

**DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE
ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL
PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA
COMUNIDAD PINDO RUMIYACU**



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE
ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL
PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA
COMUNIDAD PINDO RUMIYACU**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: DARÍO XAVIER GONZÁLEZ SILVA

TUTOR: IVÁN PATRICIO MONTALVO GALÁRRAGA

Quito -Ecuador

2022

Darío Xavier González Silva

DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO RUMIYACU

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2022

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



Darío Xavier González Silva (Y'1996 – M'10). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Técnico Salesiano Fiscomisional Don Bosco de la Kennedy de la ciudad de Quito. Egresado de la carrera de Electricidad de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en el diseño eficiente de alumbrado público. dgonzalezs5@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Iván Patricio Montalvo Galárraga (Y'1987 – M'06). Se graduó en Ingeniería Electrónica en la Universidad San Francisco de Quito y de Master en ciencia en Ingeniería de Distribución de Energía. Área de interés: diseño, sistemas de redes de distribución. Actualmente es miembro del Girei (Grupo de Investigación en Redes Eléctricas Inteligentes - Smart Grid Research Group). imontalvo@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana
QUITO – ECUADOR

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Darío Xavier González Silva con documento de identificación N° 1726838582 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 17 de mayo del año 2022

Atentamente,



Darío Xavier González Silva

1726838582

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Darío Xavier González Silva con documento de identificación No. 1726838582, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño eficiente de un sistema de alumbrado público y ornamental para el parque recreacional en la comunidad Pindo Rumiyaçu”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 17 de mayo del año 2022

Atentamente,



Darío Xavier González Silva

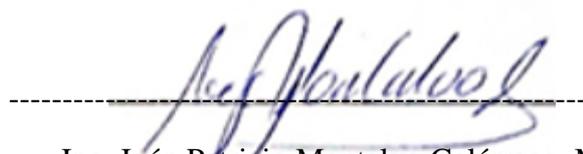
1726838582

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Patricio Montalvo Galárraga con documento de identificación N° 1716480916, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO, realizado por Darío Xavier González Silva con documento de identificación N° 1726838582, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 17 de mayo del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Iván Montalvo Galárraga', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Iván Patricio Montalvo Galárraga, MSc

1716480916

ÍNDICE GENERAL

Glosario	XI
Resumen	I
Abstract.....	II
Introducción.....	1
1 Marco Teórico	8
1.1 Alumbrado Público.....	8
1.2 Sistemas De Iluminación En Alumbrado Público	9
1.2.1 Lámparas De Sodio De Alta Presión	9
1.2.2 Lámparas De Halógeno Metálico	9
1.2.3 Lámparas Led	9
1.3 Niveles De Iluminación	10
1.3.1 Vías Para Automóviles	10
1.3.2 Vías Para Tránsito Peatonal Y Ciclistas	11
1.3.3 Áreas Críticas	12
1.4 Clasificación De Iluminación	12
1.4.1 Lámpara	13
1.4.2 Luminaria.....	13
1.4.3 Equipos Auxiliares	13
1.4.4 Control Manual.....	14
1.4.5 Control Automático	14
1.5 Clasificación De Luminarias	14
1.5.1 Halógena.....	15
1.5.2 No Halógena.....	16

1.5.3 Foto Luminiscente	16
1.5.4 Electroluminiscente	16
2.1 Sistemas De Alumbrado Público	18
2.2 Eficiencia En Alumbrado Publico	18
2.3 Normativa	20
2.3.1 Empresa Eléctrica Quito (Eeq)	21
2.3.2 Instrucción Técnica Complementaria (Itc)	21
2.3.3 Comisión Internacional De Iluminación (Cie)	22
3.1 Diseño Para Alumbrado Público	26
3.1.2 Determinación Del Tipo De Montaje	27
3.1.3 Simulaciones.....	27
Vía Para Peatones	28
Vía Para Ciclistas Y Corredores	30
3.2 Diseño De Alumbrado Ornamental	31
3.2.1 Áreas Verdes.....	32
3.2.3 Alumbrado De Senderos.....	35
4.1 Alumbrado Público.....	38
Vía Para Peatones	45
Vía Para Ciclistas Y Corredores.....	46
4.2 Alumbrdo Ornamental.....	48
Áreas Verdes.....	48
Alumbrado De Senderos.....	50
Referencias	74
Anexos	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alumbrado Público	22
Figura 2. Categorización de iluminación.....	29
Figura 3. Clasificación de luminarias	31
Figura 4. Plano del parque recreacional comunitario	43
Figura 5. Fotometría de la luminaria de vía para peatones.....	45
Figura 6. Simulación vía pública.	46
Figura 7. Fotometría de la luminaria de vía para ciclista y corredores.	47
Figura 8. Simulación vía para ciclistas y deportistas.....	48
Figura 9. Asignación de áreas verdes	49
Figura 10. Fotometría de la luminaria de vía para peatones.....	50
Figura 11. Fotometría de la luminaria de vía para ciclista y corredores	51
Figura 12. Simulación área verde	52
Figura 13. Fotometría de la luminaria para senderos	53
Figura 14. Simulación vía para ciclistas y deportistas.....	54
Figura 15. Alumbrado total Parque recreacional comunitario	57
Figura 16. Plano eléctrico Alumbrado Parque recreacional comunitario.....	58
Figura 17. Plano eléctrico Alumbrado Parque recreacional comunitario.....	59
Figura 18. Plano eléctrico ductos de conexión	59
Figura 19. Diagrama Unifilar	60
Figura 20. Estudio de Carga y Demanda.....	61
Figura 21. Demanda máxima unificada.....	61
Figura 22. Tablero Principal.....	62
Figura 23. Circuito Vía peatones y áreas verdes	62
Figura 24. Simulación vía pública.....	63
Figura 25. Circuito Vía ciclistas y corredores	64
Figura 26. Vía para ciclistas y deportistas.....	64
Figura 27. Circuito Vía peatones y áreas verdes	66
Figura 28. Circuito Vía ciclistas y corredores	66
Figura 29. Áreas verdes	66

Figura 30. Circuito senderos.....	68
Figura 31. Simulación senderos.....	68
Figura 32. Análisis de Precios Unitarios Materiales	69
Figura 33. Análisis de Precios Unitarios	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados Simulación	56
Tabla 2. Luminarias	57
Tabla 3. Luminarias vía publica	63
Tabla 4. Luminarias vía para ciclistas y corredores	65
Tabla 5. Luminarias Área verde	67
Tabla 6. Luminarias senderos	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Clases de iluminación para vías vehiculares.....	79
Anexo 2. Clases de iluminación para vías vehiculares	79
Anexo 3. Valores mínimos de iluminancias promedio	80
Anexo 4. Valores mínimos de iluminancias promedio áreas críticas	80
Anexo 5. Niveles de iluminación para áreas críticas.....	80
Anexo 6. Valores mínimos de iluminancias promedio	80
Anexo 7. Clases de iluminación para vías para tráfico peatonal y ciclistas	81
Anexo 8. Clases de iluminación para áreas críticas de vías vehiculares	81

GLOSARIO

- **Illuminancia:** flujo luminoso por unidad de área. La unidad de medida se llama "lux" [2].
- **Flujo Luminoso:** Se define como la expresión de la cantidad total de luz de una fuente de luz durante un período de tiempo [4].
- **Lámpara:** Son dispositivos que convierten la energía eléctrica en energía luminosa [5].
- **Luminarias:** Son dispositivos eléctricos que se utilizan para distribuir o filtrar la luz emitida por la lámpara [6].
- **Foto Luminiscente:** Distribución de la iluminación en un espacio determinado La luz que emite un material cuando se aplica un voltaje [10].
- **Electroluminiscente:** Característica de ciertos elementos que emiten radiación luminosa (fotones) después de ser estimulados por una fuente externa [11].
- **ARC:** Agencia de Regulación y Control de Energía y Recurso Naturales No Renovables.
- **ITC:** Instrucción Técnica Complementaria.
- **CIE:** Comisión Internacional de la Iluminación en francés (Commission internationale de l'éclairage).
- **Foto Luminiscente:** Distribución de la iluminación en un espacio determinado La luz que emite un material cuando se aplica un voltaje [10].
- **Electroluminiscente:** Característica de ciertos elementos que emiten radiación luminosa (fotones) después de ser estimulados por una fuente externa [11].

RESUMEN

En el presente Proyecto técnico se desarrolló el diseño eficiente de alumbrado público y ornamental para el parque recreacional en la comunidad Pindo Rumiyacu de la parroquia Dayuma, se trabajó bajo normativas internacionales y locales. Para el diseño de alumbrado público y ornamental se utilizarán las normas CIE-115 y las normas especificadas en ITC, ya que son normas que cumplen con los parámetros necesarios para este tipo de proyectos. El diseño se lo realizará cumpliendo los estándares establecidos en la ordenanza del ARCONEL-007.

El parque comunitario al cual se va a realizar el diseño de alumbrado público y ornamental actualmente está en proceso de construcción. Se plantea un diseño que sea eficiente con la implementación de nuevas tecnologías utilizando luminarias tipo LED que tienen un mejor rendimiento comparadas con tecnologías obsoletas como son las luminarias de vapor de sodio y de mercurio. Se pretende la implementación de luminarias cumpliendo con la normativa de la compañía distribuidora de electricidad local. Se hizo énfasis en el alumbrado público para que sea atractivo a la vista del transeúnte. Para este proyecto se ejecutó la visita técnica con la finalidad de realizar un levantamiento de información para posteriormente proceder a la simulación de los escenarios proyectados.

Palabras clave: Normas CIE-115, Normas especificadas en ITC, ARCONEL-007, Alumbrado público y ornamental, Luminarias tipo LED, Compañía distribuidora de electricidad.

ABSTRACT

In this technical project, the efficient design of public and ornamental lighting was developed for the recreational park in the Pindo Rumiya community of Dayuma parish; it will be worked under international and local regulations. For the design of public and ornamental lighting, the ICD-115 standards and the standards specified in ITC will be used, since they are standards that fulfill the necessary parameters for this kind of project. The design will be carried out in compliance with the standards established in the ordinance of ARCONEL-007.

The community park to which the design of public and ornamental lighting will be carried out is currently under construction. An efficient design is proposed with the implementation of new technologies using LED type luminaires that have a better performance compared to obsolete technologies, such as sodium vapor and mercury luminaires. The implementation of luminaires is intended in compliance with the regulations of the local electricity distribution company. The project placed on special emphasis on street lighting to make it attractive to the view of the passerby. For this project, the technical visit was carried out in order to create an information survey for to then proceed to the simulation of the projected scenarios.

Key words: ICD-115 standards, Standards specified in ITC, ARCONEL-007, Public and ornamental lighting, LED type luminaires, Electricity distribution company.

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) se dividen en grupos Generación, Transmisión, Distribución y Usuario final. Dentro de la Distribución se encuentran los sistemas de alumbrado público donde su objetivo primordial es proporcionar una iluminación eficiente para el desarrollo de actividades nocturnas de las personas. Al permanecer encendidos en periodos de larga duración generalmente en la noche su consumo es elevado, la implementación de sistemas de alumbrado público, reducen los índices de delincuencia en lugares públicos. El alumbrado público es una característica importante en las ciudades ya que permiten el desarrollo de actividades nocturnas en vías, parques y centros urbanos haciendo de estas que sean más seguras para el usuario [1].

La iluminación esta enlazada directamente al diseño, los diferentes tipos de iluminación, el flujo luminoso de las luminarias y todo lo que conlleva a sus características técnicas relacionadas. Al estar directamente relacionado con la calzada y espacios de uso público que tiene un elevado consumo energético. Debe obtener un importante ahorro al incorporar equipos de luz que son eficientes y económicos [2].

La contaminación visual y lumínica puede llegar a ser un factor que cause problemas, esto se puede resolver mediante técnicas aplicadas a la ingeniería. La contaminación lumínica se da por un excedente en la iluminación eléctrica esto es un desperdicio con afecciones al medio ambiente [3]. La mala iluminación se da por una planificación errónea y mal diseñada la correcta iluminación es hacia los lugares, objetos y calzada estos deben iluminarse correctamente evitando direccionar la luz al cielo donde existe un desperdicio de iluminación y una contaminación lumínica visual [4].

La iluminación en la actualidad ha ido desarrollando nuevas tendencias para obtener un contraste óptimo con el fin de brindar un beneficio a los usuarios para que al observar de manera prolongada no exista un cansancio visual [5]. Con el avance de la tecnología el alumbrado público ha ido evolucionando desde los primeros métodos de iluminación que eran lámparas de aceite y gas hasta la actualidad que se ha cambia

do el uso de luminarias de sodio por luminarias tipo LED, las nuevas tecnologías que son amigables con el medio ambiente y ofrecen una iluminación agradable para el usuario [6].

El alumbrado público está orientado en satisfacer y mejorar la visibilidad de espacio en horarios nocturnos, generando una sensación de confort y seguridad para los habitantes y así hacer del lugar más llamativo y atractivo [5]. Es por eso que en cada diseño que se propone se debe tener en cuenta el consumo de energía que va a tener el sistema. Debido a esto los proyectos nuevos optan por utilizar lámparas LED y dejar atrás las lámparas de vapor de sodio y mercurio. Existe excepciones en las cuales todavía se siguen usando lámparas de sodio que son convencionales en el alumbrado público ya que abarcan grandes áreas de iluminación con luz amarilla que es su característica [7].

A medida que la tecnología de la iluminación avanza, la tecnología LED está ganando espacios dentro del alumbrado público por ser una tecnología con mayor eficiencia con un bajo consumo de energía, ofreciendo un nivel de iluminación mayor [8]. Es por eso que este tipo de luminarias son consideradas de mejor uso para los usuarios. Cuenta con una extensa variedad de colores, por lo que su uso puede llegar a ser en cualquier lugar ya que resalta la belleza arquitectónica de los lugares donde se encuentran instaladas generando un aspecto llamativo para los usuarios [9].

En la realización de obras de alumbrado público se debe dar prioridad al consumo de energía eléctrica al realizar el diseño de alumbrado público se busca conseguir que el costo de energía eléctrica sea menor, consiguiendo un beneficio para el usuario. Es por esta razón que los trabajos futuros dentro del campo de iluminación se los proyecta con tecnología LED ya que generan un ahorro considerable dentro del consumo de energía llegando a obtener un 57,77%. Cumplen con las mismas funciones que las luminarias convencionales. Presentan un inconveniente ya que su costo suele ser elevado, es por eso que se las encuentra solo en proyectos de alumbrado ornamental en parques, plazuelas, bulevares, monumentos, etc. La iluminación de vías de tránsito alto no son tomadas en cuenta por su elevado precio [10], [11].

En Ecuador los sistemas de alumbrado público tanto ubicados en el área urbana y en el área rural tenían sistemas de alumbrado deficientes y obsoletos, ya que eran tecnologías que cumplían con las exigencias de las normativas aplicadas a la época, pero su consumo era muy elevado,

presentaban pérdidas energéticas. En los últimos años el Ministerio de Energía, Recursos Naturales No Renovables perteneciente a Ecuador, se actualizó las normativas llegando a mejorar las gestiones de las empresas distribuidoras y obligándoles a cumplir con los parámetros necesarios para que exista una correcta iluminación que sea eficiente y que no tenga consumos de energía elevados [12], [13].

Para trabajos de alumbrado público y ornamental se debe tener un criterio de diseño para evitar copar de luminarias edificios, plazas, monumentos y áreas verdes. El impacto que pueden llegar a generar ya que afectaría a la perspectiva que se da en el impacto sobre las personas que utilizan dichas instalaciones. Como ya se había mencionado el ahorro de energía eléctrica que presentan dichos proyectos es fundamental ya que el consumo de energía eléctrica de edificios, parques y zonas urbanas y residenciales es en ocasiones elevado [1], [14].

Por ello, es necesario implementar nuevas tecnologías que reduzcan el consumo energético, como la iluminación LED, que consume de un 30% a un 57.77% menos de energía que la iluminación tradicional, lo que aporta ahorros a las personas, y el uso se refleja en la factura de la luz. También se discuten los sistemas de control de iluminación inteligente aplicados a AP y sistemas de molduras, estos sistemas tienen muchas ventajas, entre las que se encuentran un mayor confort visual para los ocupantes, un menor empuje de energía eléctrica en los edificios y una reducción de la contaminación por emisiones [2], [15].

Con los distintos estudios de alumbrado público y ornamental, el presente proyecto sugiere la implementación del sistema de alumbrado público y ornamental del parque recreacional comunitario. Generando un lugar agradable con una estética que resalte las instalaciones del parque, evitando que exista contaminación lumínica que afecte a la flora y a la fauna del lugar, con esto lo que se pretende es evitar por completo un desperdicio de energía eléctrica [16]. Con el diseño se pretende que las personas que van hacer uso del parque recreacional comunitario aprovechen al máximo los recursos de iluminación y construcción disponibles [17].

Para el alumbrado público y ornamental se usa una guía de trabajos relacionados, para obtener un criterio de diseño que cumpla con las normativas establecidas y que su implementación llegue a

brindar una correcta iluminación. El criterio de iluminación y color presentado dentro de los trabajos de Caminos[18] expone los diferentes escenarios en donde se puede proceder a implementar un diseño de alumbrado público. Los trabajos de Carli[19] propone una herramienta para toma de decisiones que sirve para modernizar sistemas de alumbrado público. Ambos estudios proponen una correcta iluminación enfocada técnicas que sean óptimas para reducir el consumo energético. Generando que el uso de estos sistemas sea agradable para la vista, siendo sistemas eficientes que no afecten al medio ambiente, reduciendo la contaminación visual y lumínica.

Dentro de los trabajos de Djuretic[20], Anthopoulou[6], Beccali[21] proponen generar un ahorro de energía con el cambio de tecnología, mediante el uso de lámparas LED en el alumbrado público. Llegando a reducir el consumo de energía en un 60%, y llegando a tener un flujo luminoso menor. Los estudios realizados por los autores coinciden que la iluminación con tecnología LED reduce significativamente el consumo de energía al sustituir sistemas anticuados de lámparas de vapor de sodio, llegando a tener sistemas eficientes para alumbrado público. El costo del alumbrado público es compensado al tener una reducción significativa de contaminación lumínica y consumo de energía. Los sistemas de alumbrado público y ornamental son necesarios para resaltar el paisaje nocturno de ciudades, monumentos, plazas, parques, etc. brindando seguridad para peatones y vehículos.

Dentro de la investigación de alumbrado público, establecen que existe un impacto sobre el usuario ya que al implementar nuevas tecnologías estas pueden llegar a causar un asombro y una molestia en el usuario, hasta que el ojo humano se adapte a los nuevos niveles de iluminación. Los colores que ofrecen las lámparas LED son variables esto depende hacia donde este enfocada su uso la aceptación del usuario puede variar de persona a persona. Como menciona Markvica[22] existe un riesgo en trabajos de remodelación cuando se realiza un cambio de un tipo de luminaria a la que el usuario está acostumbrado, ya que el ser humano por naturaleza tiende a adaptarse a su entorno y cuando existe un cambio de estilo puede llegar a ser molesto debido a que lleva tiempo adaptarse a un nuevo entorno.

El proyecto al tratarse del sistema de iluminación del parque recreacional para la comunidad Pindo Rumiayacu es esencial que exista una correcta iluminación para que así se asegure el alumbrado de

todos los espacios del parque, generando un nivel de seguridad en los usuarios. Para que su estadía en el parque sea agradable.

Como parque comunitario, los espacios verdes, los espacios recreativos y los senderos que forman parte de la infraestructura deben estar debidamente iluminados de acuerdo a diversas normativas para asegurar la calidad de la instalación de iluminación, pues para observar a los seres humanos se necesita un correcto nivel de iluminación. y esto conduce a la conclusión que la luz podría estimarse de acuerdo con las condiciones de observación que pudiera proporcionar.

El proyecto está dividido en 4 capítulos. Dentro del primer capítulo se presentan sistemas de Alumbrado público y ornamental, detallados en un marco teórico donde se explica la clasificación que tiene el alumbrado público, la clasificación que tiene los sistemas de iluminación, los niveles de iluminación, la clasificación que tiene la iluminación, la clasificación de las distintas luminarias para entender en contexto de que se trata el proyecto. El capítulo dos contempla un análisis detallado de los parámetros a tener en cuenta para el diseño del proyecto, explicando lo que se va a tratar y las normativas que se van a usar para el desarrollo del proyecto. El capítulo tres es la explicación del criterio de diseño considerados para el desarrollo del proyecto. Se realizan las simulaciones respectivas en la herramienta digital para obtener los resultados deseados para el sistema de alumbrado público y ornamental, se obtienen los parámetros de iluminación, intensidad lumínica, flujo luminoso. Con la ejecución del proyecto se procede al análisis de resultados para establecer los parámetros adecuados establecidos en las normativas para alumbrado público y ornamental. El capítulo cuatro es una recopilación de resultados y se procede a verificar que cumplan con lo establecido mediante la utilización del software DIALux Evo, para proceder a realizar la memoria técnica descriptiva del proyecto. La utilidad de esta herramienta digital nos permite obtener una perspectiva del proyecto en la vida real.



Figura 1. Alumbrado Público 1

La figura 1 es la representación visual de un sistema de alumbrado público ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad, cumpliendo con la normativa y brindando el servicio para el cual es diseñado.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

1 MARCO TEÓRICO

1.1 ALUMBRADO PÚBLICO

En [38] se expone que el servicio de alumbrado público se realiza para iluminar vías con acceso, para las calles, mercados, estacionamientos, caminos, carreteras, puentes, pasajes subterráneos, pasos de cebra, aceras y cruces. El alumbrado público representa criterios en calidad para la civilización moderna. Tiene la función tanto de garantizar una circulación y orientación seguras de los peatones y de los vehículos durante la noche, como de crear un ambiente adecuado en las horas sin luz natural. La consecución de la iluminación adecuada determina especialmente un acortamiento de los gastos indirectos, la reducción de los accidentes y el riesgo de sufrir accidentes nocturnos, la reducción del número de agresiones, la mejora del clima social y cultural al incrementar la seguridad de las actividades nocturnas.

El sistema de alumbrado público constituye un problema dentro de los ayuntamientos que debe seguir la aplicación de soluciones modernas, de variantes de esquemas y equipamientos con la finalidad de perfeccionar la calidad de la iluminación mediante la adquisición de altos parámetros técnicos de iluminación y el aumento de la eficiencia energética mediante la disminución del consumo energético. El presupuesto de una administración local va desde el 15, 20% hasta un 50% para los costos de energía, y aquí nos referimos no solo al costo del consumo energético, sino también a la implementación y mantenimiento de la iluminación [38]. Por tanto, para el caso concreto de los municipios o administraciones rurales, no se trata solo del problema de la disminución del consumo energético de los sistemas de iluminación, sino principalmente de la adopción de soluciones eficientes que puedan lograr una iluminación económica, en condiciones de confort aceptables desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo. Siguiendo este juicio, si bien no se deben descuidar las características energéticas (eficiencia, eficacia energética), es necesario tener en cuenta al mismo tiempo otros criterios para la evaluación del alumbrado público.

Con la finalidad de reducir el consumo de electricidad referente al alumbrado público se recomiendan seguir los siguientes puntos:

1. Reducción del nivel de luminancia (oscurecimiento) en la duración de las horas con tráfico reducido, mediante la disminución de la tensión de alimentación de las lámparas. Esta medida adoptada permite una disminución en el consumo de energía eléctrica.
2. Clasificación de calles que cumpla con los estándares internacionales y el establecimiento de los parámetros técnicos de luz basados en esta clasificación; utilización de lámparas de alto rendimiento y aparatos de iluminación.
3. Propuestas para adoptar un precio especial para la energía eléctrica destinada al alumbrado público, debido al consumo en duración de la noche (vacío en curva de tarea del proveedor de energía eléctrica).

En este contexto, el alumbrado público tiene el objetivo de lograr el menor consumo de energía, tener una optimización sofisticada del sistema de iluminación para introducir tecnologías verdes o utilizar sistemas de control. Además de garantizar que exista una seguridad para la propiedad, el transporte y las personas. El alumbrado público también es una infraestructura técnica bastante compleja, extensa y costosa, que incluye no solo luminarias, sino también estructuras de soporte (postes, brazos, etc.), líneas eléctricas, cuadros de distribución y sistemas de puesta a tierra. La calidad del alumbrado público está relacionada no solo con la calidad de los elementos físicos y del entorno lumínico así creado, sino también con las actividades (diseño, realización, mantenimiento, funcionamiento, etc.) y con los individuos que están en consideración en la forma del alumbrado público [39].

El alumbrado público se ha desarrollado constantemente desde el punto de vista técnico, se sigue ampliando según la ampliación de un determinado municipio. Para preservar la calidad del alumbrado público, se debe realizar un mantenimiento. Además, dado que algunas partes del alumbrado público tienen una vida útil limitada, se requieren reconstrucciones regulares de ciertas partes. Es un proceso continuo a largo plazo que involucra a muchas personas y organizaciones. Si, en este proceso, se requiere alcanzar un nivel de calidad estable y prevenir la situación, en la que el alumbrado público se convertirá en un conjunto de elementos no homogéneos, el tema del alumbrado público debe resolverse de manera integral, creando cierto orden y reglas. Sin un enfoque conceptual, es muy difícil encontrar una solución en la que el alumbrado público cumpla

su función principal y, al mismo tiempo, sea energéticamente eficiente, cree un ambiente agradable, no perturbe su entorno y mantenga la calidad, que corresponde a las inversiones. y costos operativos [40].

1.2 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EN ALUMBRADO PÚBLICO

En [40] otorga una definición macro de sistemas iluminación en alumbrado público que se tienen en el mercado. Las dos primeras se consideran lámparas de descarga (producen luz por descarga eléctrica a través de un gas o vapor).

1.2.1 Lámparas de sodio de alta presión

Se caracterizan por tener el mercurio como el elemento primordial, además del sodio. Este cambio permite la emisión de energía electromagnética en el rango de 380 a 780nm directamente (rango de espectro de luz visible), sin necesidad de elementos convertidores de luz ultravioleta. Como ventajas, la eficiencia de las lámparas de vapor de sodio es mayor comparadas con las de vapor de mercurio alcanzando, dependiendo de la potencia de la lámpara, eficiencias de 70 a 150 lm / W. Un factor que incentiva la utilidad de las lámparas de vapor de sodio está sobre la esperanza de vida y pueden llegar a las 32.000 h, permitiendo sistemas aún más eficientes y menos costosos si analizamos el mantenimiento del sistema.

1.2.2 Lámparas de halógeno metálico

Además de las lámparas de vapor de sodio, estas lámparas tienen en el interior de la manguera metálica una elaborada mezcla de metales nobles vaporizados que brindan una luz más confortable, con una temperatura de color más alta (tono blanco) y una reproducción de color mucho mayor (permitiendo mejor visualización de colores). Desarrollado inicialmente para tener un tubo de descarga de cristal de cuarzo, actualmente se utiliza poli cristalino sintético en la manguera de desagüe. Este material es menos corrosivo para los metales presentes en el interior de la lámpara, brindando mejores condiciones para el funcionamiento. Actualmente estas lámparas metálicas son muy utilizadas en iluminación comercial (centros comerciales, plazas, jardines, etc.).

1.2.3 Lámparas Led

La lámpara LED tuvo su primer uso en dispositivos electrónicos, como una baliza, que no presenta suficiente flujo luminoso para ser utilizada como fuente de luz para iluminar ambientes. En [41] se expone que fue desarrollado en 1907 por la investigación de Henry Joseph Round, que, al realizar experimentos en el área de radio, descubrió el efecto de la electroluminiscencia en los diodos. De esta manera se continuó desarrollando su descubrimiento y publicando hasta 1930, pero

la industria de la iluminación en esta época no estaba interesada por su descubrimiento. En 1962, el investigador Nick Holonyak Jr. había creado el primer indicador de luz roja con 10 micro candelas, quien llegó a afirmar en el número de febrero de 1963 de Reader's Digest que la luz incandescente estaba condenada al fracaso.

Otros expertos consiguieron incrementar su eficacia y, en 1971, aparecieron en el mercado las primeras tonalidades de verde, amarillo y naranja. En 1993, surgió el primer LED azul comercialmente competitivo. El LED tiene unas dimensiones muy reducidas y un haz directo que puede considerarse como una fuente de luz puntual, lo que le confiere una gran versatilidad y facilidad para apuntar su linterna. Esta característica proporciona al LED altos rendimientos en comparación con los dispositivos de iluminación para lámparas de descarga, que además de su tamaño relativamente grande, forman parte de su pérdida por absorción emitida en reflectores y lentes y la propia lámpara, que actúa como barrera para golpeado por reflector de luz [38].

1.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN

En [40] se menciona diversos niveles de iluminación para diferentes lugares públicos, entre estos están las vías vehiculares, vías para tráfico peatonal y ciclistas, y áreas críticas.

1.3.1 Vías para automóviles

Las carreteras se dividen en grupos clasificados de M1 a M5, siendo la primera los requisitos máximos y la segunda los requisitos mínimos de iluminación. Esta división se desarrolla dependiendo de la funcionalidad de la vía, el movimiento de vehículos, el espacio entre las vías y los procedimientos de vigilancia de tránsito como presencia de semáforos. Para escoger la categorización de la vía o carreteras ideal, todos los usuarios de la vía deben ser tomados en consideración (automovilistas, ciclistas y peatones) [39].

Los criterios para tomar en consideración en la categorización de iluminación están relacionados a las particularidades de las carreteras, siendo las primordiales la velocidad de movimiento y la cantidad de automóviles, apreciar la tabla 1 del anexo.

Al hablar de la dificultad de la ruta, se refiere no solo a la infraestructura de la ruta, sino también a la infraestructura del entorno, flujo vehicular y tránsito comúnmente, las características de los automóviles que la transitan (camión, pesado, liviano, etc.), topología de la carretera (número de carriles, su espaciamiento, la presencia de espaciadores y su tamaño), la inclinación de la carretera,

las señales, las señales informativas, la presencia de baches, las intersecciones de las carreteras y sus propias necesidades (deben calcularse independientemente) .

La vigilancia del tránsito es otro factor relevante al momento de clasificar la carretera; esto menciona la existencia de reguladores de velocidad, semáforos, reductores de velocidad, marcas viales, etc. De acuerdo con las variables de control de circulación del vehículo se otorga los requisitos de iluminación que se aprecian en la tabla 2 del anexo.

Según la tabla 2 del anexo, todas las vías que se administren de manera similar deberán seguir características luminotécnicas similares igualmente. En este contexto, los requisitos fotométricos para vías vehiculares se exponen en la tabla 3 del anexo.

En la tabla 3 del anexo se expone los requisitos mínimos de iluminación mantenidos para cada clasificación vial, aquí debe tomar en consideración el factor de mantenimiento por lo menos dos años después de la construcción de la red. Los diseños de iluminación se deben ajustar según la tabla 1 del anexo.

La aplicación de la información otorgada en la Tabla 3 del anexo queda a criterio del diseñador según los requerimientos del cliente, si no se tiene la certeza de la aplicación de este parámetro, lo más factible será basarse en la luminancia, tomando en consideración el espacio

1.3.2 Vías para tránsito peatonal y ciclistas

Estas vías deben tener niveles de iluminación correctos donde se puede distinguir los elementos presentes en el paso. El rango de uniformidad de estas vías debe ser mayor que las carreteras debido a cuestiones de vandalismo. Al igual que en las carreteras, los caminos peatonales se clasifican en una escala del 1 al 7 según sus necesidades de iluminación, apreciar la tabla 4 del anexo.

Cabe señalar que la clasificación anterior se aplica a los caminos transeúntes contiguo a las vías vehiculares; Esta categorización está ligada a la categorización del propio camino, por lo que para un camino M1 la clasificación de la vía para transeúntes será P1 y no otra condición como hacen algunos diseñadores y auditores.

En la tabla 4 del anexo se aprecia los niveles de iluminación, estos se aplican a los caminos peatonales vinculados a la vía pública pero no a las plazas o senderos y espacios distintos a las carreteras, solo se deben cumplir los valores de iluminancia media y mínima, sin depender de la

uniformidad, a diferencia de lo que algunos auditores sugieren en algunas circunstancias. solo se debe cumplir con un valor de iluminancia promedio y mínimo, sin depender de la uniformidad, a diferencia de lo que algunos auditores sugieren en algunas circunstancias. [24].

1.3.3 Áreas críticas

Estas áreas son todos aquellos lugares que requieren niveles de iluminación especial, por ejemplo, áreas verdes, parques en unidades residenciales. La división de territorio la otorga el director del proyecto. Así, en la tabla 5 del anexo se definen los parámetros de iluminación.

Cuanto las vías vehiculares están relacionadas con las áreas críticas, se deberá diseñar con base en la tabla 6 del anexo.

Es necesario aclarar que los valores mencionados en la tabla 5 del anexo se calculan para condiciones de funcionamiento estable, en caso de existir alguna eventualidad se deberá considerar el hecho de mantenimiento [24].

1.4 CLASIFICACIÓN DE ILUMINACIÓN

Los aparatos de iluminación se diferencian por construcción, funcionalidad y características como: consumo de energía eléctrica, flujo luminoso, eficacia luminosa, duración del tiempo de vida, depreciación del flujo luminoso, propiedades calorimétricas, características de atenuación, tiempo de conmutación y otros. De esta manera en [32], se menciona que la clasificación de la iluminación está demostrada en la figura 2

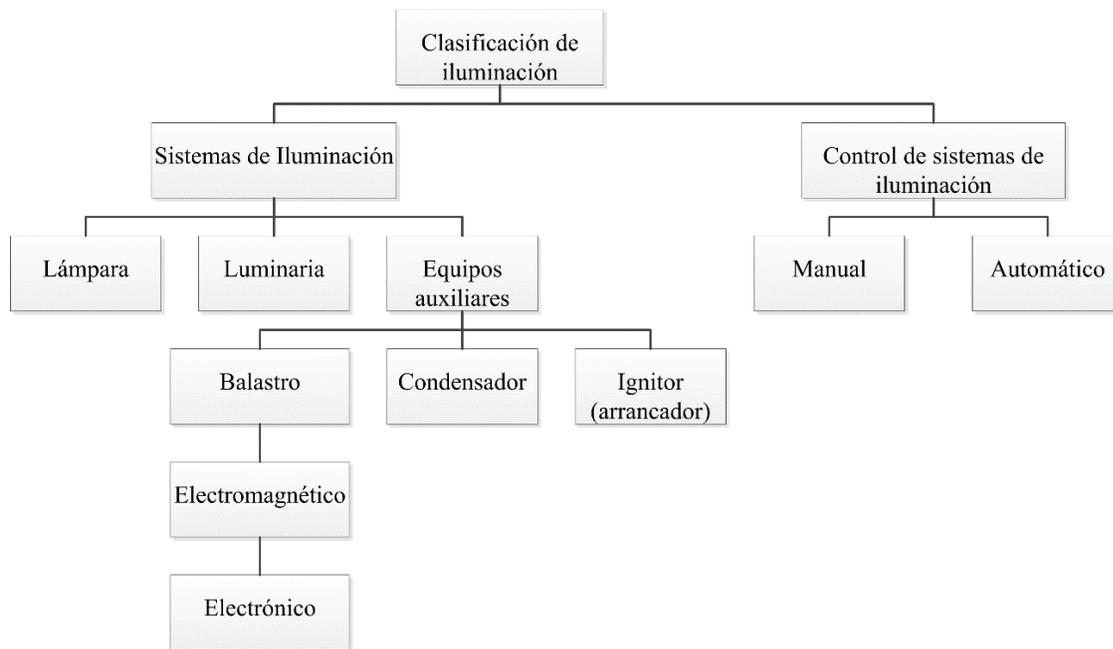


Figura 2. Categorización de iluminación2

A continuación, se detallan los sistemas de iluminación.

1.4.1 Lámpara

Estas funcionan de forma similar a los tubos fluorescentes lineales. Se conforman de 2, 4 o 6 pequeños tubos fluorescentes, estos pueden ser integrados o no. Las lámparas integradas poseen una base común adjunta al balasto, mientras que las no integradas se conectan a una luminaria que incluye el balasto.

1.4.2 Luminaria

El objetivo primordial de las luminarias es distribuir, difundir y dirigir la luz emitida por las lámparas sobre una superficie específica. La eficiencia de una luminaria se evalúa por la relación de la salida de luz de la luminaria respecto al salida de luz de las lámparas y se expresa como un porcentaje. Los valores de este porcentaje que son mayores al 50% por lo general se clasifican como eficiente, pero la eficiencia también es un factor que depende de la iluminación necesaria [33].

1.4.3 Equipos auxiliares

Balasto: Son primordiales en todas las lámparas de descarga para otorgar el encendido y funcionamiento, y también influyen en la eficacia de la propia lámpara. Existen 2 categorías de balastos: Electromagnético y electrónico.

Ignitor (arrancador): Se emplean en varias lámparas fluorescentes. Al momento de aplicar voltaje a la lámpara fluorescente, el arrancador permite que la corriente fluya a través de los filamentos en los extremos del tubo. La corriente hace que los contactos del arrancador se calienten y se abran, de esta manera se interrumpe el flujo de corriente, y así la lámpara se enciende.

Condensadores: El balasto ocasiona una potencia reactiva, que es cobrada por la empresa eléctrica, así esto se convierte en un tema de real importancia para los usuarios. El condensador logra solventar esta generación de potencia reactiva mediante la rectificación del factor de potencia.

El ajuste de la iluminación en respuesta a las necesidades de los usuarios, puede ser manual o automática.

1.4.4 Control manual

Este tipo de control es propenso a grandes desperdicios de energía debido a la falta de oportunidad de la operación de encendido y apagado de la iluminación, así como su atenuación. Según [34] se puede clasificar en:

- Interruptor de encendido/apagado: Por acción manual directa, en tiempo real.
- Temporizador de desconexión: Desconecta y conecta el sistema de iluminación tras una previa configuración del temporizador.
- Regulador (dimmer): Adapta los perfiles de potencia y la salida de luz gradualmente a lo largo de un intervalo determinado.

1.4.5 Control automático

Controlan la iluminación con soporte en la tecnología. Los sistemas cambian automáticamente según los cambios en la ocupación o en la luz natural. La conmutación también puede ser aceptable cuando los ocupantes son transitorios o para la realización de tareas exigentes. Los sistemas de conmutación son en varias ocasiones apropiados para atrios, pasillos, entradas, almacenes y centros de tránsito, sobre todo cuando existe demasiada luz natural, este tipo de control representa un ahorro energético considerable. El sistema de control automático tiene los componentes de control, sensor y actuador [35].

1.5 CLASIFICACIÓN DE LUMINARIAS

La fuente de luz, llamada luminaria, tiene la función de emitir luz al espacio o parte de él. La calidad de la iluminación varía en función de la calidad emitida por el artefacto de luz. Las luminarias son fundamentales para la seguridad de los vehículos durante la noche, permitiendo

una correcta señalización durante el día. En la Figura 3, se aprecia la clasificación de las luminarias:

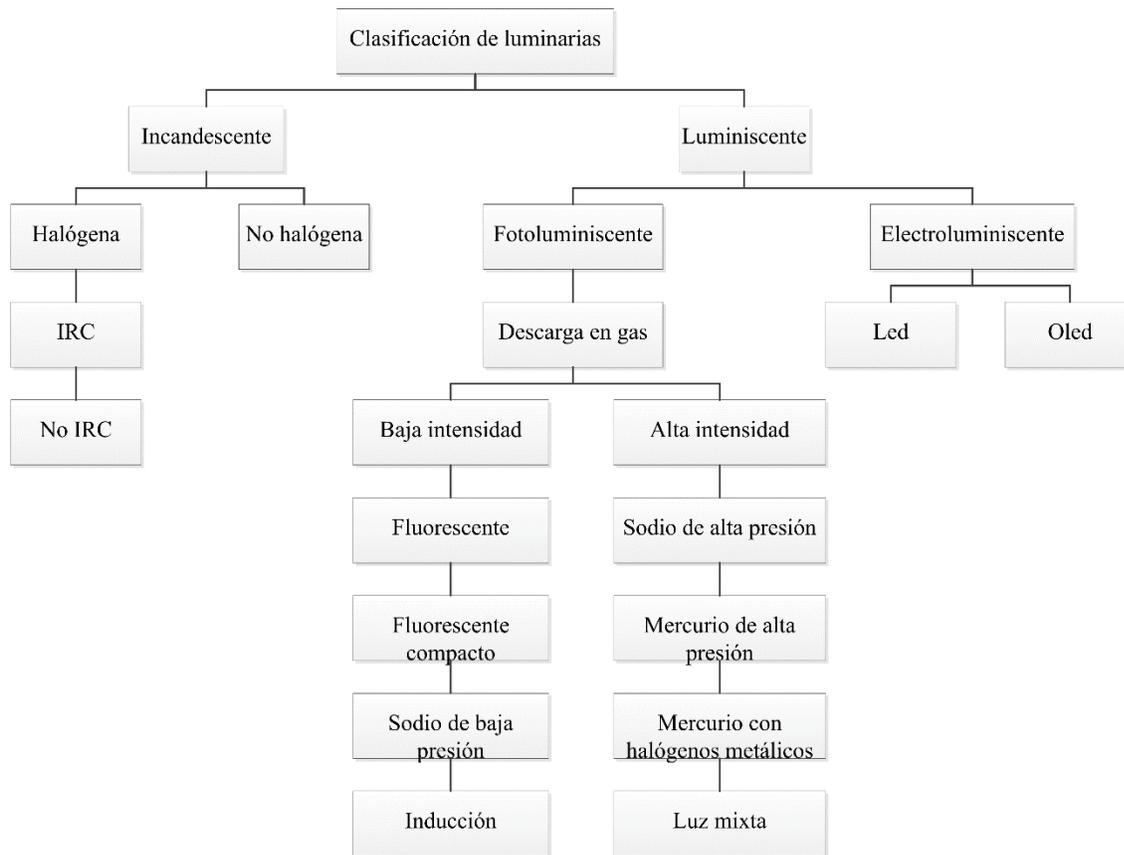


Figura 3. Clasificación de luminarias

A continuación, se detalla la clasificación de las lámparas incandescentes.

1.5.1 Halógena

En [36] Se supone que es una bombilla incandescente con una bombilla de cuarzo y un cargador de gas halógeno. El halógeno se combina con el tungsteno que se evapora del filamento caliente para formar un compuesto que es atraído por el filamento, extendiendo así la vida del filamento. También se evita que el tungsteno evaporado se condense en la bombilla y la oscurezca, un efecto que reduce la salida de luz de las lámparas incandescentes ordinarias. Utilizadas por primera vez a finales de la década de 1960 en la producción de películas cinematográficas, las lámparas halógenas ahora también se utilizan en faros de automóviles y fotografía subacuática, se ha dejado de lado la iluminación residencial.

1.5.2 No halógena

Son conocidas también como lámparas de servicio de iluminación general, poseen el filamento de tungsteno, es la tecnología de iluminación tradicional que todavía domina el comercio a nivel mundial en un gran número de países. En [30] se menciona que, en 2010, alrededor del 52% de las ventas de lámparas en Estados Unidos eran de este tipo. No obstante, si se comparan con las tecnologías de iluminación modernas estas resultan ser ineficientes.

A continuación, se detalla la clasificación de las lámparas luminiscentes

1.5.3 Foto luminiscente

En [37], se menciona que la iluminación de salida fotoluminiscente se ha utilizado durante años en planos, trenes y barcos para ayudar en las evacuaciones, especialmente cuando hay un corte de energía. Hoy en día, las instalaciones están adoptando más ampliamente la iluminación de salida fotoluminiscente para ayudar a guiar a los ocupantes en emergencias cuando hay poca o ninguna luz. La iluminación de salida fotoluminiscente generalmente se ilumina en la oscuridad para definir un espacio o camino para que los ocupantes puedan orientarse e identificar una ruta segura que evite todos los obstáculos. Los componentes no requieren electricidad ya que absorben energía de la luz ambiental y la vuelven a emitir cuando la luz está apagada.

El rendimiento de un componente fotoluminiscente se mide principalmente por el brillo y la cantidad de tiempo que produce luz. El rendimiento en una aplicación depende de varios factores, incluida la concentración de pigmento, la intensidad de la luz utilizada para cargar el pigmento, cuánto tiempo se carga el pigmento y el tipo de luz utilizada para cargar el pigmento. La mayoría de los pigmentos, que están completamente cargados, producen luz durante al menos ocho horas, y el nivel de luz disminuye lentamente. Los letreros y marcadores fotoluminiscente funcionan de forma totalmente automática y requieren poco mantenimiento.

1.5.4 Electroluminiscente

En [38] se menciona que son luminarias que utilizan electroluminiscencia para producir iluminación. Estos dispositivos emiten luz cuando una corriente pasa a través de una fina capa de fósforo o semiconductor, o se aplica un fuerte campo electromagnético. La luz se produce porque el campo actual crea pares de agujeros de electrones que liberan luz cuando se recombinan. Los electrones y huecos excitados luego se recombinan y los electrones liberan su energía en forma de fotones (luz).

La iluminación electroluminiscente se refiere a dispositivos fríos, continuos y de baja potencia que proyectan una luz suave sin deslumbramiento. Su bajo consumo energético convierte a la iluminación electroluminiscente en un competidor de otras tecnologías, como la iluminación de neón o fluorescente. Sin embargo, los dispositivos de iluminación electroluminiscentes no tienen resistencia negativa y, por lo tanto, no requieren circuitos adicionales para la regulación actual como sus competidores. Dado que pueden tener una forma extremadamente plana, o en formas estrechas similares a cables, los dispositivos. Este tipo de iluminación se encuentran a menudo en la retroiluminación del panel de instrumentos de automóviles, monitores de computadora y luces nocturnas.

CAPÍTULO II PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1 SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

Los sistemas de alumbrado público contienen diferentes parámetros que cumplan con seguridad, comodidad y confort. Su principal función es brindar un nivel de seguridad ante la delincuencia, los niveles de iluminación aseguran el tránsito tanto vehicular como el de las personas que ocupan dichos espacios urbanos y recreacionales. El diseño del alumbrado público y ornamental tiene una infraestructura orientada a una correcta iluminación, niveles de seguridad, aspectos llamativos al usuario [9].

Un diseño de alumbrado público dentro de sus parámetros consta con niveles de iluminación, factor de reflexión, factor de uniformidad, luminarias, sistemas de control. Todos los elementos y características son fundamentales para un correcto funcionamiento del mismo.

Para un diseño proyectado se debe tener en cuenta que los índices de uniformidad sean los necesarios para que cumplan con las normas establecidas, que cumplan con los requerimientos, que sea un diseño eficiente y que tenga una estética agradable a la vista del usuario. La imagen que brindan tanto en el día como en la noche no deben afectar a la infraestructura de monumentos, edificios, parques y plazas. El sistema de alumbrado público y ornamental resalta el paisaje urbanístico de las ciudades con efectos decorativos [25].

Dentro de sistemas de alumbrado público deben cumplir condiciones básicas dentro de las normas establecidas, ya que son sistemas indispensables dentro de zonas urbanas como en zonas rurales, los requisitos que deben satisfacer dependen de la normativa aplicada y de las empresas distribuidoras locales. La seguridad en el tránsito es esencial dentro de un sistema de alumbrado público ayuda a prevenir accidentes por falta de iluminación con esto se brinda seguridad a las personas que conducen y a los peatones [26].

2.2 EFICIENCIA EN ALUMBRADO PÚBLICO

La eficiencia de alumbrado público tiende a reducir el consumo energético, la contaminación visual, la contaminación ambiental y la contaminación lumínica. Las nuevas tecnologías adaptadas

para este apartado son más eficientes, tienen menor consumo energético y son amigables con el medio ambiente, se ha logrado desarrollar desarrollado proceso que son más eficientes reduciendo el crecimiento de la demanda y teniendo una baja significativa del consumo energético [27].

Para que exista eficiencia en alumbrado público es necesario que se cumpla con factores esenciales dentro del servicio energético, la seguridad es un aspecto importante dentro de este apartado ya que al contar con una instalación de alumbrado público que transmita confianza en la noche con niveles de iluminación eficientes, el usuario tiende a sentir un nivel de confianza ante la delincuencia aumentando el nivel de seguridad y el confort de los usuarios. Generando una sensación agradable a la vista, que no tenga deslumbramientos que sean molestos a la vista del usuario [28].

Dentro del montaje de instalaciones de alumbrado público se debe tomar en cuenta que su iluminación sea agradable a la vista, que no afecte la salud de los usuarios, que el consumo energético sea el más bajo posible, la tecnología utilizada debe ser adecuada para el sitio en el que va a ser instalada, los niveles de iluminación que emitan dichas lámparas deben ser comparadas con tecnologías anterior y deben cumplir los mismos parámetros, pero con un costo de consumo menor y con una eficiencia más alta [28].

Los equipos utilizados deben ir de la mano con las lámparas de alta eficiencia utilizadas dentro de una instalación de alumbrado público, esto concederá una horro energético considerado un factor primordial reduciendo los costos de consumo de energía, cumpliendo con parámetros de control de calidad, fotometría adecuada, niveles de iluminación, Las actuales luminarias tipo led son las más eficientes dentro del mercado, cumpliendo con especificaciones técnicas en base a las normativas vigentes. Teniendo así un aprovechamiento máximo del flujo luminoso, los materiales deben ser de la mejor calidad para que puedan ser expuestos a espectros naturales como el polvo, el viento, la lluvia, insectos y no afectar a la flora y fauna del lugar de la instalación. Los equipos auxiliares deben tener una vida útil igual o semejante a la de las luminarias para así cumplir con los parámetros de eficiencia de alumbrado público [29].

Los elementos que conforman la instalación deben cumplir con una eficiencia se lo puede calcular mediante la siguiente ecuación

$$\eta = \varepsilon \cdot \beta \cdot \rho \cdot \delta \quad (1)$$

Donde:

η = Eficiencia total (de la instalación) [lm/W]

ε = Eficiencia de lámpara [lm/W]

β = Eficiencia del equipo auxiliar

ρ = Eficiencia del artefacto de iluminación

δ = Eficiencia del diseño de la instalación

2.3 NORMATIVA

La normativa existente en Ecuador, son orientadas para el diseño de alumbrado público, basadas en las necesidades y reformas de cada empresa distribuidora local. Para obtener niveles óptimos de iluminación, se debe tener en cuenta que el diseño de alumbrado público y ornamental cumpla con las necesidades de los usuarios. Las normativas aplicadas para alumbrado público se derivan de normas internacionales, las cuales son aplicadas según los requerimientos de las empresas distribuidoras locales, en este caso se tomará de guía la normativa internacional que tienen enfoque en áreas verdes e iluminación ornamental [30].

Para que los proyectos de iluminación pública y ornamental obtengan la iluminación correcta, se deben cumplir las normas y regulaciones aplicables. Los factores que intervienen dentro de los parámetros técnicos que están establecidos en la regulación ARCONEL 006/18, deben dar respuesta a los factores de uniformidad, coeficiente de reflexión, niveles de iluminación [13].

Dentro de los proyectos de alumbrado público, al ser desarrollados bajo normas y parámetros técnicos la iluminación mínima y máxima necesaria que se emplea en base al lugar de trabajo que se va a iluminar. La normativa de la empresa distribuidora local asegura que para iluminación sus niveles son los necesarios para cumplir con los parámetros establecidos en dichas normas y así asegurar el correcto desempeño de actividades de los usuarios [31].

Las instalaciones de alumbrado público y ornamental deben ofrecer una sensación agradable a la vista para el usuario que ofrezca seguridad, soluciones específicas a las necesidades de los usuarios, dentro del diseño se debe tomar en cuenta las normativas que no en todos los casos son

aplicables, se debe recurrir a los entes reguladores para establecer una solución y ofrecer un diseño que sea óptimo y eficiente [31].

2.3.1 Empresa Eléctrica Quito (EEQ)

Las normativas utilizadas en Ecuador se derivan de normas internacionales para el caso de este proyecto se utilizarán las normas de la empresa local distribuidora Empresa Eléctrica Quito (EEQ), debido a que tienen parámetros técnicos especificados en las guías para diseño de redes de distribución. La normativa de la Empresa Eléctrica Quito son las más actualizadas en el campo dentro de las estructuras de alumbrado público y ornamental en el país.

En base a la normativa que se va utilizar, se deben tomar en cuenta los parámetros establecidos dentro de la guía de diseño, Niveles de iluminación, factor de uniformidad, selección de luminarias, selección de elementos auxiliares de control y maniobra. La empresa distribuidora de la provincia de Orellana se guía en las normas de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), se considera una estimación en función del tráfico peatonal dentro del parque recreacional comunitario para brindar y satisfacer las necesidades del usuario. Las especificaciones de calzadas y aceras están detalladas en la tabla 6 del anexo [32].

Para el diseño se debe considerar los valores que recomienda la Empresa Eléctrica Quito, para instalaciones de alumbrado público y ornamental de vías espacios públicos y áreas recreacionales. Con la selección del área que se va a iluminar se debe tomar en cuenta la tabla 7 del anexo que especifica los parámetros y valores recomendados para iluminación de vías y calzadas, la potencia de las lámparas a utilizar, la uniformidad y los niveles de iluminación recomendados [33].

2.3.2 INSTRUCCIÓN TÉCNICA COMPLEMENTARIA (ITC)

Las normativas habladas por la Instrucción Técnica Complementaria su principal objetivo es garantizar que las instalaciones de alumbrado público y ornamental brinden seguridad a las personas y al conjunto de bienes, evita deficiencias dentro de las instalaciones, brinda confiabilidad al sistema y a la instalación eléctrica [11], [30].

El diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional en la comunidad Pindo Rumiyaçu, Se utilizarán normativas de la Instrucción Técnica Complementaria también conocida por sus siglas ITC, Para el alumbrado del parque recreacional se toma en consideración a la iluminación de parques y jardines. El alumbrado debe cumplir con los parámetros especificados en la tabla 8 del anexo [31].

El alumbrado ornamental debe cumplir con los valores establecidos en la tabla 9 del anexo, requieren de un nivel del flujo luminoso, debe controlar el tiempo de funcionamiento del alumbrado. Se debe tomar en cuenta que el factor de reflexión varía de material en material como está especificado dentro de la tabla 10 del anexo, esto permite al diseñador del sistema de alumbrado ornamental tener en cuenta los niveles de iluminación que serán reflejados sobre edificios, fachadas, monumentos y piletas que van a ser iluminados [31].

En la normativa específica que para lugares como áreas verdes se puede considerar un nivel bajo de iluminación o una reducción del nivel de iluminación para instalaciones de alumbrado público, alumbrado ornamental, alumbrado vial, alumbrado de señalizaciones. Pueden existir excepciones para no cumplir con esta recomendación que nos da la norma ya sea por seguridad, tráfico vehicular, tráfico peatonal. Si se reducen los niveles de iluminación es necesario mantener los parámetros recomendados como son: Niveles de iluminación, Criterio de uniformidad, deslumbramiento dispuestos por la Instrucción ITC-EA.02 [34], [32].

2.3.3 COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN (CIE)

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE para abreviar) Encargada de normar iluminación, luz, color y espacio de color a nivel internacional. Actualmente, la normativa vigente en Ecuador que rige la ARC (Agencia Reguladora de Energía y Recursos Naturales No Renovables) se basa dentro de los estándares CIE para aplicación y planificación en iluminación [35].

Dado que se trata de un proyecto de tecnología de iluminación exterior, se basará en la norma CIE-115, que brinda recomendaciones para estudiar los efectos de la iluminación en los delitos nocturnos. Enfatiza los requisitos mínimos para la iluminación de espacios públicos, calles

industriales, calles residenciales, centros de actividad nocturna, diferentes caminos y pasos peatonales y carriles bici [35], [36].

Además de la iluminancia y el nivel de brillo, también se consideran otros factores, como la forma del rostro humano, la apariencia del entorno, el efecto del deslumbramiento y su control, y la selección de la fuente de luz adecuada según el color, rendimiento y calidad. Entorno coloreado, el efecto de la iluminación en el medio ambiente, la belleza de las lámparas y los dispositivos de iluminación [35].

El concepto de brillo es un método comúnmente utilizado para los estándares de calidad del alumbrado público en áreas urbanas. El método de brillo todavía se usa en algunos países o regiones. Logra el objetivo de proporcionar una superficie de la carretera donde se puedan ver los objetos en los contornos, pero basado en experiencia. Muestra que este es un estándar insatisfactorio porque muchos objetos en la carretera tienen una alta reflectividad y no se pueden ver en la silueta, pero se ven a través de la luz reflejada directa [35].

Sin embargo, durante décadas, los objetivos de uniformidad y brillo con un control adecuado del deslumbramiento se han incorporado con éxito en los consejos locales e internacionales, facilitando una base agradable para el desarrollo de iluminación de caminos. Sin embargo, el valor del estándar originalmente establecido con base en los resultados del trabajo experimental ha cambiado con el tiempo en base a la experiencia, dando como resultado el método recomendado por este reglamento, que representa una buena práctica.

El propósito de la iluminación vial es proporcionar señales visuales y mostrar obstáculos para garantizar la seguridad del tráfico vial.

Paseos peatonales, aceras y caminos

En la actualidad, para las áreas urbanas, es necesario diseñar vías específicas que permitan la circulación de los peatones. La vía corresponde al recorrido desde los estacionamientos hasta los espacios de ocio, compras y zonas verdes, así como los pasajes públicos que conectan las áreas residenciales y las áreas de encuentro de la comunidad. y carreteras que atraviesan parques [37], [35].

Cruce de carretera peatonales

Actualmente, para las zonas urbanas, es necesario diseñar vías específicas que permitan la circulación de peatones. Esta vía corresponde al recorrido desde el estacionamiento hasta el área de recreación, comercio y espacio verde, así como el pasaje público que conecta el área residencial y el área de reunión comunitaria. Y el camino que atraviesa el parque.

En las intersecciones de carreteras, se debe lograr el objetivo de libre circulación de peatones dentro de la carretera, al tiempo que se permite la visualización de objetos, irregularidades en la zona de la carretera.

Las escaleras y rampas se consideran al costado de la carretera, por lo tanto, se debe considerar garantizar que estos cambios desiguales tengan suficiente visibilidad para los peatones expresadas en lo dispuesto por la tabla 2 de anexos [37], [35].

Rampas y Escaleras peatonales

Actualmente, dentro de las zonas urbanas, es necesario diseñar vías específicas que permitan la circulación de peatones. Esta vía corresponde al recorrido desde el estacionamiento hasta el área de recreación, comercio y espacio verde, así como el pasaje público que conecta el área residencial y el área de reunión comunitaria. Y el camino que atraviesa el parque.

En las intersecciones de carreteras, se debe lograr el objetivo libre circulación de peatones dentro de la carretera, al tiempo que se permite la visualización de objetos, irregularidades en la zona de la carretera.

Las escaleras y rampas se consideran al costado de la carretera, por lo tanto, se debe considerar garantizar que estos cambios desiguales tengan suficiente visibilidad para los peatones. expresadas en lo dispuesto por la tabla 10 de anexos [37], [35].

Carriles y vías para bicicletas

Al hablar de carriles utilizados por los ciclistas, se deben estimar la fisonomía de la visión del ciclista para que exista un relieve e identificar bordes y carriles, giros cerrados, Obstrucciones superficiales (agujeros, rocas, suelo y clavijas en la carretera) Intersecciones con otros tipos de tránsito. Están expresadas en lo dispuesto por la tabla 4 de anexos [37], [35].

Niveles de iluminación para zonas urbanas

La luminaria Tipo M está diseñada para automovilistas en carriles de tráfico, sin embargo, en algunos países, este tipo de luz se utiliza para tráfico mixto en carreteras residenciales donde se permite la velocidad baja y media. Estas clases de M1 a M6 tienen los estándares de iluminación especificados en la Tabla 5 del Anexo. La aplicación de este tipo depende de la forma del área en cuestión, las condiciones climáticas y el tránsito. Para una iluminación correcta, se deben considerar la velocidad del vehículo, la configuración del tránsito, el diseño general y las circunstancias del medio ambiente.

CAPÍTULO III CRITERIO DEL SISTEMA DE ILUMINACION PARA EL DISEÑO

El parque recreacional de la comunidad Pindo Rumiyaçu para el cual se va a realizar el diseño de alumbrado público y ornamental se encuentra ubicado la parroquia Dayuma se ubica en la ciudad de Francisco de Orellana, Provincia de Orellana. Actualmente el proyecto se encuentra en construcción. El diseño que se propone debe ser eficiente que no tenga un elevado consumo de energía con la implementación de tecnologías adecuadas y modernas el parque constara de un aspecto estético que cause un gran impacto visual para transeúntes y vehículos y público en general.

El diseño que se propone se lo trabajara en el plano base del parque recreacional, cumplirá con los estándares de calidad y niveles de iluminación especificados dentro de la normativa internacional europea (CIE), y las normativas de la empresa distribuidora local las cuales se tomaron en cuenta en base a la referencia de la guía de diseño de redes de distribución de la Empresa Eléctrica Quito, se consideran las características de los elementos de iluminación, control, elementos de maniobra en base a las unidades de propiedad tomadas del ente regulador en el país (MEER), La tecnología a utilizar asegura que el consumo energético tiende a ser en niveles bajos, proponiendo niveles de iluminación adecuados. El aspecto estético es fundamental dentro del proyecto, el diseño del alumbrado ornamental asegura un aspecto estético favoreciendo a la flora y fauna de la zona, evitando que exista contaminación lumínica y visual, al asegurar este punto el deslumbramiento excesivo será evitado dentro del diseño.

3.1 DISEÑO PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Para el diseño de alumbrado público se lo trabaja en el plano arquitectónico del parque recreacional de la comunidad Pindo Rumiyacu, que será el plano en el cual se trabajó. Las medidas dentro del plano arquitectónico son referenciales debido a que el parque se encuentra en construcción. Los resultados obtenidos al ingresar los datos correspondientes al software de simulación deben ser exactos y precisos en base al plano de trabajo.

Una vez establecido el plano de trabajo, Se ingresan los datos en el software DIALux, para lograr identificar las luminarias necesarias para el alumbrado público. Se sugiere que para empezar a trabajar en el diseño y la simulación del mismo se siga la recomendación de comenzar a trabajar en alumbrado público antes de iniciar a simular otro tipo de alumbrado, ya que esto afectaría al cálculo de alumbrado público, debido a que puede llegar afectar de manera directa los resultado obtenidos en el cálculo de los diferentes campos de estudio, lo que afectaría negativamente a los estudios fotométricos llegando así alterar las isolineas de los planos luminotécnicos, afectando a los resultados.

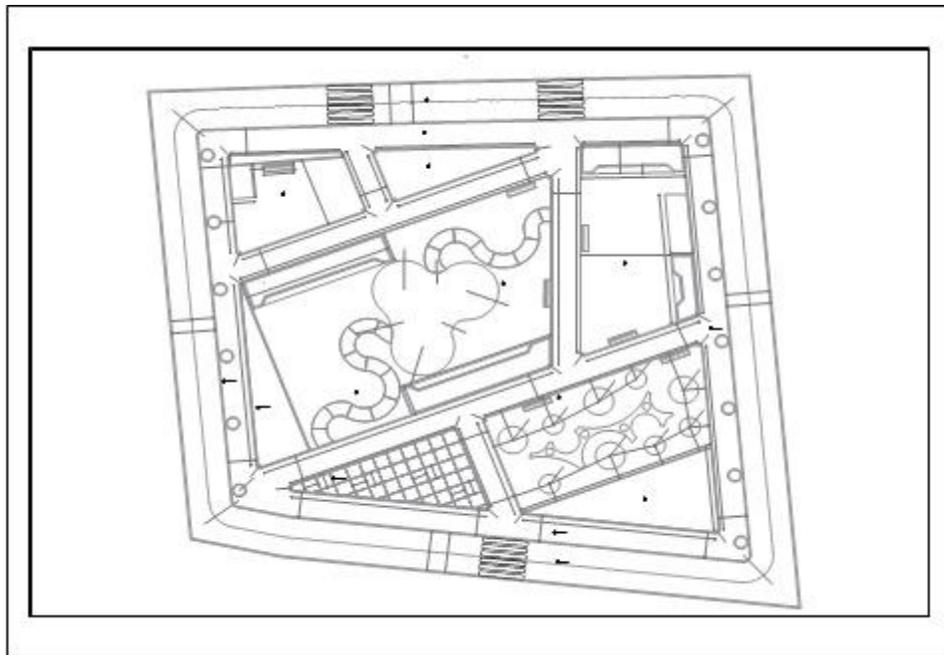


Figura 4 Plano del parque recreacional comunitario

La normativa de la Instrucción Técnica Complementaria menciona que, para el alumbrado público en zonas de pasos peatonales, parques y jardines. Que son en espacios al aire libre serán iluminados como caminos peatonales, ya que su horario de uso está destinado para diferentes horas del día y la noche, así como lo establece la tabla 11 del anexo. Los cálculos que se realizaran en el software deben ser aplicados a dichas recomendaciones de la norma.

3.1.2 Determinación del tipo de montaje

El tipo de montaje varía de acuerdo a las condiciones que se establezcan en las simulaciones para poder determinar cuál es la que se acerca más a los parámetros necesarios que están establecidos en las normativas. Cuando se realizan las simulaciones respectivas, se obtiene que las condiciones para el tipo de montaje.

Vía para peatones: Disposición Central

- Distancia entre luminarias de ocho metros
- Altura de montaje de seis metros
- Luminaria central

Vía para ciclistas: Disposición Bilateral

- Distancia entre luminarias de diez metros
- Altura de montaje de seis metros
- Inclinación del brazo de cero grados
- Doble brazo de un metro cada uno

3.1.3 Simulaciones

Las simulaciones se las realizaron en el software DIALux para las diferentes zonas especificadas, en la simulación se determinó cual sería la mejor opción para el montaje de la luminaria, se utilizó tecnología led la ser más eficiente, con menor consumo, con menor impacto ambiental y al ser más llamativa. En el capítulo IV se analizarán sus estudios fotométricos respectivos. Las luminarias analizadas en la simulación se encuentran disponibles en la industria ecuatoriana.

Vía para peatones

TIPO DE LUMINARIA	LIGMAN SANTANDER 4500 830 SY
FLUJO LUMINOSO	4206 lm
POTENCIA DE LUMINARIA	56 W LED
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA	3000 °K, luz neutra

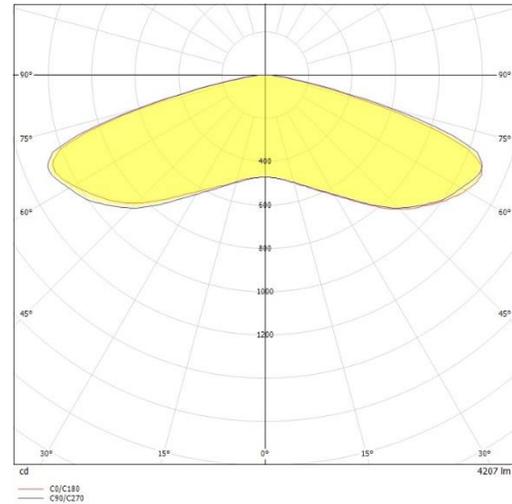


Figura 5 Fotometría de la luminaria de vía para peatones

Las fotometrías varían de acuerdo al tipo de luminaria es por eso que se encuentran diferentes tipos de fotometría. Para la vía de peatones se ha considerado una fotometría que tenga un amplio Angulo de cobertura, al estar enfocada directamente hacia el piso. La fotometría que será utilizada se la puede visualizar en la figura 5.

La simulación fue desarrollada dentro del software DIALux Evo para alumbrado, está orientado en la dirección para iluminación sea hacia el piso, que cumpla con los parámetros establecidos, que tenga una uniformidad correcta. Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real.

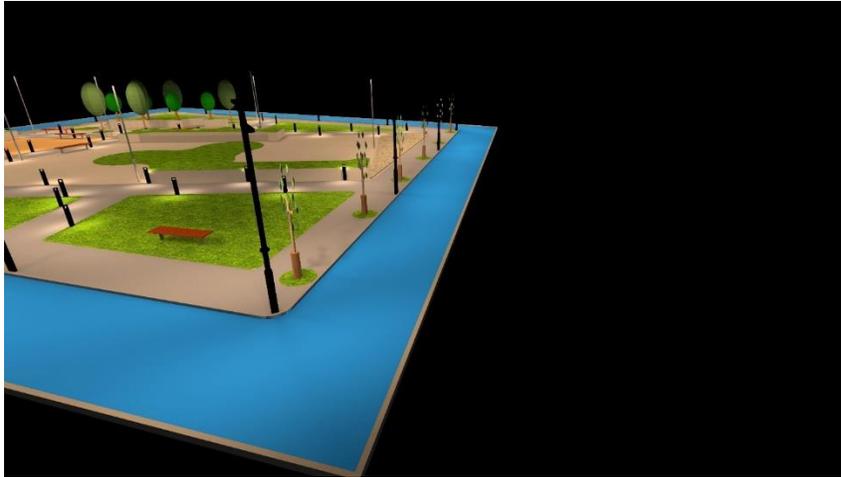


Figura 6 Simulación vía pública

La figura 6 es una estimación del proyecto ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad. Se ha instalado una luminaria tipo farol para garantizar que la iluminación sea enfocada en la calzada, el alumbrado público está enfocado en el parque en general.

Vía para ciclistas y corredores

TIPO DE LUMINARIA	LIGMAN LIGHT LINEAR DENVER 3 STREET AND AREA LUMINARIES
FLUJO LUMINOSO	11933 lm
POTENCIA DE LUMINARIA	105 W LED
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA	4032 °K, luz neutra

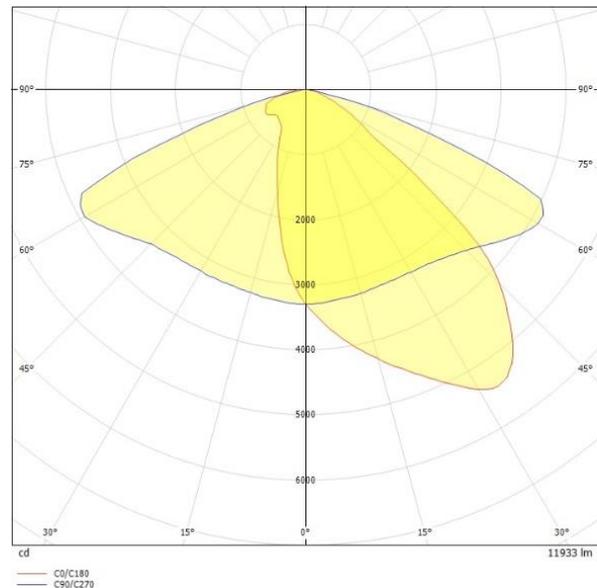


Figura 7 Fotometría de la luminaria de vía para ciclista y corredores

La fotometría que se ajusta a los parámetros para una vía de ciclistas, se la visualiza en la figura 7 las fotometrías varían de acuerdo al tipo de luminaria es por eso que se encuentran diferentes tipos de fotometría. Para la vía de ciclistas y corredores se ha considerado una fotometría que tenga un amplio Angulo de cobertura, al estar enfocada directamente hacia el piso, no solamente cubre la pista, sino que también ayuda a iluminar las áreas verdes del parque.

La simulación del diseño de alumbrado público se lo realiza en el software DIALux Evo, está enfocado en la dirección de la iluminación sea hacia el piso, que cumpla con los parámetros establecidos, que tenga una uniformidad correcta. Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real.



Figura 8 Simulación vía para ciclistas y deportistas

La figura 8 es una estimación del proyecto ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad. Se ha instalado una luminaria a doble brazo para garantizar que la iluminación sea enfocada en la pista y en las áreas verdes.

3.2 DISEÑO DE ALUMBRADO ORNAMENTAL

El diseño del alumbrado ornamental será enfocado para las zonas de áreas verdes, áreas de juegos infantiles y áreas de senderos. Se trabajó en un plano renderizado en 3D del plano base del parque recreacional comunitario, en el software DIALux Evo, con una percepción de los objetos y la ubicación de los senderos y las áreas verdes. En el software se realizaron cálculos, con la ayuda de este software se obtiene una mejor visualización de resultados.

Se aprovechará al máximo las luminarias colocadas para el sistema de alumbrado público, utilizando la infraestructura utilizada en el sistema de alumbrado público, se colocarán las luminarias para que tengan un amplio campo de iluminación hacia las áreas verdes. Así se logra optimizar recursos y lograr obtener un sistema que sea eficiente, que tenga un nivel extenso de campo de visión, que sus niveles de contaminación visual sean bajos, sin dejar de lado los niveles necesarios para que cumplan con los niveles de vigilancia nocturna y sea asumido por el usuario un nivel alto de seguridad.

3.2.1 Áreas verdes

Las áreas verdes están delimitadas en el plano renderizado, en el software DIALux EVO, se trabaja en las zonas especificadas y se realiza las simulaciones correspondientes. Las áreas verdes son zonas de recreación por lo tanto el nivel de iluminación no debe ser tan abundante, la iluminación de estas zonas debe ser la necesaria para que exista una correcta visualización de objetos y personas. La iluminación al no ser natural tiende a afectar a las plantas sin permitir el correcto desarrollo de las mismas, ya que al tener iluminación nocturna afecta el ciclo natural de las mismas, con esto se pretende tener un consumo de energía bajo.



Figura 9 Asignación de áreas verdes

Los parámetros a considerar para el correcto nivel de iluminación es que la luz debe ser direccionada hacia el suelo, para no afectar a la flora del lugar, evitando en la medida necesaria que no sufra daños la flora y fauna del lugar y así evitando una emisiva contaminación lumínica. Con esto logramos obtener una iluminación a nivel del suelo logrando una buena visibilidad de los usuarios y un confort con el sistema de alumbrado ornamental de los mismos

La normativa europea referencial de la Instrucción Técnica Complementaria garantiza una correcta iluminación. Las áreas verdes señaladas en el plano de trabajo deben cumplir con un nivel de iluminación que esta normado por en "ITC EA".

Simulación de las zonas verdes

El diseño de iluminación respectivo para las zonas verdes del parque recreacional comunitario, se realizó diversas simulaciones, con distintas luminarias, con diferentes arreglos y posicionamiento de las mismas. Para lograr cumplir con los parámetros establecidos. Las luminarias que se utilizaran llegan a cumplir con los parámetros establecidos, la marca a usar va a ser la misma que fue previamente mencionada en el diseño de alumbrado público.

El área verde del parque debe tener un nivel de iluminación agradable a la vista, dentro de la simulación se experimentó con diferentes tipos de luminarias con alturas distintas, las luminarias fueron montadas en base al alumbrado público, cumpliendo los factores que fueron establecidos.

Como se había mencionado antes las luminarias colocadas para alumbrado público servirán para dar el nivel adecuado de iluminación al área verde, Se utilizará 2 tipos de luminarias, que servirán tanto para alumbrado público como para alumbrado ornamental de áreas verdes. Con esto se garantiza un nivel adecuado de visibilidad, cumpliendo con lo establecido y los niveles de iluminación necesaria descritos en la tabla.

TIPO DE LUMINARIA	LIGMAN SANTANDER 4500 830 SY
FLUJO LUMINOSO	4206 lm
POTENCIA DE LUMINARIA	56 W LED
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA	3000 °K, luz neutra

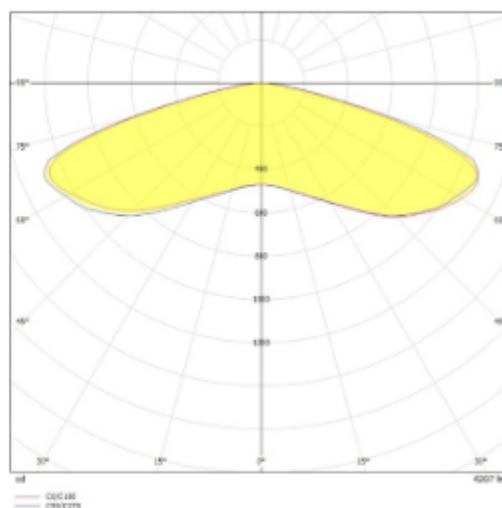


Figura 10 Fotometría de la luminaria de vía para peatones

TIPO DE LUMINARIA	LIGMAN LIGHT LINEAR DENVER 3 STREET AND AREA LUMINARIES
FLUJO LUMINOSO	11933 lm
POTENCIA DE LUMINARIA	105 W LED
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA	4032 °K, luz neutra

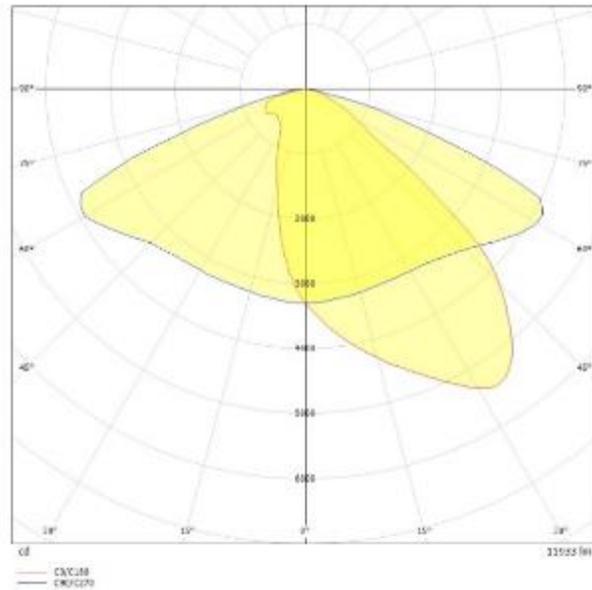


Figura 11 Fotometría de la luminaria de vía para ciclista y corredores

Las fotometrías varían de acuerdo al tipo de luminaria es por eso que se encuentran diferentes tipos de fotometría. Para las áreas verdes se ha considerado una fotometría que tenga un amplio Angulo de cobertura, al estar enfocada directamente hacia el piso. La fotometría que será utilizada se la puede visualizar en la figura 10 y en la figura 11.

La simulación del diseño de alumbrado público se lo realiza en el software DIALux Evo, está enfocado en la dirección de la iluminación sea hacia el piso, que cumpla con los parámetros establecidos, que tenga una uniformidad correcta. Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real.



Figura 12 Simulación área verde

La figura 12 es una estimación del proyecto ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad. Se ha instalado dos luminarias de tipo farol y de doble brazo para garantizar que la iluminación sea enfocada en la calzada, el alumbrado del área verde está iluminado con las luminarias del alumbrado público.

3.2.3 Alumbrado de senderos

En el parque recreacional comunitario existen senderos, son caminos destinados al uso exclusivamente peatonal, la iluminación aplicada en estos senderos. Se debe emplear una correcta iluminación preferentemente que sea enfocada al nivel del suelo, para que no exista un deslumbramiento para los usuarios y para las plantas. La iluminación debe ser netamente enfocada al piso para evitar que exista contaminación visual.

Los senderos del parque deben tener un nivel de iluminación agradable a la vista, dentro de la simulación se experimentó con diferentes tipos de luminarias con alturas distintas, las luminarias fueron montadas en base al alumbrado público, cumpliendo los factores que fueron establecidos.

Como se había mencionado antes las luminarias colocadas para alumbrado público servirán para dar el nivel adecuado de iluminación al área de senderos. Se utilizará 3 tipos de luminarias, que servirán tanto para alumbrado público como para alumbrado ornamental al área de senderos. Con esto se garantiza un nivel adecuado de visibilidad, cumpliendo con los establecido y los niveles de iluminación necesaria.

Los senderos del parque deben tener un nivel de iluminación agradable a la vista y que ofrezca seguridad, dentro de las simulaciones respectivas se experimentó con diferentes tipos de luminarias para conseguir un correcto nivel de iluminación, al ser un parque comunitario se debe tomar en cuenta que los usuarios van a ser de diferentes rangos de edades por lo que se pretende la utilización de bolardos para que exista un correcto alumbrado dentro de los senderos del parque, dando así un aspecto llamativo y más estético al parque. Las luminarias y bolardos que van a ser usados están disponibles dentro de la industria ecuatoriana.

Senderos parque recreacional comunitario:

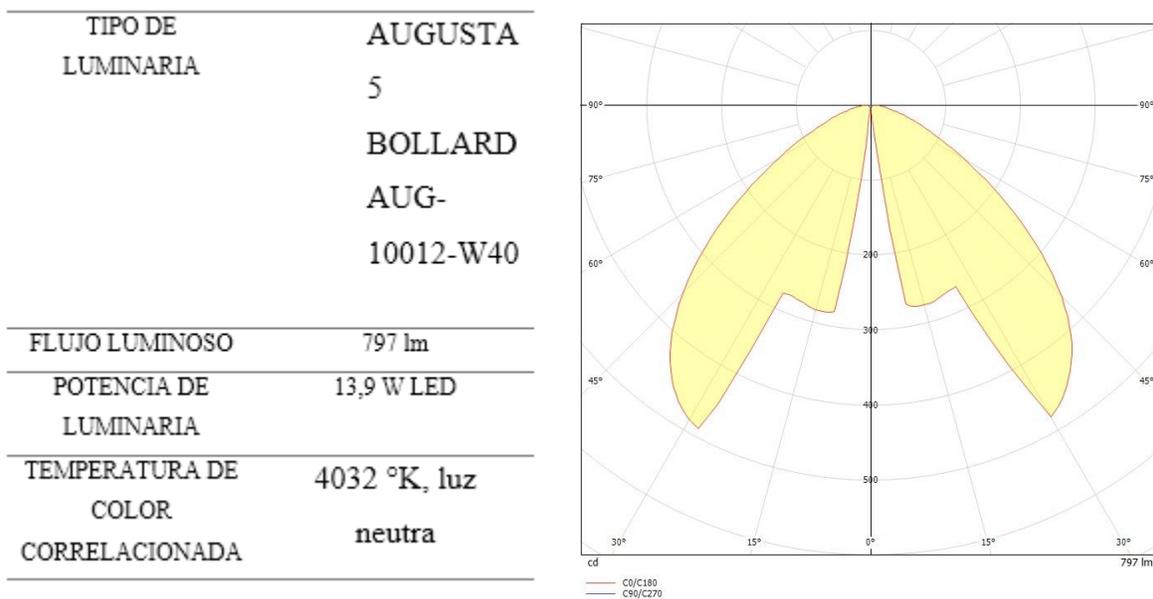


Figura 13 Fotometría de la luminaria para senderos

La fotometría que se ajusta a los parámetros establecidos para senderos, caminos y escaleras, se la visualiza en la figura 13 las fotometrías varían de acuerdo al tipo de luminaria es por eso que se descubren distintos tipos de fotometría. Para los senderos se ha examinado una fotometría que tenga una amplia cobertura, al estar enfocada directamente hacia el piso, asegura la correcta iluminación de los senderos brindando seguridad a los usuarios.

La simulación fue desarrollada dentro del software DIALux Evo para alumbrado ornamental, está orientado en la dirección para iluminación sea hacia el piso, que cumpla con los parámetros

establecidos, que tenga una uniformidad correcta. Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real.

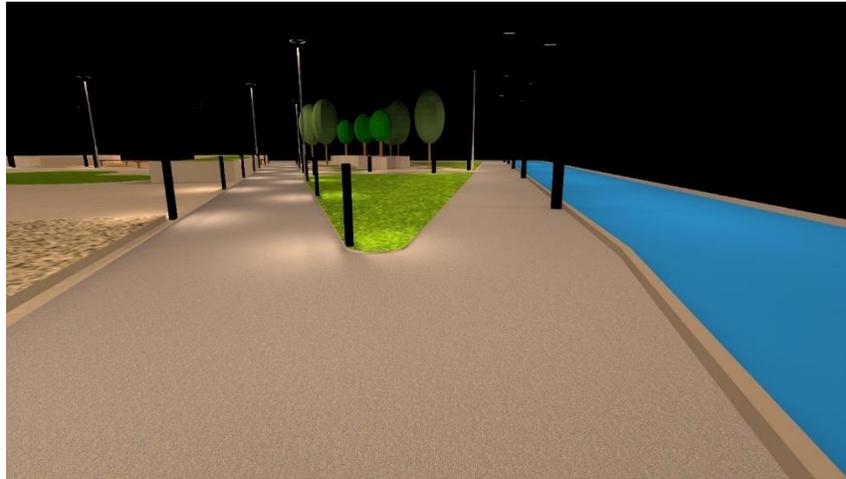


Figura 14 Simulación vía para ciclistas y deportistas

La figura 14 es una estimación del proyecto ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad. Se ha instalado una luminaria tipo bolardo para garantizar que la iluminación sea enfocada en los senderos del parque.

Dentro del parque recreacional comunitario, se tiene un nivel alto de uniformidad debido a que se optimiza todos los recursos, el alumbrado público aporta la iluminación necesaria para áreas verdes, zonas peatonales, senderos. Cumpliendo con todos los parámetros que recomiendan las normas, asegurando una correcta visibilidad, cumpliendo con los niveles para vigilancia y seguridad nocturna.

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y RESULTADOS

Dentro de este capítulo expone un resumen de los resultados obtenidos para el proyecto del parque recreacional comunitario, se toma en cuenta los criterios para el diseño que se analizaron para la elaboración del proyecto.

Para la obtención de dichos resultados fue necesario el uso de herramientas informáticas como software, estas herramientas digitales son empleadas en la actualidad para facilitar el diseño de iluminación. Los cálculos obtenidos son netamente producto del software, Actualmente para la presentación de cálculos las entidades reguladoras solicitan que los cálculos sean obtenidos mediante software.

El software DIALux Evo se utilizó en el diseño del proyecto, ya que es uno de los softwares más utilizados y recomendados a nivel mundial para el desarrollo de proyectos de iluminación. Los resultados son garantizados con una alta precisión. El software nos permite obtener una proyección del montaje del sistema de iluminación, la entrega de resultados se las obtiene en el menor tiempo posible.

4.1 ALUMBRADO PÚBLICO

El parque recreacional comunitario en su extensión al ser netamente para peatones y ciclistas corresponden a la categoría de vías D y E. Por sus características principales. Los resultados obtenidos de la simulación se los muestra a continuación.

El proyecto al encontrarse en construcción es muy difícil determinar una medición exacta de cuál es el área total del parque recreacional comunitario, por lo que al realizar la simulación se obtiene un estimado de cuál sería la implementación del diseño simulado. En el capítulo III se presentan las fotometrías de las luminarias que se seleccionó para realizar la simulación.

Para realizar la simulación se debe tener en cuenta que existen parámetros que debemos cumplir ya que estamos trabajando bajo la normativa CIE-115 y las normas establecidas en la ITC. Para el diseño del parque recreacional comunitario se realizó un estudio pertinente de cuál sería la tecnología que más se adecue a las instalaciones, ya que al estar ubicado en la Provincia de Orellana el clima tendrá un protagonismo muy importante.

El diseño de alumbrado público se lo trabaja en el plano base del parque recreacional de la comunidad Pindo Rumiyaqu, para tener en cuenta cuales son las áreas a iluminar, los resultados que se obtuvieron cumplen con los valores establecidos en la norma que son mínimo 50 luxes y con un factor de 0,4. Los resultados obtenidos de la simulación total del parque son expresados dentro de la tabla 5.

Tabla 1. Resultados Simulación.

Número	Área	Parámetro	Min lux	Max lux	Min/avergae
1	Surface 1	Perpendicular Illuminance	48.9	106	0.42
2	Surface 2	Perpendicular Illuminance	50.52	103	0.4
3	Surface 3	Perpendicular Illuminance	64.35	84	0.39
4	Surface 4	Perpendicular Illuminance	50.6	120	0.50
5	Surface 5	Perpendicular Illuminance	50.6	112	0.46
6	Surface 6	Perpendicular Illuminance	50.6	107	0.45
7	Surface 7	Perpendicular Illuminance	50.6	122	0.60
8	Surface 8	Perpendicular Illuminance	54,53	121	0.41
9	Surface 9	Perpendicular Illuminance	60,2	120	0.43
10	Surface 10	Perpendicular Illuminance	58.5	137	0.39
11	Surface 11	Perpendicular Illuminance	51.2	154	0.43
12	Surface 12	Perpendicular Illuminance	52.8	134	0.5
13	Surface 13	Perpendicular Illuminance	50.7	125	0.48

La tecnología que se uso fue lámparas tipo Led ya que son más eficientes que las lámparas convencionales de mercurio y de vapor de sodio ya que poseen mayor eficiencia hasta un 60% más en rendimiento y ahorro de energía.

Las luminaras que se usaron para la realización del proyecto se exponen en la tabla 6.

Tabla 2. Luminarias.

Número	Manufactura	Nombre del artículo	Flujo luminoso	Carga conectada	Cantidad
1	LIGMAN	Augusto bollard	5 797 lm	13.9 w	38
2	LIGMAN	Light Linear Denver 3 Street and area luminaries	12071lm	107.4 w	15
3	LIGMAN	Santander Post top luminaries	10123lm	126 w	6

La simulación fue desarrollada dentro del software DIALux Evo para alumbrado público. En la figura 15 Se presenta una estimación del montaje del diseño en el campo el alumbrado total del parque recreacional comunitario.



Figura 15 Alumbrado total Parque recreacional comunitario.

El diseño eléctrico del alumbrado para el parque recreacional comunitario se lo desarrollo en el software AutoCAD. En la figura 16 Se presenta el plano del diseño eléctrico que se lo trabajo sobre el plano base.

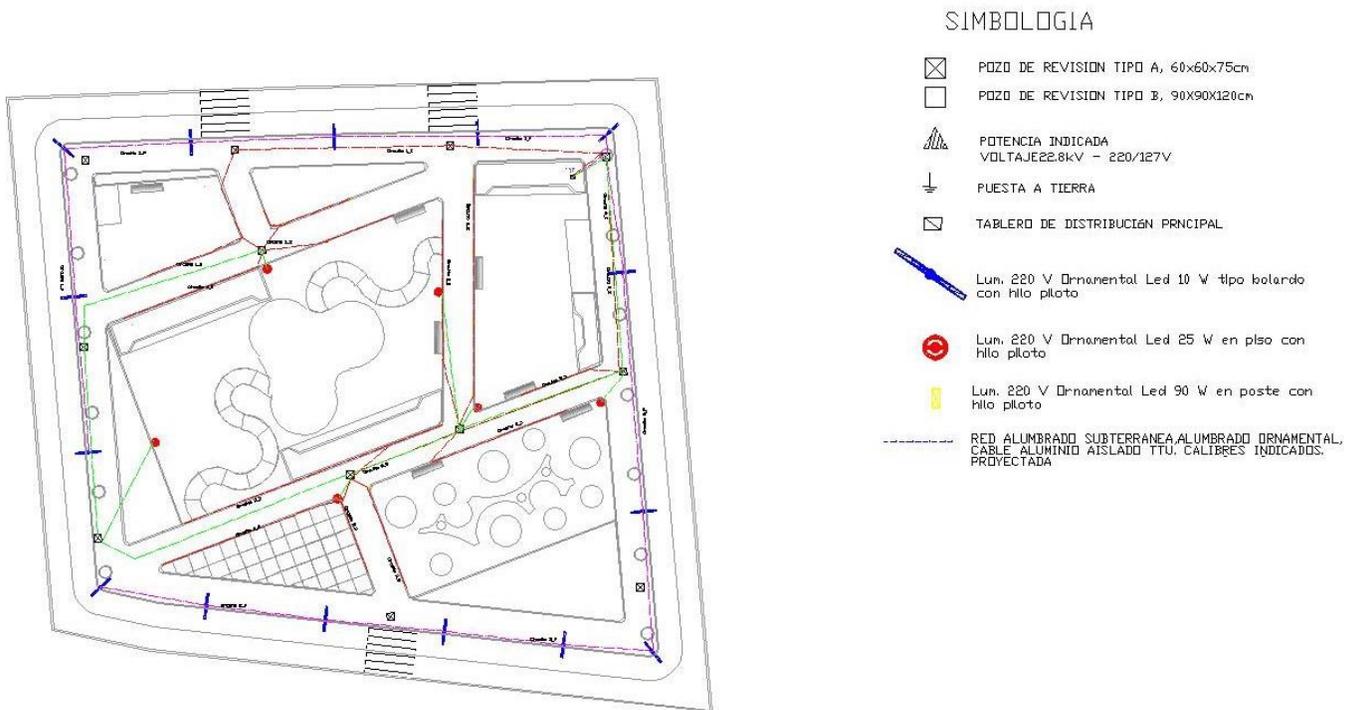


Figura 16 Plano eléctrico Alumbrado Parque recreacional comunitario.

El diseño eléctrico del alumbrado para el parque recreacional comunitario se lo desarrollo en el software AutoCAD. En la figura 17 se presenta el punto de seccionamiento en la red existente.

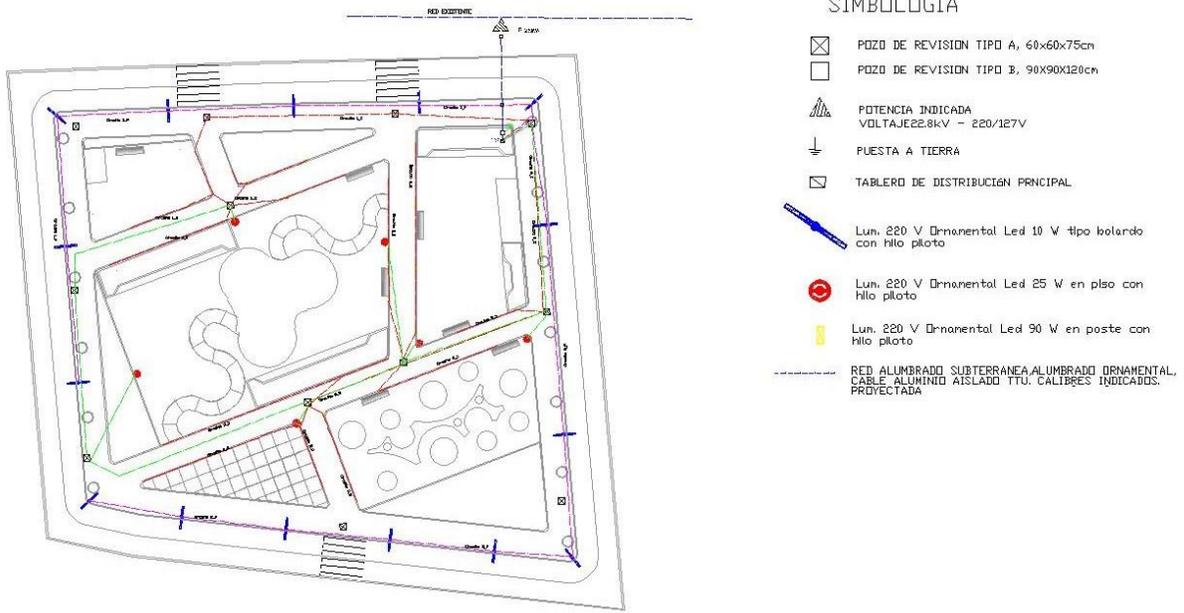


Figura 17 Plano eléctrico Alumbrado Parque recreacional comunitario.

En la figura 18 Se presenta el plano con sus tuberías de PVC y sus mangueras que servirán para la conexión de los diferentes circuitos.

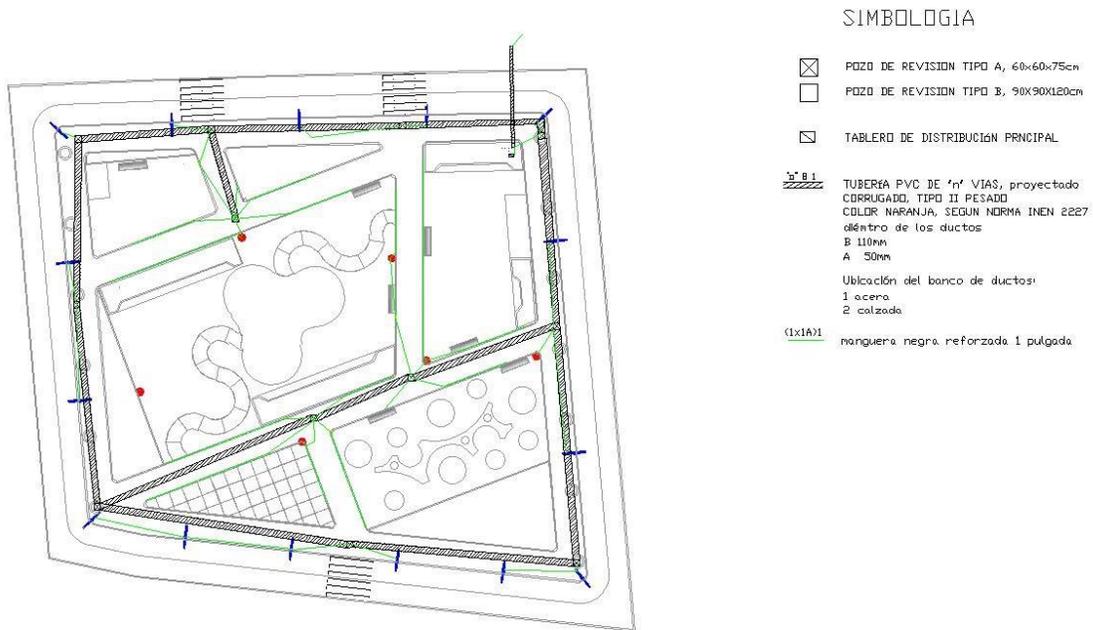


Figura 18 Plano eléctrico ductos de conexión.

El estudio de carga para el parque recreacional comunitario está demostrado en la figura 20. Se presentan los datos obtenidos mediante el cálculo de carga y demanda aplicado a los parámetros de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA								
Nombre del Proyecto		DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO						
Localización		Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma						
Item	APARATOS ELECTRICOS	Cantidad	Pn	Carga Inst.	FFUn	CIR	FSn	DMU
	Descripcion	U	(W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
1	Luminaria LIGMAN Augusto 5 bollard 13.9 W	38	14	528	60	317	60	190
2	Luminaria LIGMAN Light Linear Denver 3 Street and area luminari	15	105	1575	60	945	60	567
3	Luminaria LIGMAN Santander Post top luminaries 126 W	6	56	336	60	202	60	121
TOTALES			175	2439		1464		878

Figura 20 Estudio de Carga y Demanda.

El estudio de carga para el parque recreacional comunitario está demostrado en la figura 21. Se presentan los datos obtenidos con el estudio de carga y demanda realizado, obteniendo así su demanda máxima unificada en KVA, al ser un valor mínimo se utilizará los centros de transformación que existen en la zona.

Factor de Potencia =	0,9
FDM = DMU/CIR =	0,600
DMU (KVA) =	0,98
N=	1
FD=	1
DD(kVA)=	0,98

Figura 21 Demanda máxima unificada

El sistema de control para las luminarias dentro del parque será controlado desde un tablero principal TDP, el cual contará con las protecciones adecuadas para brindar seguridad a los equipos de la instalación y a los usuarios del parque. En la figura 22 se presentan los datos de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

Nombre del Proyecto		DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO RUMIYACU					
Localización		Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma					
Nombre Tablero		TDP (TABLERO PRINCIPAL)					
Item	APARATOS ELECTRICOS	DD	I LINEA	Línea + 0.25%	PROTECCIÓN	CONDUCTOR	AV(%)
	Descripción	kVA	A	(A)			
1	C1- Iluminación senderos	0,07	1	1	2P-16 A	3*8 AWG + 1* 8 AWG + 1*10AWG CU DESNUDO	0,6
2	C2- Iluminación pista	0,63	5	6	2P-16 A	3*8 AWG + 1* 8 AWG + 1*10AWG CU DESNUDO	0,7
3	C3- Iluminación áreas verdes	0,13	1	1	2P-16 A	3*8 AWG + 1* 8 AWG + 1*10AWG CU DESNUDO	0,8
T O T A L E S		0,83	7	8	2P-63 A	3*2/0 TTU + 1* 2/0 TTU	2,24

Figura 22 Tablero Principal

Vía para peatones

Se puede denominar como vía para peatones a toda la zona que comprende el parque recreacional comunitario, los resultados obtenidos se los muestran a continuación:

La zona peatonal del parque es la totalidad del mismo, al ser una zona de recreación las luminarias están posicionadas de una manera que no afecte el tráfico de las personas que van a usar el parque, pero cumpliendo con la iluminación necesaria de la vía.

El diseño eléctrico para la vía de peatones se lo realiza con las características que presentan las luminarias, para la parte de alumbrado para vía de peatones al contar con 6 luminarias destinadas para la iluminación de este espacio el circuito va a ser independiente para esta zona. En la figura 23 se presentan los datos de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

Nombre del Proyecto		DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL															
Localización		Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma															
Nombre Circuito		C2- Iluminación pista															
Item	APARATOS ELECTRICOS	Cantidad	Pn	Carga Inst.	FFUn	CIR	FSn	DMU	DMU	I	PROTECCIÓN	USO DE FASES			BALANCE		
	Descripción	U	(W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)	VA	(A)		R	S	T	I(A)	I(A)	I(A)
1	C1-1	6	56	336	60	202	60	121	134	1	2P - 16A	1			1	0	0
T O T A L E S			56	336		202		121	134						1	0	0

Figura 23 Circuito Vía peatones y áreas verdes.

La simulación del diseño de la vía para peatones se lo realiza en el software DIALux Evo. En la figura 24 Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real el alumbrado total del parque recreacional comunitario.



Figura 24 Simulación vía pública

La tecnología que se uso fue lámparas tipo Led para dar un aspecto más llamativo hacia los usuarios que no afecte la visibilidad que la contaminación lumínica sea mínima. Las luminarias que se usaron para la realización de la simulación del área peatonal se exponen en la tabla 7.

Tabla 3. Luminarias.

Lámpara	LIGMAN	Santander Post top luminaries	10123lm	126 w	6
----------------	---------------	--	----------------	--------------	----------

Vía para ciclistas y corredores

Se puede denominar como vía para ciclistas y corredores a toda la zona que rodea el parque recreacional comunitario, que se encuentra determinado como una zona azul, los resultados obtenidos se los muestran a continuación:

La zona para ciclistas y corredores está ubicada en el contorno del parque, al ser una zona enfocada al deporte las luminarias están posicionadas de una manera que no afecte a la visibilidad de los usuarios de la pista, al ser una zona de recreación las luminarias están posicionadas de una manera específica para que la iluminación sea necesaria que cumpla con los parámetros necesarios.

El diseño eléctrico para la vía de ciclistas y corredores se lo realiza con las características que presentan las luminarias, para la parte de alumbrado para vía ciclistas y corredores al contar con 15 luminarias destinadas para la iluminación de este espacio se contara con dos circuitos para esta zona. En la figura 25 se presentan los datos de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

Nombre del Proyecto		DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL															
Localización		Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma															
Nombre Circuito		C2- Iluminación pista															
Item	APARATOS ELECTRICOS	Cantidad	Pn	Carga Inst.	FFUn	CIR	FSn	DMU	DMU	I	PROTECCIÓN	USO DE FASES			BALANCE		
	Descripcion	U	(W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)	VA	(A)		R	S	T	I(A)	I(A)	I(A)
1	Cl-1	15	105	1575	60	945	60	567	630	5	2P - 16A	1			5	0	0
TOTALES			105	1575		945		567	630						5	0	0

Figura 25 Circuito Vía ciclistas y corredores.

La simulación del diseño de la vía para peatones se lo realiza en el software DIALux Evo. En la figura 26 Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real el alumbrado total del parque recreacional comunitario.

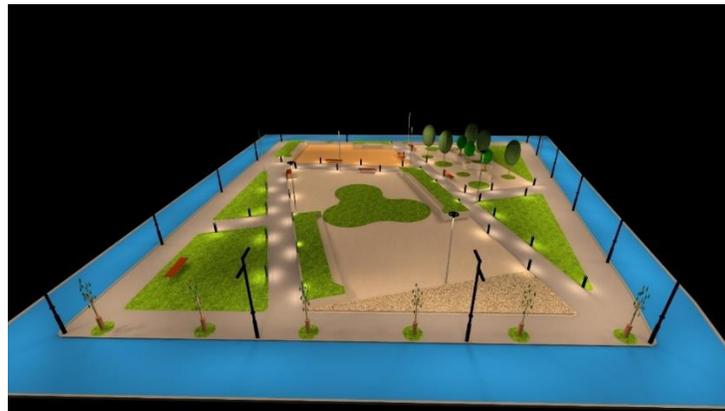


Figura 26 Vía para ciclistas y deportistas

La tecnología que se uso fue lámparas tipo Led para dar un aspecto más llamativo hacia los usuarios que no afecte la visibilidad que la contaminación lumínica sea mínima. Las luminaras que se usaron para la realización de la simulación del área peatonal se exponen en la tabla 8.

Tabla 4. Luminarias vía para ciclistas y corredores.

Lámpara	2	LIGMAN	Light Linear Denver 3 Street and area luminaries	12071lm	107.4 w
----------------	----------	---------------	---	----------------	----------------

4.2 ALUMBRDO ORNAMENTAL

El alumbrado ornamental de parques tiene un rol fundamental para la parte estética y visual del mismo, en seguridad y vigilancia nocturna. La clasificación de alumbrado público en zonas verdes y senderos peatonales fueron establecidos dentro del capítulo 3. Se exponen los resultados obtenidos de las diferentes áreas del parque recreacional comunitario

Áreas verdes

Las áreas verdes del parque recreacional comunitario corresponden al interior del mismo, es por eso que las luminarias que se han destinado para esta área sean las mismas utilizadas en el alumbrado público siendo re direccionadas hacia las áreas verdes. Existen zonas recreativas como las áreas de juegos infantiles que están ubicadas sobre las zonas verdes del parque, se debe proporcionar una correcta iluminación para garantizar una correcta seguridad y vigilancia nocturna.

El área verde del parque recreacional comunitario está comprendida en la zona media del mismo, al ser una zona de recreación las luminarias están posicionadas de una manera que no afecte el tráfico de las personas que van a usar el parque, pero cumpliendo con la iluminación necesaria de la vía. Brindando un nivel de iluminación que no afecte al desarrollo de las plantas que conforman el área verde del parque.

El diseño eléctrico para las áreas verdes se lo realiza con las características que presentan las luminarias, para la parte de alumbrado para las áreas verdes al ser las luminarias las mismas que las empleadas en la vía para peatones y la vía para ciclistas y corredores los circuitos serán los

mismos que los mencionados en dichas áreas. En la figura 21 y 22 se presentan los datos de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

Nombre del Proyecto															DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL			
Localización															Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma			
Nombre Circuito															C2- Iluminación pista			
Item	APARATOS ELECTRICOS		Cantidad	Pn (W)	Carga Inst. (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	DMU VA	I (A)	PROTECCIÓN	USO DE FASES			BALANCE		
	Descripción												U	R	S	T	I(A)	I(A)
1	CI-1		6	56	336	60	202	60	121	134	1	2P - 16A	1			1	0	0
TOTALES				56	336		202		121	134						1	0	0

Figura 27 Circuito Vía peatones y áreas verdes.

Nombre del Proyecto															DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL			
Localización															Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma			
Nombre Circuito															C2- Iluminación pista			
Item	APARATOS ELECTRICOS		Cantidad	Pn (W)	Carga Inst. (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	DMU VA	I (A)	PROTECCIÓN	USO DE FASES			BALANCE		
	Descripción												U	R	S	T	I(A)	I(A)
1	CI-1		15	105	1575	60	945	60	567	630	5	2P - 16A	1			5	0	0
TOTALES				105	1575		945		567	630						5	0	0

Figura 28 Circuito Vía ciclistas y corredores.

La simulación del diseño de la vía para peatones se lo realiza en el software DIALux Evo. En la figura 29 Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real el alumbrado total del parque recreacional comunitario.



Figura 29 Áreas verdes

La tecnología que se uso fue lámparas tipo Led para dar un aspecto más llamativo hacia los usuarios que no afecte la visibilidad que la contaminación lumínica sea mínima. Las luminaras que se usaron para la realización de la simulación del área peatonal se exponen en la tabla 9.

Tabla 5. Luminarias Área verde.

1	LIGMAN	Light Linear Denver 3 Street and area luminaries	12071lm	107.4 w	15
2	LIGMAN	Santander Post top luminaries	10123lm	126 w	6

Alumbrado de senderos

Los senderos están ubicados en la zona interna y periférica del parque recreacional comunitario. Sirven para el tráfico peatonal dentro del parque recreacional comunitario facilitando la circulación entre las diversas áreas del parque. El alumbrado de senderos es netamente ornamental y brinda seguridad en horarios nocturnos para el correcto desempeño de actividades dentro del parque. Se muestra la fotometría utilizada dentro de los senderos:

La zona de los senderos está repartida a lo largo del parque, al ser una zona enfocada al tráfico peatonal, las luminarias están posicionadas de una manera que no afecte a la visibilidad de los usuarios de los senderos, al ser una zona de recreación las luminarias están posicionadas de una manera específica para que la iluminación sea adecuada para que cumpla con los parámetros necesarios.

El diseño eléctrico para el alumbrado de senderos se lo realiza con las características que presentan las luminarias, para la parte de alumbrado de senderos al ser iluminación netamente ornamental se cuenta con un número mayor de luminarias al contar con 38 luminarias destinadas para la iluminación de este espacio se contara con tres circuitos para esta zona. En la figura 30 se presentan los datos de los circuitos implementados en el diseño del alumbrado público y ornamental para el parque recreacional comunitario.

Nombre del Proyecto		DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL															
Localización		Provincia de Orellana - Ciudad Francisco de Orellana - Parroquia Dayuma															
Nombre Circuito		C1- Iluminación senderos															
Item	APARATOS ELECTRICOS	Cantidad	Pn	Carga Inst.	FFUn	CIR	FSn	DMU	DMU	I	PROTECCIÓN	USO DE FASES			BALANCE		
	Descripcion	U	(W)	(W)	(%)	(W)	(%)	(W)	VA	(A)		R	S	T	I(A)	I(A)	I(A)
1	C1-1	13	14	181	60	108	60	65	72	1	2P - 16A	1	1		1	1	0
1	C1-1	13	14	181	60	108	60	65	72	1	2P - 16A	1	1		1	1	0
1	C1-1	12	14	167	60	100	60	60	67	1	2P - 16A	1	1		1	1	0
T O T A L E S				14	167			100		60	67				1	1	0

Figura 30 Circuito senderos

La simulación del diseño de la vía para peatones se lo realiza en el software DIALux Evo. En la figura 31 Se muestra una estimación de cómo sería el diseño montado en la vida real el alumbrado total del parque recreacional comunitario.

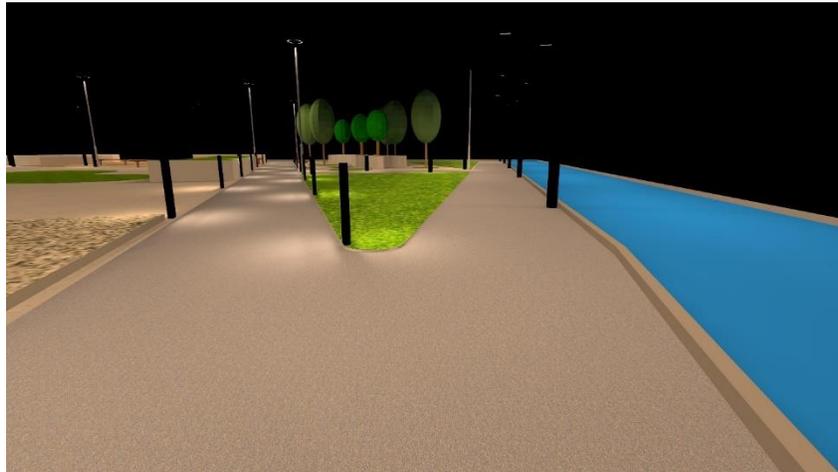


Figura 31 Simulación senderos

La figura 31 es una estimación del proyecto ejecutado en la realidad, asegurando una correcta visibilidad para que se desarrolle una correcta movilidad. Se ha instalado una luminaria tipo bolardo para garantizar que la iluminación sea enfocada en los senderos del parque.

Para la iluminación ornamental de senderos se utilizó bolardos para dar un aspecto más llamativo hacia los usuarios que no afecte la visibilidad que la contaminación lumínica sea mínima y que brinde una sensación de seguridad al usar los senderos. Las luminaras que se usaron para la realización de la simulación del área peatonal se exponen en la tabla 10.

Tabla 6. Luminarias senderos.

Número	Manufactura	Nombre del artículo	Flujo luminoso	Carga conectada	Cantidad
1	LIGMAN	Augusto bollard	5 797 lm	13.9 w	38

Para el diseño del parque recreacional comunitario se realizó un estudio de costos unitarios, ya que al estar el proyecto en construcción está sujeto a cambios que pueden darse en la realización del proyecto.

La figura 3 es un análisis de precios unitarios de materiales que serán utilizados durante la construcción del proyecto y su posterior ejecución, los precios que se muestran son una estimación de valores en el mercado ecuatoriano. Se recomienda el uso de materiales desarrollados por la industria ecuatoriana.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: "DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO RUMIYACU"

UBICACION: COMUNIDAD PINDO RUMIYACU

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNIT.	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Lampara exterior	u	95,00	21,00	1.995,00
Pétreos, arena	m3	21,00	174,89	3.672,69
Pétreos, lastre	m3	20,00	506,33	10.126,60
Pétreos, ripio triturado	m3	28,00	108,15	3.028,20
Pintura anticorrosiva	gln	13,37	0,20	2,67
Pintura elastomerica de alto trafico	gl	25,00	35,74	893,50
Poste decorativo de acero incluye canastilla y placa	u	250,00	21,00	5.250,00
Poste decorativo tipo bolardo	u	250,00	38,00	9.500,00
			TOTAL:	34.468,66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Figura 32 Análisis de Precios Unitarios Materiales

La figura 33 se presenta el valor unitario estimado para la implementación de las luminarias dentro del parque recreacional comunitario, los precios que se muestran son una estimación de valores en el mercado ecuatoriano. Se recomienda el uso de materiales desarrollados por la industria ecuatoriana.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE FRANCISCO DE ORELLANA							
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA							
PROYECTO: "DISEÑO EFICIENTE DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO Y ORNAMENTAL PARA EL PARQUE RECREACIONAL EN LA COMUNIDAD PINDO RUMIYACU"							
UBICACION: COMUNIDAD PINDO RUMIYACU							
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
UNIDAD: u							
DETALLE: Suministro e instalación de postes de iluminación ornamental							
EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
DESCRIPCION	A	B	C=AxB	R	D=CxR		
Herramienta Menor 5% de M.O.						0,12	
						0,12	
M A N O D E O B R A	DESCRIPCION	CAN T IDAD	J ORNA L /HR	CO S T O HO	R E NDI M IEN	CO S T O	D=CxR
Maestro mayor ejec.obras civil	EO C1	1	4,06	4,06	0,01		0,04
Peón	EO E2	1	3,62	3,62	0,333		1,21
Electricista o instalador de r	EO D2	1	3,66	3,66	0,333		1,22
							2,47
M A T E R I A L E S	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN T IDAD	P R E C I O UNI T .	CO S T O	C=Axt	
				R			
	Poste decorativo de acero incluye canastilla y placa	u	1.000	250.00		250.00	
	Lampara exterior	u	1	95		95	
						345	
T R A N S P O R T E	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN T IDAD	T A R I F A	B	CO S T O	C=Axt
							0
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		347,59					
INDIRECTOS (%)	15.00%	52,14					
UTILIDAD (%)	0.00%	0					
COSTO TOTAL DEL RUBRO		399,73					
VALOR UNITARIO		399,73					

Figura 33 Análisis de Precios Unitarios

CONCLUSIONES

Al realizar el diseño del alumbrado público para el parque recreacional comunitario se recurre a normativas internacionales que son abaladas en el país por los entes correspondientes. Así se obtiene niveles adecuados de iluminación de los espacios con una direccionalidad hacia el suelo generando una iluminación correcta sin necesidad de generar una contaminación lumínica, asegurado que se cumplan con los parámetros de vigilancia y seguridad nocturna.

El diseño del alumbrado público y ornamental correspondiente al parque recreacional comunitario de la parroquia Dayuma en la provincia de Orellana se lo realizó bajo las normativas CIE 115, con los parámetros establecidos dentro de la Instrucción Técnica Complementaria ITC y bajo la guía de diseño de la Empresa Eléctrica Quito. Debido a que estas normativas cumplen con los parámetros necesarios dentro de niveles de iluminación.

Al realizar el diseño con tecnologías actuales para un sistema de alumbrado público y ornamental correspondiente al parque recreacional comunitario de la parroquia Dayuma en la provincia de Orellana se logra reducir el consumo energético liberando la carga excesiva que generan los sistemas de alumbrado público convencionales.

Al realizar el diseño de alumbrado ornamental para áreas verdes se recurre a normativas internacionales que son abaladas en el país dispuesta por resolución del ARCONEL. Así se obtiene una adecuada iluminación de los espacios con una direccionalidad hacia el suelo generando una iluminación correcta sin necesidad de generar una contaminación lumínica, asegurando que se cumplan con los parámetros de vigilancia y seguridad nocturna. La zona de la pista para bicicletas y deportista debe tener un nivel superior comparado con las áreas verdes ya que el uso de estas está enfocado en recreación y deporte.

Con la implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente reduce en gran medida el consumo energético ya que el diseño que se propone usa lámparas Leds que son un entre 31% y

60% más eficientes que las luminarias que se utilizaban en años anteriores generando así un sistema que sea atractivo a la vista de los usuarios y que el consumo energético sea eficiente.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un análisis de la flora y fauna del lugar para evitar que el sistema que va a ser implementado no afecte negativamente a la variedad de especies ubicadas dentro del perímetro.

Para la ejecución del proyecto es recomendable que se realice un sondeo de la comunidad y así ver cuáles son las necesidades que tienen para cuando el proyecto sea ejecutado se tengan en cuenta los proyectos futuros y así poder trabajarlos bajo las mismas normativas y con la misma tecnología aplicada. Consiguiendo que el consumo de energía sea el más bajo posible logrado obtener sistemas eléctricos eficientes.

Con la realización del proyecto la comunidad Pindo Rumiycu tendrá un lugar de distracción y recreación que puede ser utilizado por las personas de la comunidad y a su vez atraer al turismo a la zona. La tecnología a utilizar brinda una luz neutra que es atractiva a la vista asegurando que el usuario sienta seguridad, tranquilidad y confort al estar usando las instalaciones del parque comunitario.

REFERENCIAS

- [1] “Alumbrado público.docx 31/12/2021 #,” pp. 1–25, 2021.
- [2] J. Tapia Garzón, E. R. Manzano, S. Gao, M. Rojas, and M. N. Fernandez Nobrega, “Eficiencia energética en el alumbrado publico,” vol. 23, pp. 35–39, 2009.
- [3] A. Abdullah, S. H. Yusoff, S. A. Zaini, N. S. Midi, and S. Y. Mohamad, “Smart Street Light Using Intensity Controller,” *Proc. 2018 7th Int. Conf. Comput. Commun. Eng. ICCCE 2018*, pp. 361–365, 2018, doi: 10.1109/ICCCE.2018.8539321.
- [4] R. A. Ayala, P. E. Otero, and V. E. Calle, “Power and energy losses calculation methodology in the public lighting system of Ecuador Metodología de cálculo de pérdidas de potencia y energía en el sistema de alumbrado público del Ecuador,” no. 17, pp. 43–51, 2020.
- [5] P. Zak and J. Zalesak, “The influence of spectral properties of light in street lighting on visual perception,” in *Proceedings of 2016 IEEE Lighting Conference of the Visegrad Countries, Lumen V4 2016*, 2016, pp. 0–3, doi: 10.1109/LUMENV.2016.7745515.
- [6] E. Anthopoulou and L. Doulos, “The effect of the continuous energy efficient upgrading of LED street lighting technology: The case study of Egnatia Odos,” in *2019 2nd Balkan Junior Conference on Lighting, Balkan Light Junior 2019 - Proceedings*, 2019, pp. 5–6, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883662.
- [7] Ing. Marco Sosa, “Co No on Co No,” p. 99, 2009.
- [8] A. M. Al-smadi, “Street Lighting Energy-Saving System,” pp. 2019–2022, 2019.
- [9] B. Li and L. Gu, “The development of LED street lamp pavement lighting effects testing system,” *2014 11th China Int. Forum Solid State Light. SSLCHINA 2014*, no. 2, pp. 107–110, 2014, doi: 10.1109/SSLCHINA.2014.7127233.
- [10] I. Financieras, “Manual para la Evaluación de Proyectos de Eficiencia Energética para el Sector de Siderurgia y Metalmecánica Dirigido a.”
- [11] A. E. Bettis, “Illumination items: By the lighting and illumination committee: New practises in street lighting,” *J. Am. Inst. Electr. Eng.*, vol. 42, no. 9, pp.

985–987, 2013, doi: 10.1109/joaiee.1923.6593383.

- [12] I. Genovez, “Eficiencia Energética En El Servicio De Alumbrado Público Del Ecuador,” p. 189, 2015.
- [13] Y. C. D. E. E. Arconel, “RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-054/18,” pp. 1–28, 2018.
- [14] P. Zajac and G. Przybyłek, “Lighting lamps in recreational areas – Damage and prevention, testing and modelling,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 115, no. May, p. 104693, 2020, doi: 10.1016/j.engfailanal.2020.104693.
- [15] Promateriales, “Iluminación artificial en la arquitectura Y LA LUZ SE HIZO,” *Promateriales*, vol. 65, pp. 65–80, 2013.
- [16] L. Wu, Z. He, C. King, and A. S. Mattila, “In darkness we seek light: The impact of focal and general lighting designs on customers’ approach intentions toward restaurants,” *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 92, no. May 2020, p. 102735, 2021, doi: 10.1016/j.ijhm.2020.102735.
- [17] M. Kopanari, H. Sigala, and C. Skandali, “Urban lighting in historic settlements: From quality lighting to cultural reinforcement,” in *2019 2nd Balkan Junior Conference on Lighting, Balkan Light Junior 2019 - Proceedings*, 2019, pp. 5–10, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883628.
- [18] Ing Jorge A Caminos, *CRITERIOS DE DISEÑO EN ILUMINACIÓN Y COLOR Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional*. 2011.
- [19] R. Carli, M. Dotoli, and R. Pellegrino, “Computers and Operations Research A decision-making tool for energy efficiency optimization of street lighting,” *Comput. Oper. Res.*, vol. 96, pp. 223–235, 2018, doi: 10.1016/j.cor.2017.11.016.
- [20] A. Djuretic and M. Kostic, “Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting,” *Energy*, vol. 157, pp. 367–378, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.05.179.
- [21] M. Beccali, M. Bonomolo, F. Leccese, D. Lista, and G. Salvadori, “On the impact of safety requirements , energy prices and investment costs in street lighting refurbishment design,” *Energy*, vol. 165, pp. 739–759, 2018, doi: 10.1016/j.energy.2018.10.011.
- [22] K. Markvica, G. Richter, and G. Lenz, “Impact of urban street lighting on road users ’ perception of public space and mobility behavior,” *Build. Environ.*, vol. 154, no. March, pp. 32–43, 2019, doi: 10.1016/j.buildenv.2019.03.009.

- [23] “ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO.”
- [24] A. Ceclan, D. D. Micu, E. Simion, and R. Donca, “Public lighting systems - An energy saving technique and product,” *2007 Int. Conf. Clean Electr. Power, ICCEP '07*, pp. 677–681, 2007, doi: 10.1109/ICCEP.2007.384283.
- [25] I. Petrinska and D. Ivanov, “Feasibility Study of the Reflective Properties of Façade Materials for Architectural Lighting Design,” *2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc.*, pp. 2–6, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883652.
- [26] V. El Salvador, “UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA,” 2019.
- [27] S. Gorgulu and S. Kocabey, “An energy saving potential analysis of lighting retrofit scenarios in outdoor lighting systems: A case study for a university campus,” *J. Clean. Prod.*, vol. 260, 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121060.
- [28] Z. Wang *et al.*, “Lighting Style and Color Temperature to Emotion Response in Architecture Illumination of the Historic Buildings in Dalian,” *Proc. - 2020 Int. Conf. Comput. Eng. Appl. ICCEA 2020*, pp. 613–617, 2020, doi: 10.1109/ICCEA50009.2020.00134.
- [29] J. M. Flores Arias, “CONFIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CONTEXTO DE LA SMART GRID,” 2013.
- [30] “UNE 12.193,” pp. 1–5.
- [31] M. De and A. Exterior, “Instrucción Técnica Complementaria EA - 01 Eficiencia Energética,” pp. 1–9, 2012.
- [32] I. para la diversificación y ahorro de la energía (IDAE), “Guía técnica de eficiencia energética en iluminación,” *Idae*, p. 87, 2001.
- [33] G. Para and D. D. E. Redes, “PARTE A,” 2021.
- [34] M. De, I. Turismo, and Y. Comercio, “Instrucción Técnica Complementaria EA – 01 Eficiencia Energética INDICE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO 1 . 1 La eficiencia energética de de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total,” 2008.
- [35] CIE Technical Committee 4-44., “CIE 115 - Lighting of roads for motor and

pedestrian traffic.,” p. 37, 2010.

- [36] A. Mandala, “Lighting Quality in the Architectural Design Studio (Case Study: Architecture Design Studio at Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 238, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1755-1315/238/1/012032.
- [37] CIE-146/147 Colección de la CIE sobre el deslumbramiento, “Comision internacional de iluminacion,” 2002.
- [38] A. Ceclan, D. D. Micu, E. Simion, and R. Donca, “Public lighting systems - An energy saving technique and product,” *2007 Int. Conf. Clean Electr. Power, ICCEP '07*, pp. 677–681, 2007, doi: 10.1109/ICCEP.2007.384283.
- [39] A. Dolara, R. Faranda, S. Guzzetti, and S. Leva, “Power quality in public lighting systems,” *ICHQP 2010 - 14th Int. Conf. Harmon. Qual. Power*, 2010, doi: 10.1109/ICHQP.2010.5625363.
- [40] “ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO.”
- [41] A. M. E. Pereira, V. A. Teixeira, M. Z. Fortes, A. P. Fragoso, and G. M. Tavares, “Some considerations about LED technology in public lighting,” *CHILECON 2015 - 2015 IEEE Chil. Conf. Electr. Electron. Eng. Inf. Commun. Technol. Proc. IEEE Chilecon 2015*, pp. 561–565, 2016, doi: 10.1109/Chilecon.2015.7400433.
- [42] E. Saavedra, “Sistemas de iluminación, situación actual y perspectivas.” 2017.
- [43] F. de Oliveira Grando and E. Ghisi, “Assessment of public lighting systems considering mesopic vision,” *J. Clean. Prod.*, vol. 279, p. 123369, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123369.
- [44] G. Pasolini, P. Toppan, F. Zabini, C. D. De Castro, and O. Andrisano, “Design, deployment and evolution of heterogeneous smart public lighting systems,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 16, 2019, doi: 10.3390/app9163281.
- [45] L. Valetti, F. Floris, and A. Pellegrino, “Renovation of public lighting systems in cultural landscapes: Lighting and energy performance and their impact on nightscapes,” *Energies*, vol. 14, no. 2, 2021, doi: 10.3390/en14020509.
- [46] Z. Perko, D. Topić, and J. Perko, “Standardized system for monitoring and control of public lighting networks,” *Proc. Int. Conf. Smart Syst. Technol. 2017, SST 2017*, vol. 2017-December, pp. 45–50, 2017, doi: 10.1109/SST.2017.8188668.
- [47] P. K. Soori and M. Vishwas, “Lighting control strategy for energy efficient

office lighting system design,” *Energy Build.*, vol. 66, pp. 329–337, 2013, doi: 10.1016/j.enbuild.2013.07.039.

- [48] K. R. Wagiman, M. N. Abdullah, M. Y. Hassan, N. H. Mohammad Radzi, A. H. Abu Bakar, and T. C. Kwang, “Lighting system control techniques in commercial buildings: Current trends and future directions,” *J. Build. Eng.*, vol. 31, no. February, p. 101342, 2020, doi: 10.1016/j.jobbe.2020.101342.
- [49] Petrinska, I., & Ivanov, D. (2019, September). Feasibility study of the reflective properties of façade materials for architectural lighting design. In *2019 Second Balkan Junior Conference on Lighting (Balkan Light Junior)* (pp. 1-5). IEEE.

ANEXOS

Clase de iluminación	Descripción vía	Velocidad de ciclo (km/h)		Tráfico de vehículos T (Veh/h)	
M1	Autopistas y carreteras	Muy alto	Velocidad > 80	Muy importante	Tráfico > 1000
M2	Pasos controlados y vías rápidas	Alto	60 < Velocidad < 80	Significativa	500 < Tráfico < 1000
M3	La vía principal del eje vial	Mitad	30 < Velocidad < 60	Mitad	250 < Tráfico < 500
M4	Carreteras principales o colectivas	Pequeña	Velocidad < 30	Pequeña	100 < Tráfico < 250
M5	Vías secundarias	Muy pequeña	A la marcha	Muy Pequeña	Tráfico < 100

Anexo Tabla 1. Clases de iluminación para vías vehiculares

Representación de la vía	Prototipo de luminaria
Vías de súper alta velocidad con carriles de tráfico independientes libres de pasos a nivel y pasajes totalmente controlados (autopistas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación.	
Elevado Tránsito > 1000 (veh/h)	M1
Mitad 500 < Tránsito < 1000 (Veh/h)	M2
Baja Tránsito < 500 (Veh/h)	M3
Las carreteras que aceleran tienen dos direcciones de circulación. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
Insuficiente	M1
Bastante	M2
Las carreteras, circuitos y distribuidores de tráfico urbano más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	
Insuficiente	M2
Aceptable	M3
Conectores de caminos secundarios, caminos de distribución local, caminos a áreas residenciales, caminos a propiedades individuales y otros caminos de conexión principales. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía.	

Anexo Tabla 2. Niveles de iluminación para vías vehiculares.

Clase de iluminación	Zona de aplicación		
n	Todas las vías	Carreteras con pocas o ninguna intersección	Senderos sin iluminación

	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m^2) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U mínimo	Incremento de umbral T1% Máximo inicial	Factor de uniformidad vertical mínimo para iluminación U_1 .	Informe Mínimo del Medio Ambiente SR.
M1	2.0	0.4	10	0.5	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.5	0.5
M3	1.2	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.8	0.4	15	N.R.	N.R.
M5	0.6	0.4	15	N.R.	N.R.

Anexo Tabla 3. Valores mínimos de iluminancias promedio

Clase de iluminación	iluminación horizontal (lux)	
	Valor promedio	Valor mínimo
P1	20	7.5
P2	12	3
P3	7.5	1.5
P4	5	1
P5	3	0.6
P6	1.5	0.2
P7	No aplica	No aplica

Anexo Tabla 4. Valores mínimos de iluminancias promedio áreas críticas

Clasificación de iluminación	Luminancia mínima (lux) (en toda la superficie)	Uniformidad general $U_o \geq$ (%)
C0	50	40
C1	30	40
C2	20	40
C3	15	40
C4	10	40

Anexo Tabla 5. Niveles de iluminación para áreas críticas

Clase de iluminación	Iluminación media (mínima continua) por tipo de pavimento (lux)				Uniformidad de la iluminación
	R1	R2	R3	R4	E_{min}/E_{prom} (%)
M3	12	17		15	34%
M4	8	12		10	25%
M5	6	9		8	18%

Anexo Tabla 6. Valores mínimos de iluminancias promedio

Descripción de la calzada	Clase de iluminación
Las carreteras urbanas tienen una reputación muy alta.	P1
Los peatones y ciclistas son muy utilizados por la noche.	P2
Uso moderado por la noche por peatones y ciclistas	P3
Los peatones y ciclistas usan menos por la noche, solo en relación con las propiedades adyacentes.	P4
Es importante preservar las características arquitectónicas del medio ambiente.	P5
El uso nocturno es muy bajo por parte de peatones y ciclistas, en comparación con solo las propiedades adyacentes. Es importante preservar las características arquitectónicas del medio ambiente.	P6
Las pistas solo necesitan una guía visual que es proporcionada por la luz directa de las luminarias.	P7

Anexo Tabla 7. Clases de iluminación para vías para tráfico peatonal y ciclistas

Área crítica	Iluminación de la zona crítica (c) según el grado de camino al que pertenece la zona (m).
Pasos subterráneos	C(N)=M(N)
Intersecciones, cruces, rampas, puentes, entradas divergentes o convergentes y áreas de ancho de carril limitado.	C(N) si M(N)
Cruces operarios: Simples	C(N) si M(N)
Complejos	C(N-1) si M(N)
Rotonda sin banner: Grande.	C1
Medianas	C2
Pequeñas	C3
Zona de aparcamiento: amplia.	C1
Medianas	C3
Pequeñas	C5
Túneles	Seguir las recomendaciones de la normativa CIE 88

Anexo Tabla 8. Clases de iluminación para áreas críticas de vías vehiculares