 1450 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.37 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.51 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

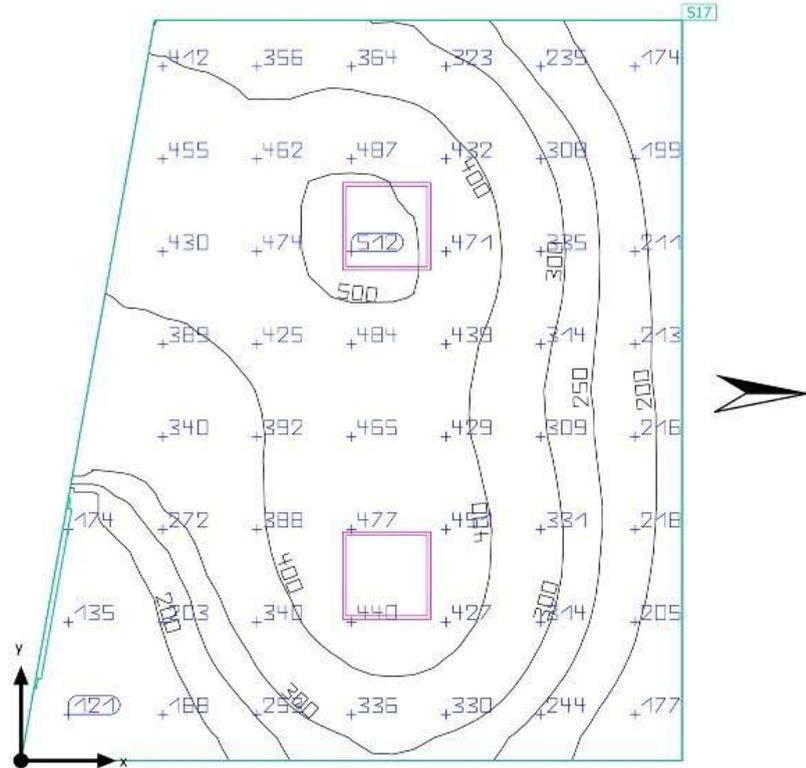
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Sala de sesiones" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Secretaria general

Resumen



Base: 22.39 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 2 : Secretaria general

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.385 %	-	-	S18
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	337 lx	≥ 300 lx	✓	S17
	g <sub>1</sub>	0.33	-	-	S17
Valores de consumo	Consumo	140 kWh/a	máx. 800 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.86 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.85 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para "Secretaria general" son limpio.

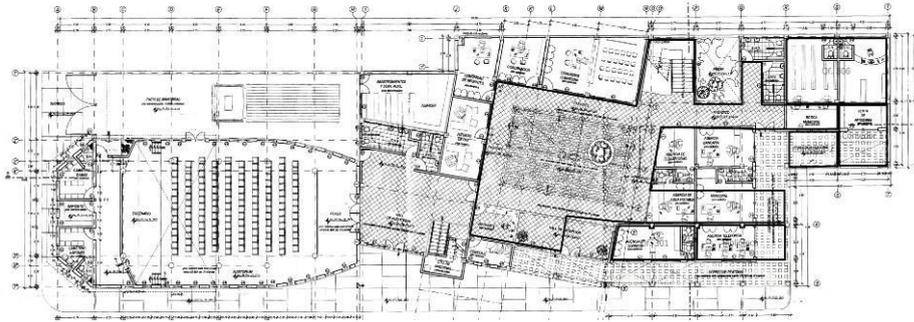
## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3

Eficiencia

**Lista de locales (Evaluación energética)**



CC'3

Edificación 1 - Planta (nivel) 3

**Lista de locales (Evaluación energética)**

## Biblioteca

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 28.23 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 1.13 W/m <sup>2</sup> = 0.16 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 728 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Comedor 1

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 26.99 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 1.19 W/m <sup>2</sup> = 0.30 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 389 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

## Comedor 2

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 15.75 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.03 W/m <sup>2</sup> = 0.35 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 581 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Edificación 1 - Planta (nivel) 3

**Lista de locales (Evaluación energética)**

Of. 301

$P_{total}$ 32.0 W	$A_{Local}$ 25.23 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 1.27 W/m <sup>2</sup> = 0.20 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 650 lx
-----------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Of. 306

$P_{total}$ 160.0 W	$A_{Local}$ 61.13 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 2.62 W/m <sup>2</sup> = 0.79 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 330 lx
------------------------	-------------------------------------	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
5	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

Pasillos

$P_{total}$ 192.0 W	$A_{Local}$ 340.97 m <sup>2</sup>	Potencia específica de conexión 0.56 W/m <sup>2</sup> = 0.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Local)	$\bar{E}_{perpendicular}$ (Plano útil) 2544 lx
------------------------	--------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
6	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm

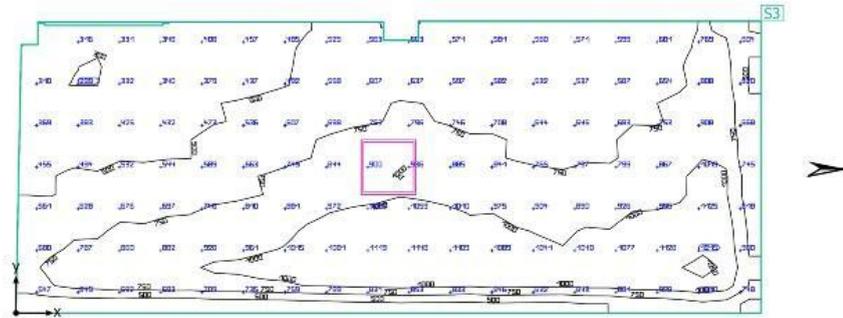
Edificación 1 - Planta (nivel) 3

**Lista de luminarias**

$\Phi_{total}$ 54000 lm	$P_{total}$ 480.0 W	Rendimiento lumínico 112.5 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
15	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 : Planta (nivel) 3 : Biblioteca  
**Resumen**



Base: 28.23 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 3 - Biblioteca

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	3.639 %	-	-	S4
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	728 lx	$\geq 300$ lx	✓	S3
	$g_1$	0.41	-	-	S3
Valores de consumo	Consumo	[44 - 72] kWh/a	máx. 1000 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	1.13 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.16 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

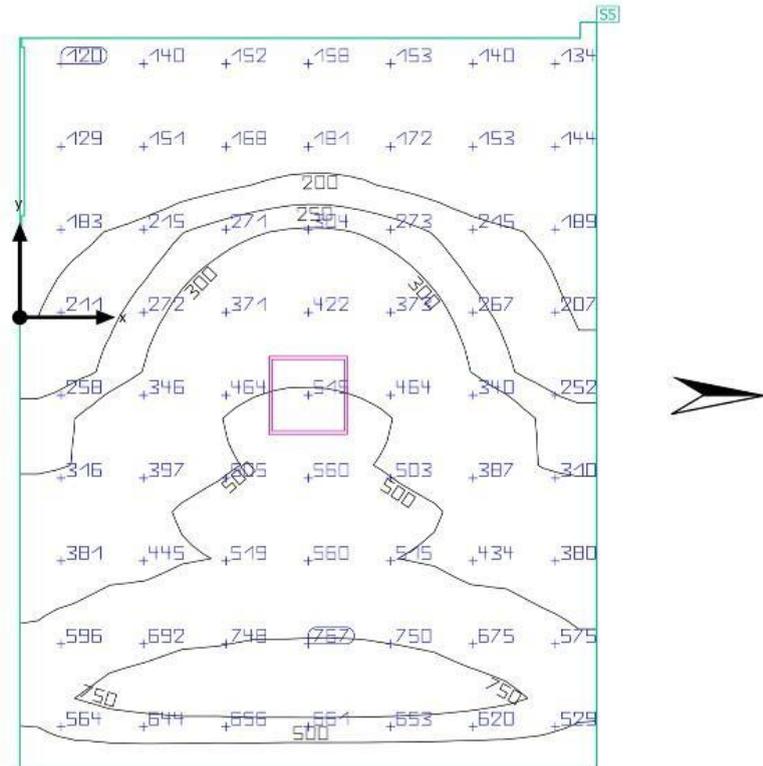
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Biblioteca" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Comedor 1

Resumen



Base: 26.99 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 3 : Comedor 1

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	1.333 %	-	-	S6
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	389 lx	≥ 100 lx	✓	S5
	g <sub>i</sub>	0.30	-	-	S5
Valores de consumo	Consumo	[14 - 23] kWh/a	máx. 950 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	1.19 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.30 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas públicas - Restaurantes y hoteles, Restaurantes, comedores, salas funcionales

Indicaciones para planificación:

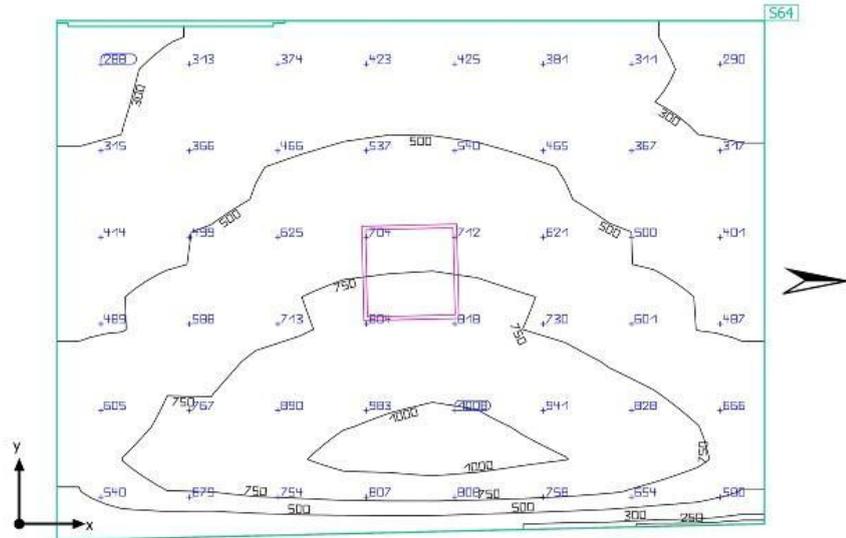
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Comedor 1" son normal.

## Lista de luminarias:

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Comedor 2

Resumen



Base: 15.75 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 3 : Comedor 2

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	1.717 %	-	-	S63
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	581 lx	$\geq 100$ lx	✓	S64
	$g_1$	0.39	-	-	S64
Valores de consumo	Consumo	[14 - 23] kWh/a	máx. 600 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.03 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.35 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Áreas públicas - Restaurantes y hoteles, Restaurantes, comedores, salas funcionales

Indicaciones para planificación:

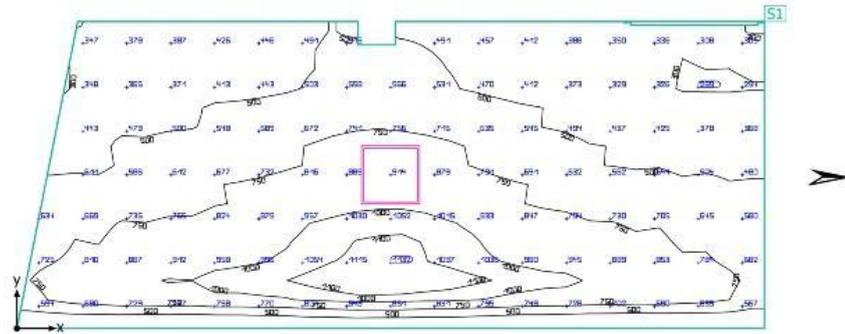
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Comedor 2" son normal.

## Lista de luminarias:

Un.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Of. 301

Resumen



Base: 25.23 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 - Planta (nivel) 3 - Of. 301

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	3.002 %	-	-	S2
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	650 lx	≥ 300 lx	✓	S1
	g <sub>i</sub>	0.41	-	-	S1
Valores de consumo	Consumo	[2 - 3] kWh/a	máx. 900 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	1.27 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.20 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar; copiar; etc.

Indicaciones para planificación:

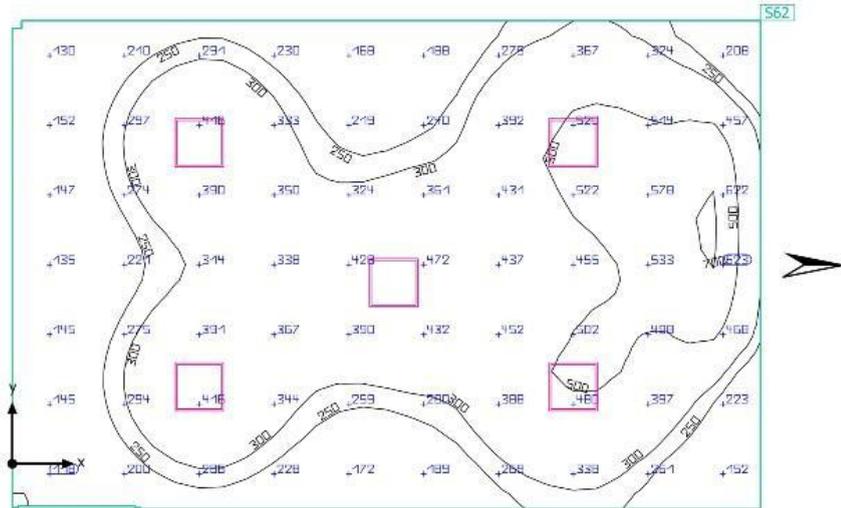
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Of. 301" son limpio.

## Lista de luminarias:

Uní.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
1	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Of. 306

Resumen



Base: 61.13 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 70.0 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 22.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 : Planta (nivel) 3 : Of. 306

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	0.417 %	-	-	S61
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	330 lx	≥ 300 lx	✓	S62
	g <sub>1</sub>	0.30	-	-	S62
Valores de consumo	Consumo	[9 - 15] kWh/a	máx. 2150 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	2.62 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.79 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Oficinas; Archivar, copiar, etc.

Indicaciones para planificación:

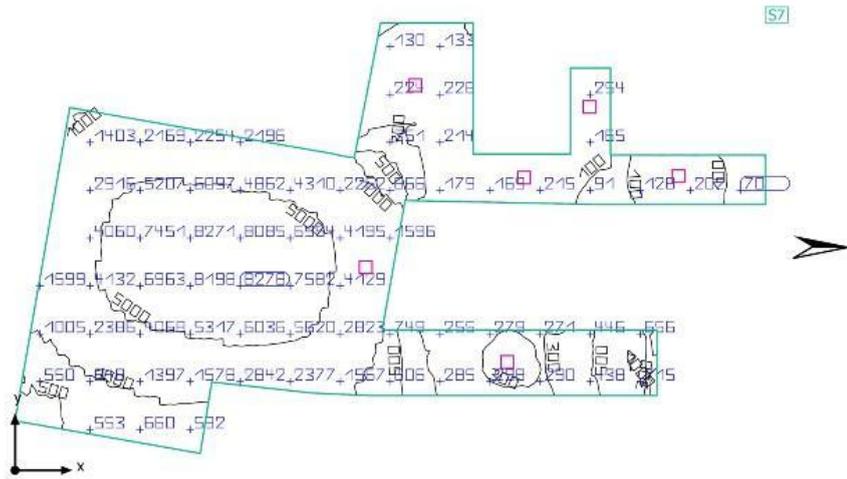
Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica). Las condiciones del entorno para "Of. 306" son limpio.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Pasillos

Resumen



Base: 340.97 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 69.2 %, Paredes: 75.0 %, Suelo: 23.3 % | Factor de degradación: 0.80 (Global) | Altura interior del local: 2.800 m | Altura de montaje: 2.800 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 3 · Pasillos

**Resumen**

## Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Luz diurna	D	21.814 %	-	-	S8
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	2544 lx	$\geq 100$ lx	✓	S7
	$g_l$	0.019	-	-	S7
Valores de consumo	Consumo	[6 - 7] kWh/a	máx. 11950 kWh/a	✓	
Potencia específica de conexión	Local	0.56 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.02 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Zonas de tránsito dentro de edificios, Superficies de tránsito y pasillos

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 21/10/2020 a las 13:00 (Hora est. Pacífico, Sudamérica) Las condiciones del entorno para "Pasillos" son normal.

## Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	LEDVANCE	40580750007 28	LEDVANCE PANEL LED 625 625 33 W 4000 K UGR < 19	32.0 W	3600 lm	112.5 lm/W