



Diseño de iluminación del Parque del Ferrocarril Miguel Ángel Estrella en Cuenca - Ecuador

Lighting design of the Miguel Ángel Estrella Railway Park in Cuenca - Ecuador



Walter Geovanny Morocho Chicaiza¹

¹ Profesional independiente

waltmor@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v7i1.1452>



Resumen

El presente trabajo exhibe una propuesta de Diseño de Iluminación del Parque del Ferrocarril Miguel Ángel Estrella ubicado en la ciudad de Cuenca – Ecuador. Su desarrollo fue basado en un análisis de sus características arquitectónicas, paisajísticas y de la vivencia ciudadana que son esenciales para un parque recreacional de este tipo, la justificación técnica de la propuesta planteada fue apoyada con criterios, normas y reglamentos de iluminación vigentes en el Ecuador, así también de algunas recomendaciones de normas y guías de iluminación internacionales, esta última dando énfasis en el aspecto cualitativo (estético). Inicialmente se conceptualizó la idea de iluminación del parque, trayendo a colación su marco histórico, su gente, ubicación, localidad, flora y fauna del sector, dicho trabajo nos ayudó a definir parámetros muy importantes a ser considerados dentro de la propuesta, como: las alturas de los puntos de luz, la temperatura de color, el índice de reproducción cromática (CRI), diseños y modelos de los luminarios, etc. Una vez implementado los criterios y con la ayuda de software de rasterización como Revit, SketchUp y DiaLux evo 10.1 se procedió a modelar y a calcular todos los espacios que componen el parque, valorando así parámetros como la iluminancia, luminancia y uniformidad que fueron planteados en la fase inicial del sistema de alumbrado ornamental propuesto. Finalmente, se realizó una valoración económica con el fin de analizar la viabilidad del proyecto.

Palabras clave: *tecnología led, temperatura de color, índice de reproducción cromática, iluminancia, uniformidad, ahorro energético, conceptualización, longitud de onda.*

Abstract

The current work presents a proposal for the Lighting Design of the Miguel Ángel Estrella Railroad Park located in the city of Cuenca, Ecuador. Its development was based on an analysis of its architectural, landscaping, and citizen experience characteristics, which are essential for a recreational park of this kind. The technical justification of the proposed plan was supported by criteria, lighting regulations, and standards in force in Ecuador, as well as some recommendations from international lighting standards and guidelines, with a focus on the qualitative (aesthetic) aspect. Initially, the idea of illuminating the park was conceptualized, considering its historical context, its people, location, locality, and the flora and fauna of the area. This work helped us define important parameters to be considered in the proposal, such as light pole heights, color temperature, color Rendering Index (CRI), luminaire designs and models, etc. Once the criteria were implemented, and with the help of rasterization software like Revit, SketchUp, and DiaLux Evo 10.1, all the spaces that make up the park were modeled and calculated, evaluating parameters such as illuminance, luminance, and uniformity, as initially proposed in the ornamental lighting system. Finally, an economic assessment was carried out to analyze the feasibility of the project.

Keywords: *LED technology, color temperature, color rendering index, illuminance, uniformity, energy saving, conceptualization, wavelength.*

Introducción

El alumbrado público es el servicio estatal de iluminación en vías y espacios de libre circulación pública que no se encuentran a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, con el objetivo de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades. Por lo general el alumbrado público es un servicio municipal que se encarga de su instalación y mantenimiento, aunque en carreteras o infraestructuras viales corresponde esta tarea al gobierno central o regional. La mayoría de los alumbrados públicos del mundo son de lámparas de vapor de sodio, vapor de mercurio y LED (López Arias, 2015).

El alumbrado público está orientado en satisfacer y mejorar la visibilidad del espacio en horarios nocturnos, generando una sensación de confort y seguridad para los habitantes y así hacer del lugar más llamativo y atractivo (González Silva, 2022).

Para el Ecuador, el sector de alumbrado público se administra bajo las normas de: “*El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que emite el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069, estableciendo requisitos para la iluminación pública; la AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGIA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES - ARCERNNR, con la Regulación ARCERNNR 007/23 denominada Marco Normativo para la prestación del servicio de alumbrado públi-*

co general. Ambas bajo la supervisión del MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable)”.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño de Iluminación del parque del “*Ferrocarril Miguel Ángel Estrella en Cuenca – Ecuador*”, convirtiendo en un parque urbano seguro, que genere actividades culturales y recreacionales para los ciudadanos durante la noche, además de fomentar el turismo y dinamizar la economía del sector. En apego a las normativas locales, así como estándares y guía de iluminación internacionales, el diseño contempla una propuesta de iluminación inteligente en donde se integre el aspecto paisajístico, arquitectónico y técnico; es decir con la utilización de correctas fuentes luminosas evitando el desperdicio de energía eléctrica, la contaminación lumínica, así como el respeto a la flora y a la fauna del sector, creando un producto funcional, estético y eficiente a la vez; finalmente contendrá una evaluación económica y financiera para determinar su viabilidad y fases de desarrollo.

El parque del Ferrocarril Miguel Ángel Estrella cuenta con un área de terreno de 18.246,3 m² y se localiza al sureste de la ciudad de Cuenca - Ecuador, en la margen derecha del río Yanuncay en el sector de Gapal, entre las calles Av. 24 de Mayo, Av. Gapal, Tumipamba, Cajabamba y C. Joan Tenecela en la Parroquia Huayna Cápac, perteneciente a la ciudad de Cuenca, Provincia del Azuay.



Figura 1. Ubicación y área del parque Miguel Ángel Estrella

Fuente: (CUENCA A. D., 2023)

La antigua Estación del Ferrocarril nació como un proyecto por parte del sistema ferroviario ecuatoriano, desarrollado durante varios decenios a partir de 1861 en el gobierno de Gabriel García

Moreno. Actualmente se lo identifica como un elemento urbano indefinido con tramos de la vía del tren desaparecido. (MOSCOSO, 2015)



Figura 2. Estación Miguel Ángel Estrella, Gapal, Cuenca - Ecuador.

Fuente: (MACHADO MOSCOSO, 2015)

El espacio de interés se encuentra asentado sobre un área verde generosa y con una topografía pe-

culiar que permite apreciar vistas representativas hacia la ciudad de Cuenca.

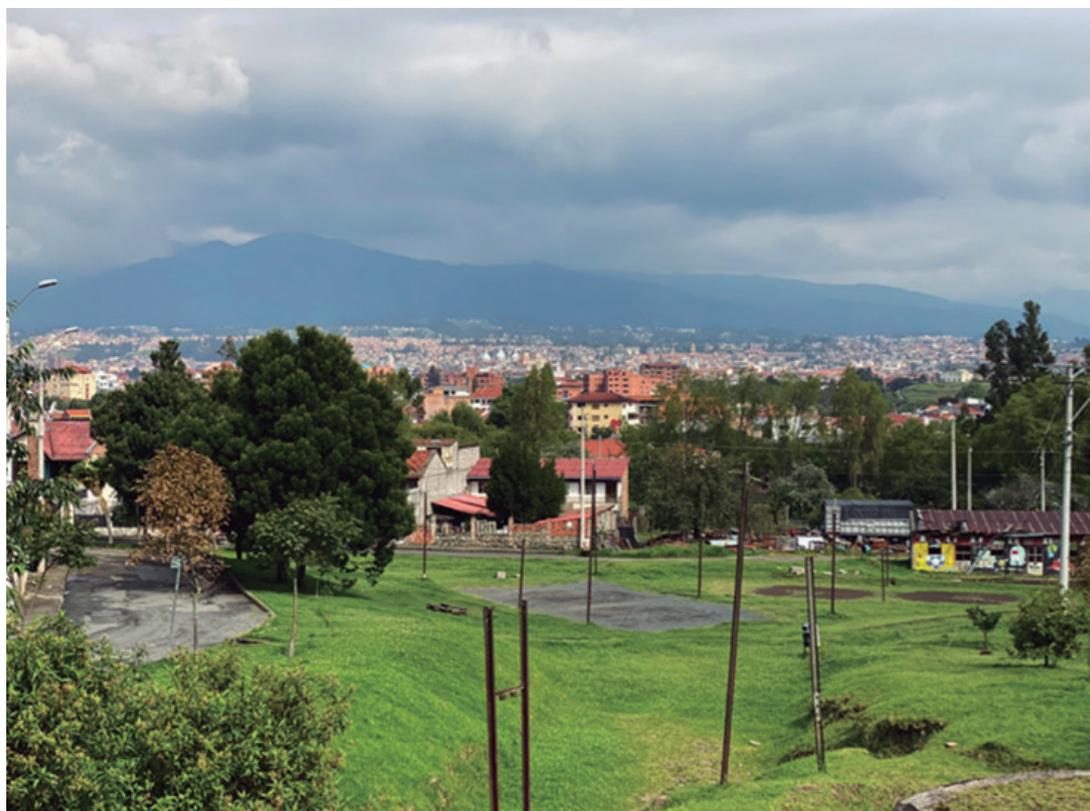


Figura 3. Vistas hacia la ciudad de Cuenca.

Fuente: (CEDILLO, 2022)

tro de este proceso se elaboran bocetos a mano alzada o a su vez con el apoyo de herramientas informáticas como el Photoshop, Ilustrador, Corel, etc.

Etapa 3: **Modelado en 3D.**- Usando softwares de restitución (Revit, SkechUp, etc), se modelará en tres dimensiones (3D) la geometría del área u objeto de diseño en base a las mediciones y demás información recopilada en la etapa 1, luego se procederá a la generación y asignación de texturas a los diferentes elementos del modelo 3D mediante un editor de gráficos rasterizados utilizando como base las fotografías tomadas en la etapa 1, para luego generar un render básico del cuerpo entero que no incluirá ningún tipo de iluminación más que la luz diurna, finalmente se realiza la exportación del modelo 3D al formato .3DS o .IFC u otros formatos compatibles con el software DIALUXEVO, así también, se realiza la exportación de la geometría plana 2D a formato CAD.

Etapa 4: **Propuesta, diseño lumínico.**- En base a la conceptualización definida y la información recopilada en las etapas anteriores, se diseña y calcula el sistema de iluminación de las diferentes áreas del proyecto, haciendo cumplir la normatividad y regulaciones vigentes, sin dejar de lado la integración del aspecto paisajístico, arquitectónico y técnico; luego de ello se proyectarán los circuitos eléctricos y de control.

PROPUESTA DE DISEÑO

La propuesta de diseño se fundamentó en criterios, normas y reglamentos de Ecuador, así también de algunas recomendaciones de normas y guías de iluminación internacionales. El diseño arranca la conceptualización de cada espacio a iluminar en el cual ha sido considerado su marco histórico, su gente, ubicación, localidad, la flora y fauna del sector; luego con la ayuda de software, como Revit, SketchUp y DiaLux evo 10.1 se procedió a realizar los modelados en 3D y cálculos lumínicos respectivamente, dando cumplimiento a los requerimientos iniciales planteados.

Levantamiento de información

Dentro de la etapa levantamiento de la información, los insumos referentes a la definición técnica del proyecto arquitectónico fueron entregados por la Fundación “El Barranco” de la Ilustre Municipalidad de Cuenca [1], mismos que se resumen a continuación.

Área de museo – planta administrativa (zona techada).- Con un área de 131 m² de edificación existente se plantea el área administrativa, este incluye oficinas, sala de reuniones y baterías sanitarias, una vez hecha la inspección necesaria, se plantea la demolición de la cubierta existente para dar paso a una nueva en metal corten más madera, con la finalidad de lograr una reinterpretación de la ya existente. [1]



Figura 5. Área Museo y Administración.

Fuente: (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Plaza y Salón comunal.- Con un área de 114.48 m² se encuentra el bloque del salón comunal edificado en su mayoría con duelas de madera, ladrillo artesanal y cubierta de teja. Este inmueble

se lo recuperará en su totalidad con la finalidad de darle un uso que sirva tanto para reuniones de la comunidad del sector como para los ex trabajadores ferroviarios del Azuay. [1]



Figura 6. Salón comunal.

Fuente: (Arq. Sylvia Katerine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Siendo Cuenca una ciudad cultural se crea una plaza de aproximadamente 1077.64m² con el propósito de dar cabida a los diferentes eventos

culturales de la ciudad. (Arq. Sylvia Katerine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)



Figura 7. Salón comunal.

Fuente: (Arq. Sylvia Katerine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Café Libro y Baterías Sanitarias.- La propuesta contempla la reinterpretación arquitectónica de lo que fue el antiguo taller de reparaciones del ferrocarril, para esto se construye un bloque de aproximadamente 577m² más áreas exteriores en acero corten y vidrio, espacio que albergará a

la cafetería en la parte interior, mientras que en la parte exterior se ubican espacios de lectura y estancia, además de baterías sanitarias que servirían de abasto para el parque. (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)



Figura 8. Café libro y baterías sanitarias.

Fuente: (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Juegos infantiles y Bio saludables.- En la parte casi central del parque y con un área de aproximadamente 481.92 se emplaza el área de juegos infantiles compuesto de espacios de recreación para niños, mientras que, siguiendo los rieles del tren y paralelo a la caminera en la parte final,

se encuentran los bio saludables, con un área de 235m², equipamientos destinados para mejorar la calidad de vida y autonomía personal de la gente del sector. (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)



Figura 9. Juegos infantiles y bio saludables.

Fuente: (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Mirador urbano.- Aprovechando la topografía del lote y la diferencia de nivel muy clara que existe, se propone un mirador urbano con un área de 618.66m², conformada por graderíos que

permiten apreciar las visuales hacia el norte de la ciudad. (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)



Figura 10. Mirador urbano.

Fuente: (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Cancha multiuso y parqueadero.- Se ha considerado, que el alcance funcional de este proyecto, también considere espacios de recreación, acompañado del área de juegos se propone la implementación de un espacio deportivo como una

cancha de multiuso y contigua ésta, se rehabilitará una zona que se usa actualmente como parqueadero, para el mismo uso. (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)



Figura 11. Cancha multiuso y parqueadero público

Fuente: (Arq. Sylvia Katherine Parra Segovia, 17 de Diciembre del 2021)

Flora y Fauna

Flora.- El presente proyecto de iluminación ha sido diseñado en base al estudio de Áreas Verdes y Paisaje que son complementarias al diseño arquitectónico inicial propuesta (Carrión, 2022). A continuación, se resume las diferentes especies consideradas en el parque.

Árboles: Arupo, Guaba, Jacaranda, Cholan, Eugenia.

Altura de siembra: 1 a 6m

Arbustos: Penco, Lavanda, durante.

Altura de siembra: 0.2 a 0.6 m

Matas: Escancel rojo, plumero.

Altura de siembra: 0.2 a 0.3 m

La tipología de estas especies vegetales nos permitirá en nuestro diseño definir la altura de montaje de las luminarias, la temperatura de color, CRI, entre otras. A manera de ilustración a continuación se presentan algunas especies consideradas en el proyecto:



Figura 12. Arupo, Lechero rojo y Jacaranda

Fuente: (Carrión, 2022)

Fauna.- El sistema de iluminación exterior planteado busca conciliar las necesidades de iluminación con el debido respeto por la vida animal nocturna, el cual nos ha llevado a investigar los vínculos entre la iluminación artificial y la biodiversidad. La exposición de la luz artificial a los períodos naturales de oscuridad, puede alterar el funcionamiento natural de los organismos (la sincronización biológica y las habilidades visuales en los humanos como en todas las especies), que se han construido durante miles de millones de años sobre la alternancia natural entre el día y la noche.

En cuanto a la fauna del sector se puede mencionar que mayormente en el área de interés habitan pájaros, murciélago e insectos. (ambiental, 2019) Con el fin de reducir la afeción de su habitat de estas especies con la instalación de iluminación artificial, a continuación, se presenta una tabla que hace alusión a una lista de las longitudes de onda más desfavorables para cada grupo de especies y/o los espectros menos desfavorables si se considera necesaria la instalación de iluminación.

Tabla 1. Bandas espectrales “a evitar” por grupos de especies.

Cuadro 5: Bandas espectrales “a evitar” por grupos de especies (Cuadro elaborado con información del resumen bibliográfico MEB-ANPCEN)

	UV	Violeta	Azul	Verde	Amarillo	Naranja	Rojo	IR
Longitudes de onda (nm)	<400	400 - 420	420 - 500	500 - 575	575 - 585	585 - 605	605 - 700	>700
Pescado de agua dulce	x	x	x	x	x	x	x	
Pescado marino	x	x	x	x				
Crustáceos (zooplancton)	x	x*	x*					
anfibios y reptiles	x	x	x	< 500 y > 550	x	x	x	x
Pájaros	x	x	x	x		x	x	x
Mamíferos (excepto murciélagos)	x	x	x	x			x	
Murciélagos	x	x	x	x				
Insectos	x	x	x	x				

Fuente: (LAURENT PIERMONT, 2015)

Tecnología

Se han considerado para este diseño que todas las luminarias sean de tipo LED construyendo así un alumbrado futuro urbano más ecológico. De esta forma se hace un uso eficiente de la energía ayudando a reducir el consumo energético, y por tanto las emisiones de CO₂ mejorando así la calidad de vida.

Normas

Para el Ecuador, el sector de alumbrado público se administra bajo las normas de: El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que emite el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069, estableciendo requisitos para la iluminación pública; la “AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGIA Y

RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES – ARCERNNR”, con la Regulación ARCERNNR 006/20 de Prestación del Servicio de Alumbrado Público General. Ambas bajo la supervisión del MEER (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable), pero no abarcan todo lo necesario para un sistema de alumbrado ornamental, por lo cual en casos específicos se considerará algunas normas y recomendaciones internacionales.

En la tabla 4 se describen los requisitos y características para áreas críticas distintas a vías vehiculares tomado del Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 ((INEN)) y reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público -RETILAP (2010). Resolución 180540 (ENERGIA, 2022).

Tabla 2. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares.

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminancia promedio (luxes)	Uniformidad general U ₀ ≥ %
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoleas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y aledaños a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40

Fuente: ((INEN)) (ENERGIA, 2022)

A continuación, se presenta en dos tablas 3 y 4 los niveles de iluminación mínimos requeridos en función del área del parque para el presente

proyecto, misma que servirá para dar fiel cumplimiento a los cálculos lumínicos planteados posteriormente.

Tabla 3. Niveles de iluminación mínimos requeridos en función de áreas del parque.

Descripción de Áreas	Tipo de iluminación	Clase de Iluminación	Nivel de iluminación	Uniformidad general $U_{0\geq\%}$	Normas
Cancha multiuso	Funcional	C0	50	40	* RETILAP * RTE-INEN-069 * REGULACIÓN NRO. ARCERNNR 006/20
* Plazas del parque * Área de juegos infantiles * Área biosaludable * Mirador urbano * Camineras principales contiguas a las antiguas rieles del tren.	* Funcional * Decorativa	C1	30	40	* RETILAP * RTE-INEN-069
En parques: * Andenes * Senderos * Paseos y alamedas peatonales	Funcional	C3	15	33	* RETILAP * RTE-INEN-069
Parqueadero	Funcional		10	15	IESRP-20-14 Lighting for Parking Facilities
Fachadas/Monumentos	Decorativa	-	80-100	-	Lighting Guide 6: The exterior environment, TheSLL Lighting Handbook, Table 26.2 Exterior Illuminance Recommendations IES Lighting Handbook, 10th Edition, IESRP-33-14 Lighting for Exterior Environments.
Área de museo - planta administrativa (zona techada)	Funcional		300	40	UNE 12464.1 (Ferias, pabellones de exposiciones 4.1 Alumbrado general)

Fuente: [Autor]

Tabla 4. Niveles de luminancia (cd/m^2) mínimos requeridos de vías que forman o colindan con el parque.

Tipo de vía		Calzadas vehiculares				Relación de alrededores En andenes adyacentes		Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas		Normas
Descripción de vía	Clase de Iluminación	Lprom (cd/m^2)	$U_{0\geq\%}$	$U_{I\geq\%}$	$TI\leq\%$	Epro (Luxes)	$U_{0\geq\%}$	R2 y R3	Emin/Epro(%)	
Av. 24 de Mayo, Av. Gapal	M1	2	40	50	10	13	33			* RETILAP * RTE-INEN-069 * REGULACIÓN NRO. ARCERNNR 006/20
Vía Tumipamba, Vía Cajabamba y Vía C. Joan Tenecela.	M2	1.5	40	50	10	10	33			
Vía Nicolás Vivar Regalado.	M3	1.2	40	50	10	9	33	17	34	

Fuente: [Autor]

Conceptualización.

El diseño de iluminación planteado, nace y se integra al concepto del diseño arquitectónico inicial trazada, poniendo en consideración aspectos que tienen que ver con la recuperación del espacio a través de su marco cultural e histórico (MACHADO MOSCOSO, 2015). A continuación, se presenta a través de un boceto el concepto de cada espacio a iluminar:

Iluminación plaza principal.

Altura del punto de luz: 6m en poste ornamental, sobre estructura techada y empotradas en el piso.

Tipo de luminarias: Ornamentales en poste, lineales bajo techo y/o empotradas en piso.

Fotometría de luminaria: Simétrica y Asimétricas.

Temperatura de color: 4000K (Funcional) & 3000K (Estético).

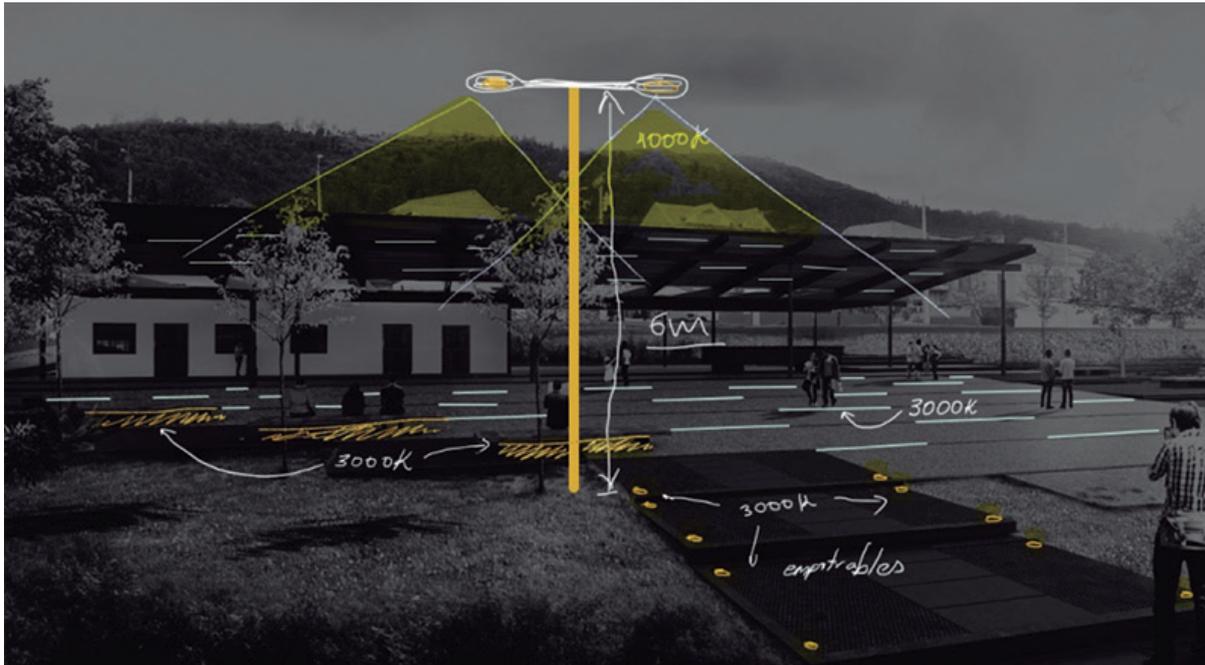


Figura 13. Concepto plaza principal
Fuente: [Autor]

Altura del punto de luz: Embebidas en techo.

Temperatura de color: 4000K (Funcional).

Tipo de luminarias: lineales bajo techo.

CRI: >80

Fotometría de luminaria: Simétrica



Figura 14. Concepto área de museo y planta administrativa
Fuente: [Autor]

Iluminación paso peatonal (Antiguas rieles del tren).

Altura del punto de luz: 6m en poste ornamental y empotradas en el piso.

Tipo de luminarias: Ornamentales en poste, li-

neales debajo de bancas y/o empotradas en piso.

Fotometría de luminaria: Simétrica y Asimétricas.

Temperatura de color: 4000K (Funcional) & 3000K (Estético).

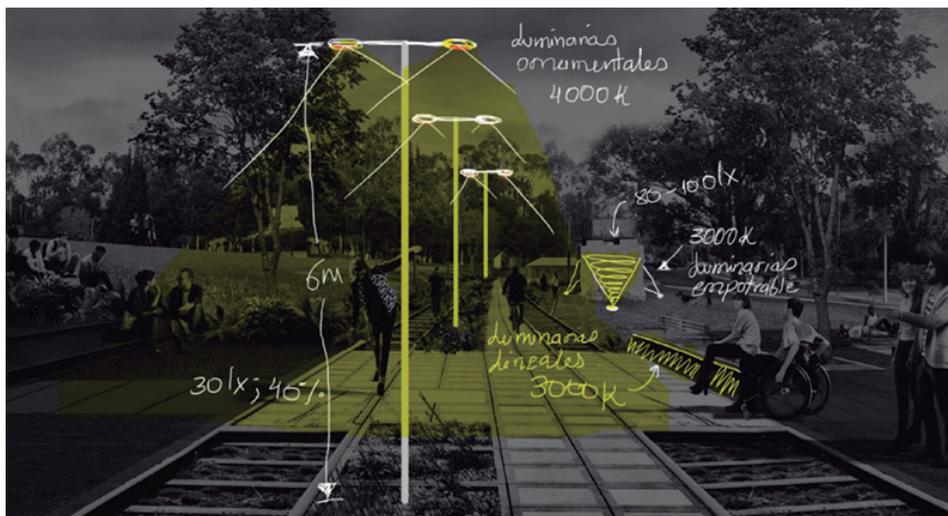


Figura 15. Concepto paso peatonal (Antiguas rieles del tren).

Fuente: [Autor]

Iluminación Juegos infantiles y biosaludables

Altura del punto de luz: 6m en poste ornamental.

Tipo de luminarias: Ornamentales en poste, lineales continuas debajo de bancas y empotradas

en piso.

Fotometría de luminaria: Simétrica y Asimétricas.

Temperatura de color: 4000K (Funcional) & 3000K (Estético).

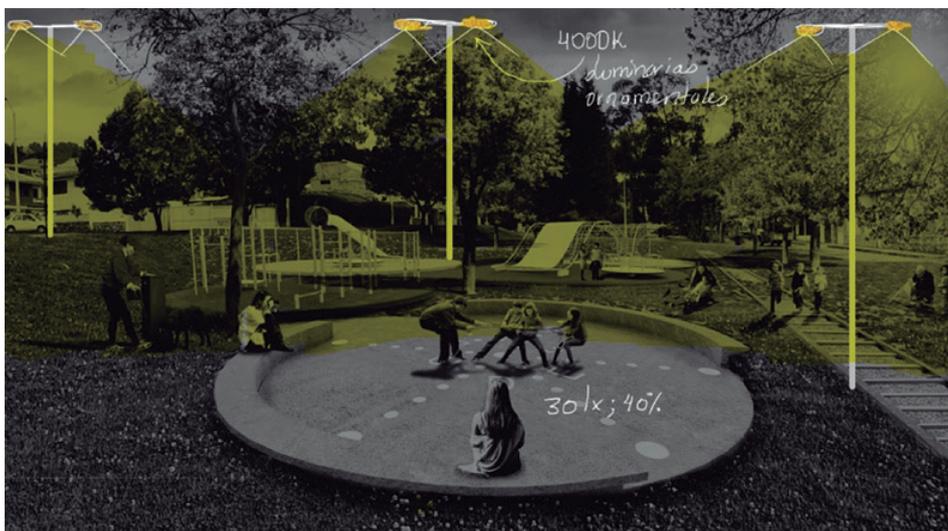


Figura 16. Concepto Juegos infantiles y biosaludables

Fuente: [Autor]

Iluminación del mirador

Altura del punto de luz: 6m en poste ornamental.

Tipo de luminarias: Ornamentales en poste, lineales continuas debajo de bancas y empotradas en piso.

Fotometría de luminaria: Simétrica y Asimétricas.

Temperatura de color: 4000K (Funcional) & 3000K (Estético).

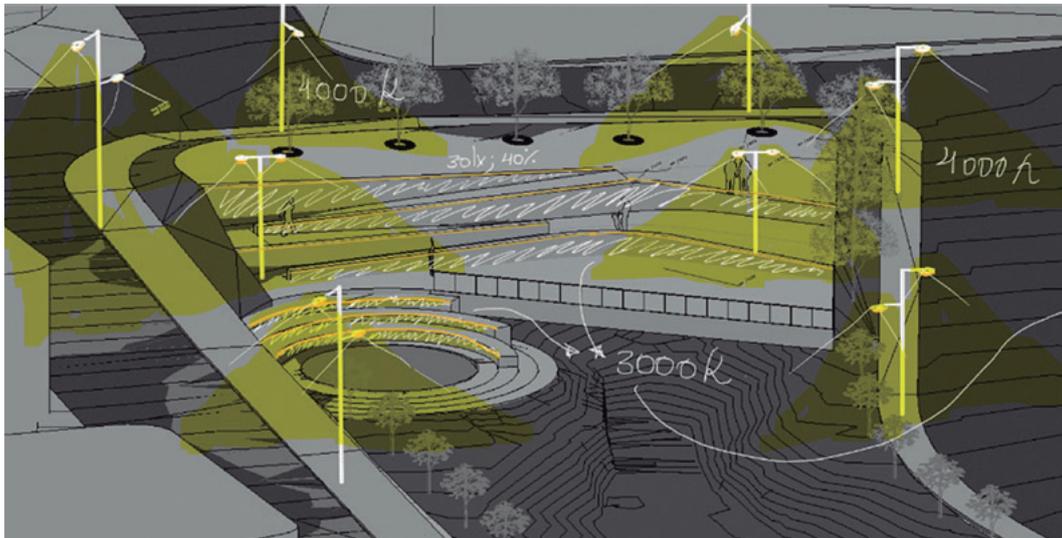


Figura 17. Concepto iluminación del mirador

Fuente: [Autor]

Iluminación de andenes

Altura del punto de luz: 6m en poste de AP.

Tipo de luminarias: Luminarias de AP, diseño

que se integre al entorno.

Fotometría de luminaria: Asimétricas.

Temperatura de color: 4000K (Funcional).

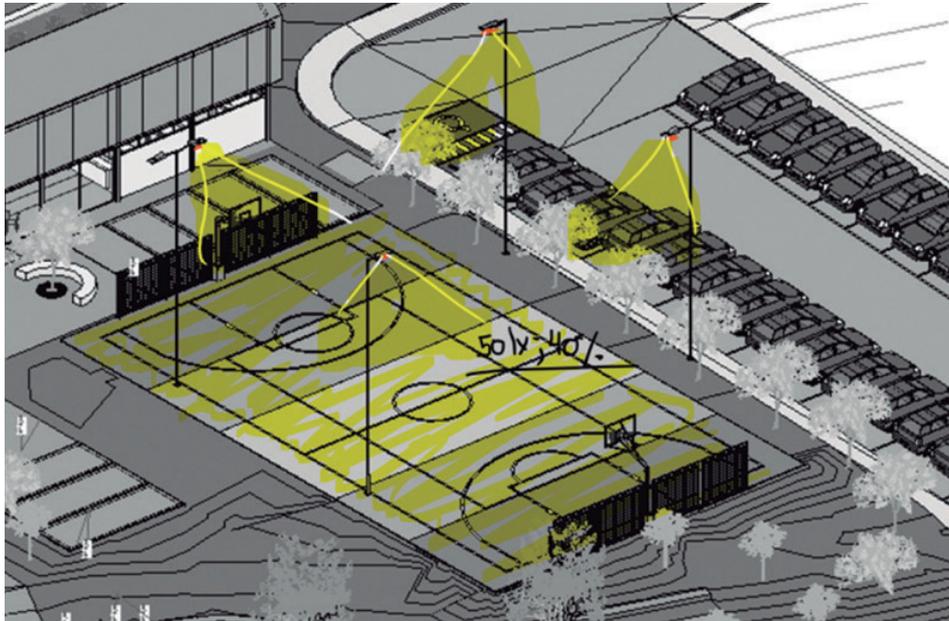


Figura 18. Concepto iluminación de andenes.

Fuente: [Autor]

Iluminación cancha multiuso**Altura del punto de luz:** 9m en poste metálico.**Tipo de luminarias:** Proyectores o luminarias

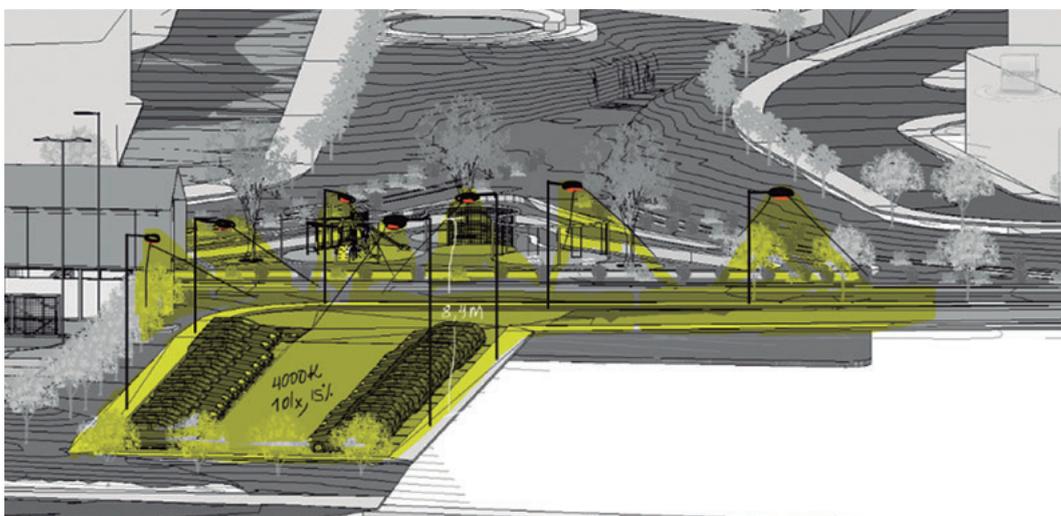
de AP, diseño que se integre al entorno.

Fotometría de luminaria: Asimétricas.**Temperatura de color:** 4000K (Funcional).**Figura 19.** Iluminación cancha multiuso

Fuente: [Autor]

Iluminación del parqueadero.**Altura del punto de luz:** 9m en poste de AP.**Tipo de luminarias:** Luminarias de AP, diseño

que se integre al entorno.

Fotometría de luminaria: Asimétricas.**Temperatura de color:** 4000K (Funcional).**Figura 20.** Iluminación del parqueadero.

Fuente: [Autor]

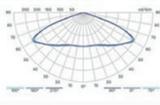
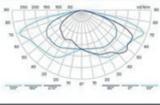
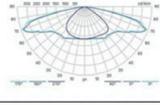
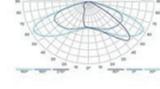
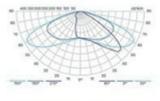
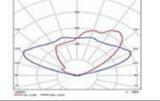
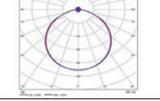
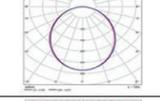
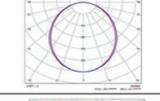
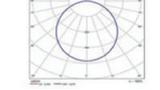
Equipos utilizados.

da cada una de las luminarias consideradas en el diseño de conformidad al espacio.

Luminarias.

En este apartado se describen de manera resumi-

Tabla 5. Características luminaria ornamental simétrica 80W.

Foto	Descripción	Potencia (W)	flujo luminoso (lm)	Eficacia (lm/W)	Temperatura de color (K)	IRC	Vida útil	Fotometría	Ubicación
	LUMINARIA ORNAMENTAL SIMÉTRICA 80W	80	10967	137.1	4000	70	100.000h - L76		En Plazas, Área de juegos infantiles, áreas biosaludables, caminerías y senderos.
	LUMINARIA ORNAMENTAL ASIMÉTRICA 80W	80	11383	142.3	4000	70	100.000h - L76		En Plazas, Área de juegos infantiles, áreas biosaludables, caminerías y senderos.
	PROYECTOR LED ASIMÉTRICO 77W.	77	7309	94.9	4000	70	100.000h - L90		En plaza principal (sobre zona techada)
	LUMINARIA DE AP ASIMÉTRICA DE 61.5W	61.5	8960	145.7	3991	84	100.000h - L95		En andenes/parqueadero/vía de acceso al parqueadero.
	Luminaria AP asimétrica de 119W	119	17788	149.5	3991	84	100.000h - L95		En cancha multiuso.
	LUMINARIA ASIMÉTRICA EMPOTRABLE EN PISO DE 38.1W	38.1	4687	123	3000	100	100.000h - L70		En monumento
	LUMINARIA LINEAL FLEXIBLE SIMÉTRICA	2.5	251	99.6	3000K	84	75.000 h - L70		En bancas y detalles arquitectónicos
	LUMINARIA LINEAL SIMÉTRICA LED DE 101.2W	101.2	11137	110	3991	84	50.0000h - L90		En área de museo & pabellón de exposiciones
	LUMINARIA LINEAL SIMÉTRICA LED DE 50.1W	50.1	6156	122.9	3991	84	50.0000h - L90		En área de museo & pabellón de exposiciones
	LUMINARIA EMPOTRABLE DE 25W.	25	2703	108.1	3991	84	25.000h - L85		En alero del edificio administrativo

Fuente: [Autor]

Factor de mantenimiento

tores como la utilización de la luminaria y al tipo de ambiente donde está instalada.

El factor de mantenimiento (Fm) representa la disminución del flujo luminoso emitido por la luminaria con el paso del tiempo, e influyen fac-

El factor de mantenimiento es resultado del producto de los factores que afectan la luminaria, como se expone en la siguiente ecuación:

$$FM = LLMF * LMF * RSM * LSF$$

RSMF= Room Surface Maintenance Factor

LSF= Lamp Survival Factor

Donde:

FM=Factor de Mantenimiento

LMF= Luminaire Maintenance Factor

LLMF= Lamp Lumen Maintenance Factor

Cálculo de factor de mantenimiento de luminarias consideradas en el proyecto.

En la Tabla 6 se presenta la justificación del factor de mantenimiento para las luminarias consideradas en el proyecto.

Tabla 6. Cálculo del factor de mantenimiento de luminarias considerados en el proyecto.

1. Tipo de luminaria	2. Factor flujo luminoso (TM-21-11)		3. Factor de mantenimiento de la luminaria					4. Cálculo del factor de mantenimiento				
	Vida útil	Reemplazo de fuente (horas)	Período de limpieza de luminarias (años)	Categoría de polución de la instalación	Tiempo de operación en un año (días)	Tiempo de operación diario (horas)	Factor de supervivencia	FLF	fs	FLM	FM	
LUMINARIA DE AP ASIMÉTRICA DE 61.5W/119W.	L95	100000h	100000	2	Baja	365	12	1	0.9	1	0.91	0.82
LUMINARIA ORNAMENTAL SIMÉTRICA 80W	L76	100000h	100000	2	Baja	365	12	1	0.75	1	0.91	0.68
PROYECTOR LED ASIMÉTRICO 77W.	L90	100000h	100000	2	Baja	365	12	1	0.9	1	0.87	0.78
LUMINARIA LINEAL SIMÉTRICA LED DE 101.2W	L90	50000h	50000	2	Baja	150	6	1	0.9	1	0.91	0.82
LUMINARIA LINEAL FLEXIBLE SIMÉTRICA	L70	75000h	75000	2	Baja	365	12	1	0.7	1	0.91	0.64
LUMINARIA ASIMÉTRICA EMPOTRABLE EN PISO DE 38.1W	L70	100000h	100000	2	Baja	365	12	1	0.7	1	0.91	0.64

Fuente: [Autor]

Estructura soporte

El sistema de iluminación propuesto presenta tres (3) disposiciones de estructura de soporte

para la instalación de los puntos de luz, mismos que se presentan a continuación:

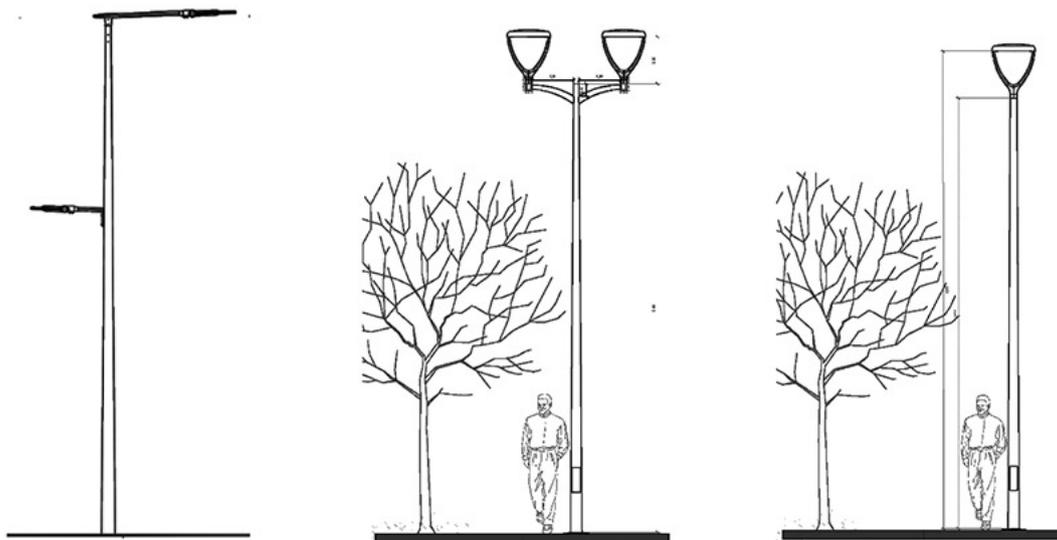


Figura 21. (a) Poste metálico para montaje de dos luminarias LED de 61.5W y 119W ornamental y lumbrado vial respectivamente, alturas de montaje 6 y 9m. (b) Poste ornamental para instalación de dos luminaria de 80W, altura de montaje 6m. (c) Poste ornamental instalación de luminaria de 80W, altura de montaje 6m.

Fuente: (lightability, 2023)

Modelado en 3D

Usando los softwares de restitución Revit y SketchUp se logró modelar en tres dimensiones (3D) la geometría del parque completo, luego se procedió con la generación y asignación de texturas

a los diferentes elementos del modelo 3D, finalmente se realizó la exportación a la extensión .IFC formato con el cual el software DIALUXE-VO nos permito realizar los cálculos lumínicos necesarios.

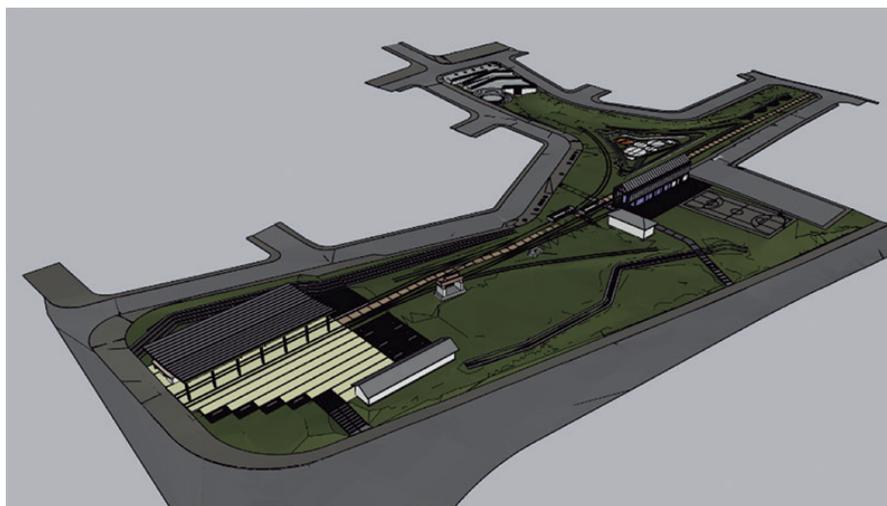


Figura 22. Modelo 3D en formato .IFC
Fuente: Software SketchUp

Resultados

Este capítulo tiene como objetivo describir los resultados de los cálculos de iluminación desarrollados para cada área de interés del parque

objeto del presente diseño. Previo a ello, se presenta una tabla resumen que muestra el cumplimiento de cada espacio analizado.

Plaza Principal

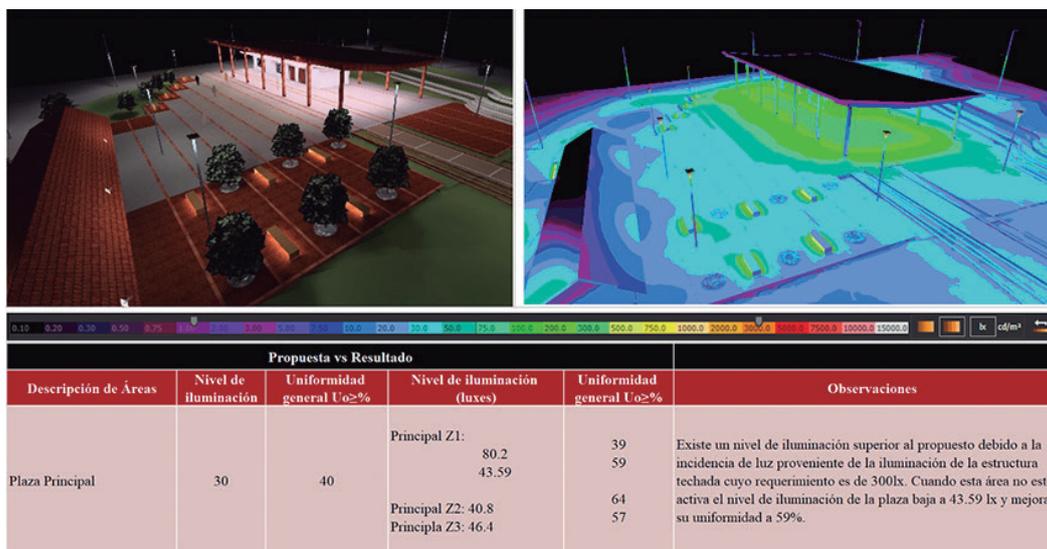


Figura 23. Resultados plaza principal.
Fuente: [Autor]

Área de museo - planta administrativa (zona techada)

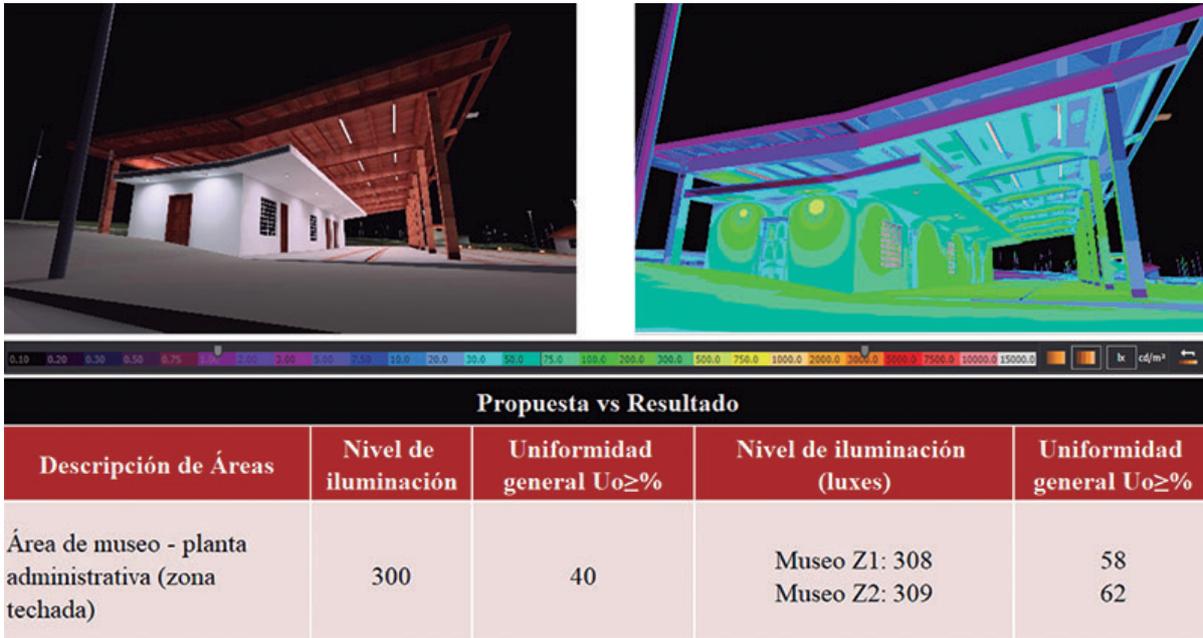


Figura 24. Resultados del área de museo.

Fuente: [Autor]

Mirador urbano

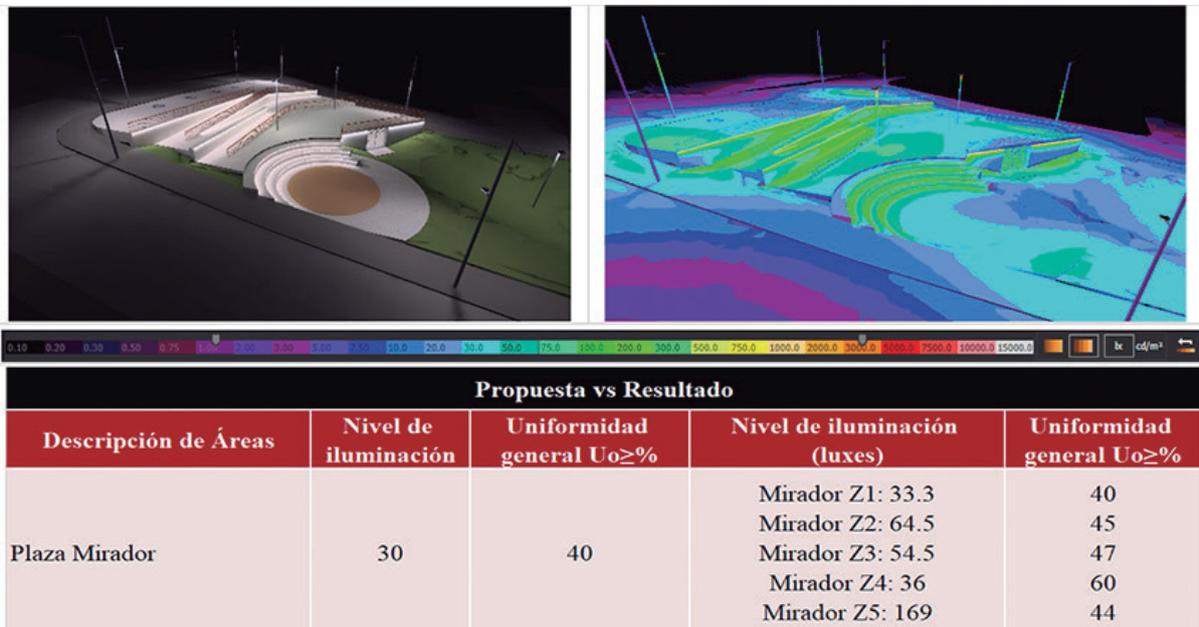


Figura 25. Resultados mirador urbano

Fuente: [Autor]

Café libro (Plaza 2)

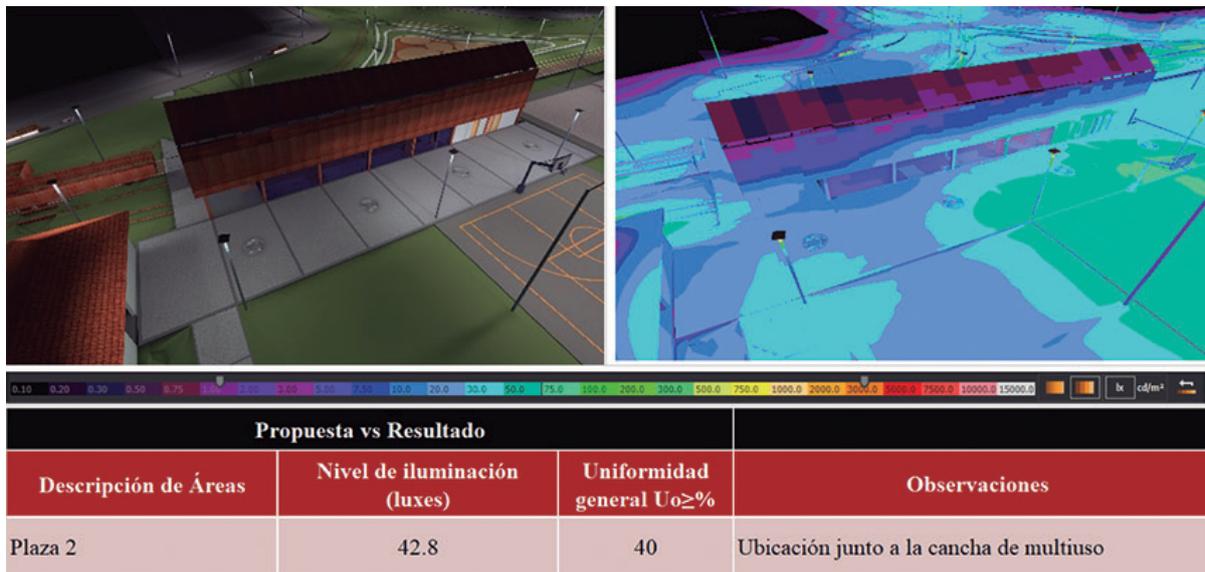


Figura 26. Resultados café libro (Plaza 2).
Fuente: [Autor]

Cancha multiuso

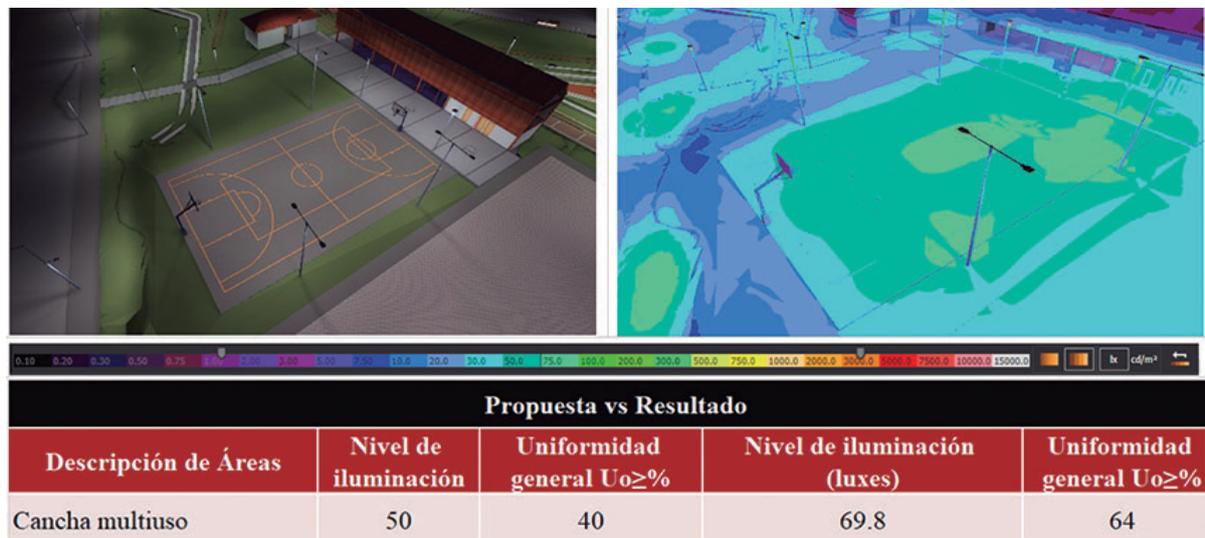


Figura 27. Resultados cancha multiuso
Fuente: [Autor]

Área de juegos infantiles

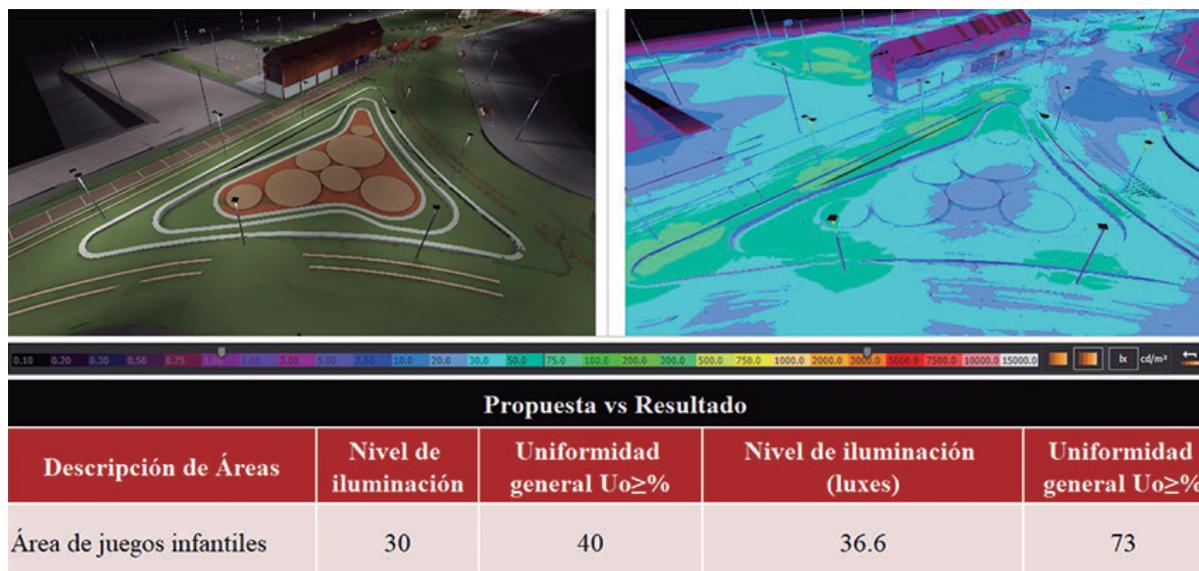


Figura 28. Resultados área de juegos infantiles
Fuente: [Autor]

Área biosaludable

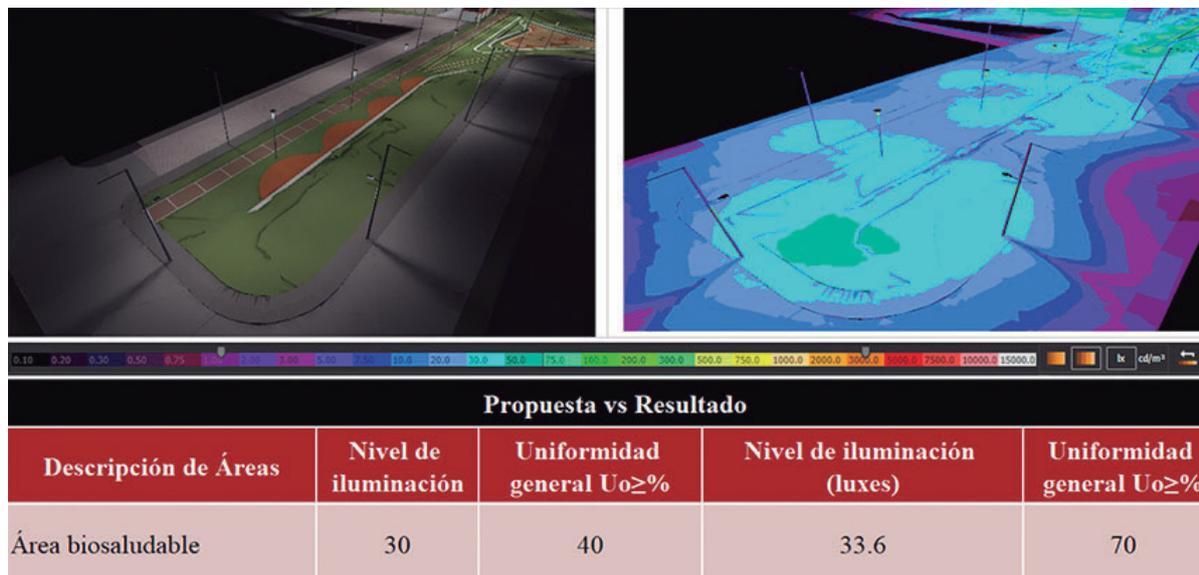


Figura 29. Resultados área biosaludable
Fuente: [Autor]

Parqueadero público y vía acceso

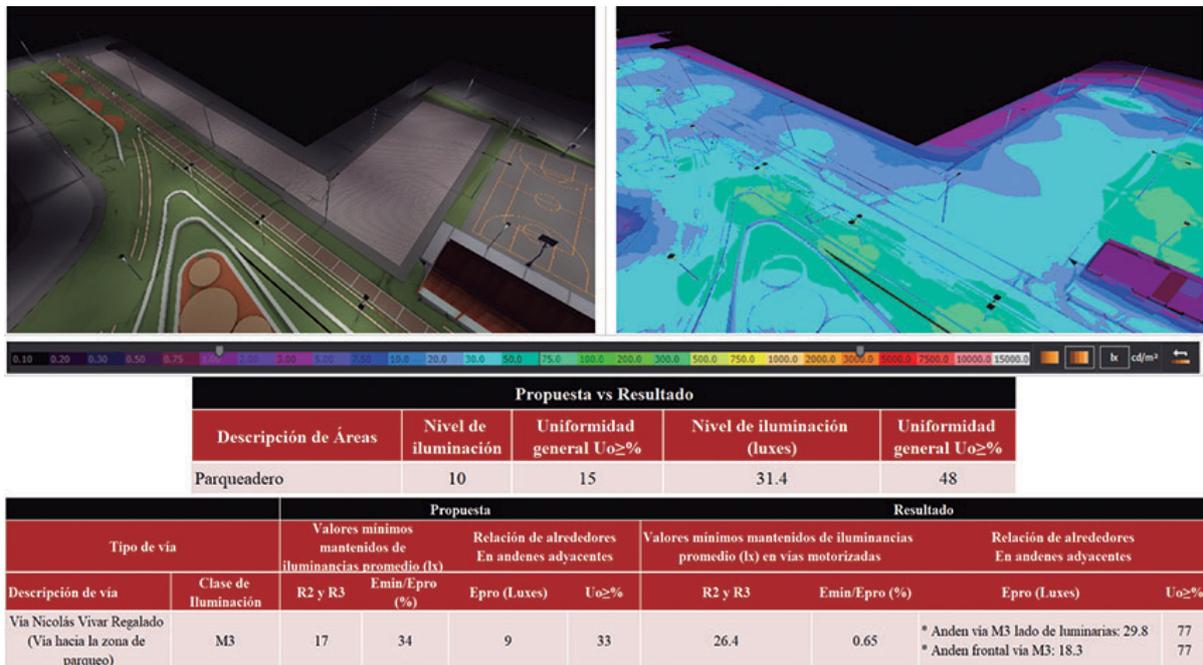


Figura 30. Resultados parqueadero público y vía de acceso

Fuente: [Autor]

Camineras principales y contiguas a las antiguas rieles del tren

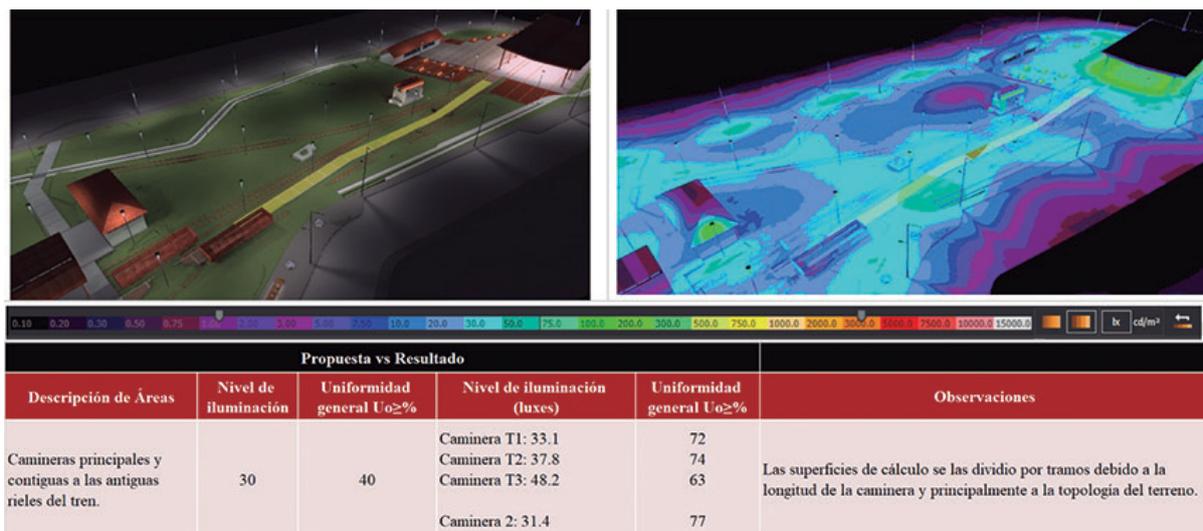


Figura 31. Camineras principales y contiguas a las antiguas rieles del tren

Fuente: [Autor]

Senderos

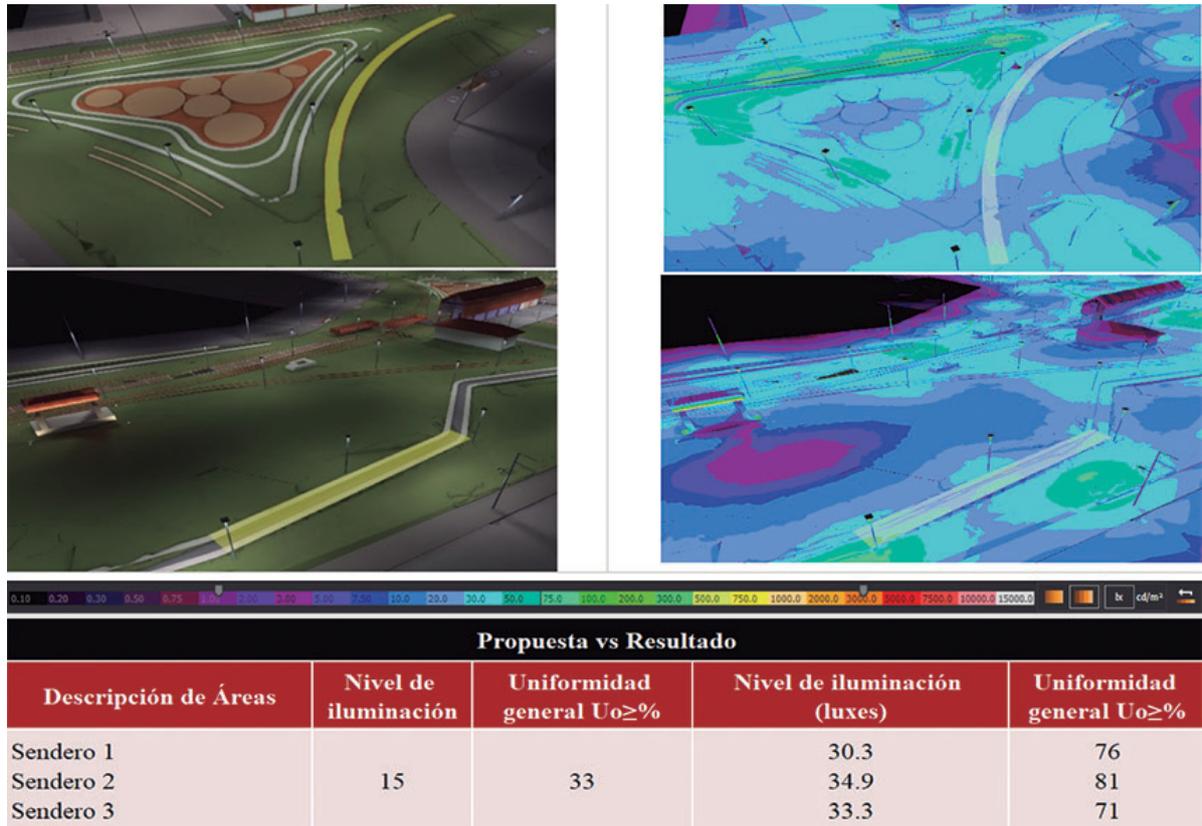


Figura 32. Resultados senderos
Fuente: [Autor]

Monumento

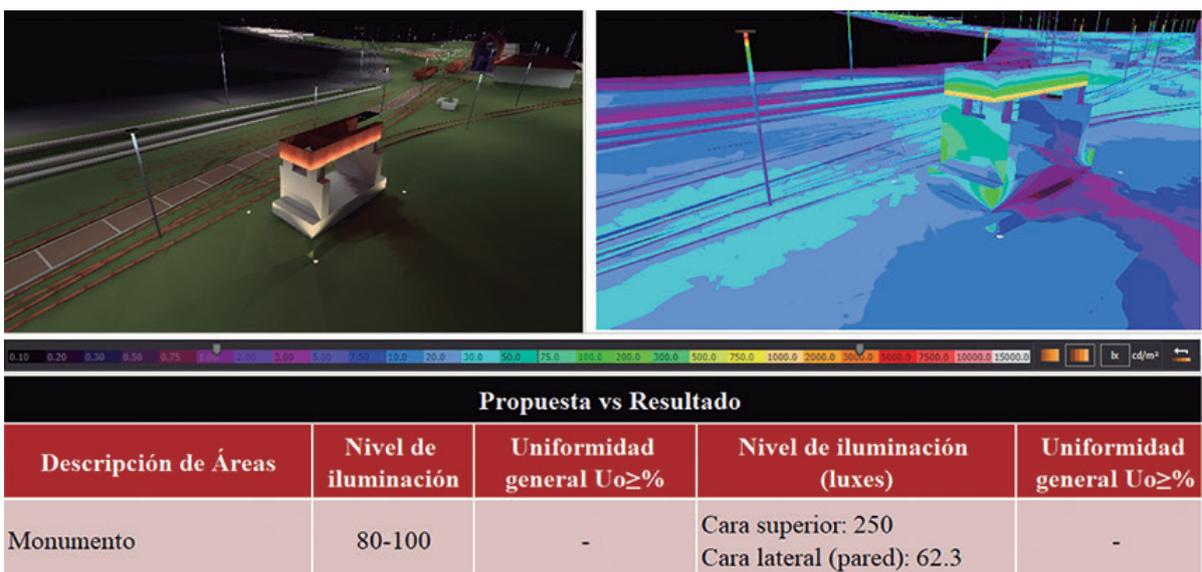


Figura 33. Monumento
Fuente: [Autor]

Escaleras

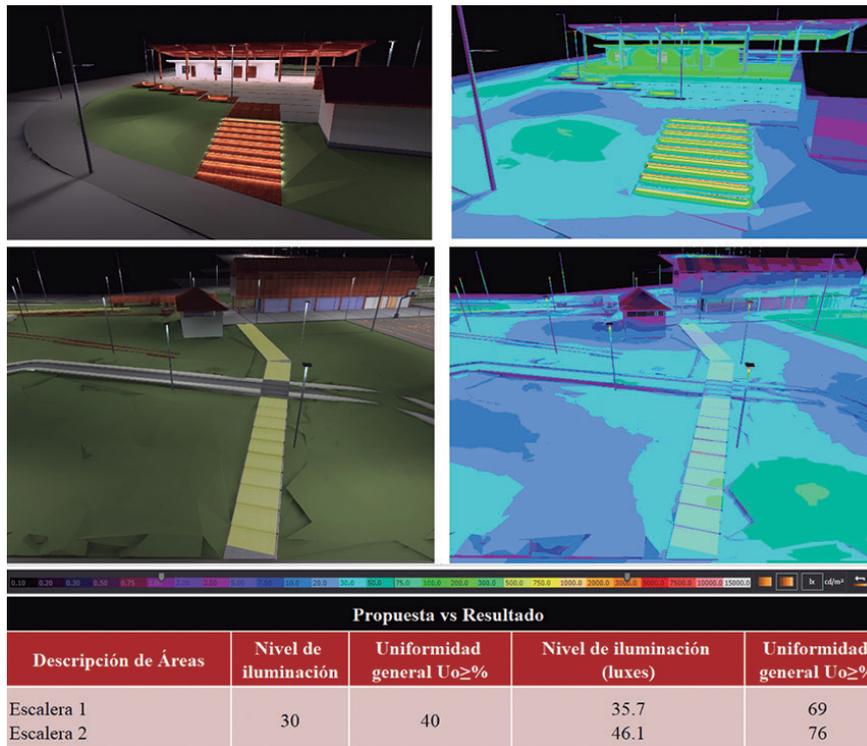


Figura 34. Resultados escaleras

Fuente: [Autor]

Andenes

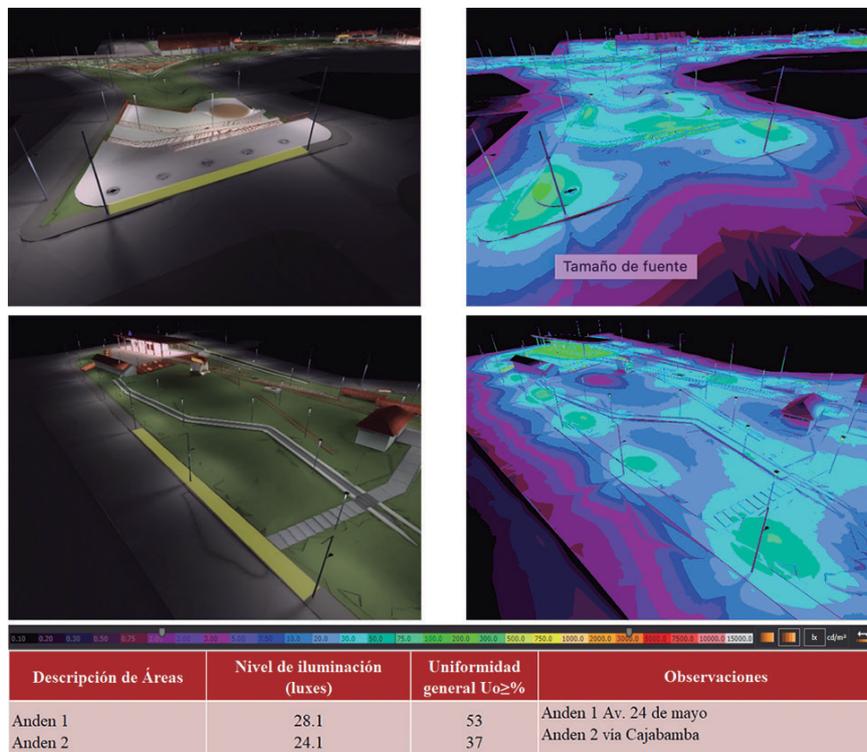


Figura 35. Resultados andenes.

Fuente: [Autor]

Resumen de cálculos de iluminación

Tabla 7. Tabla resumen del cumplimiento de los niveles de iluminación de las diferentes áreas del parque.

Descripción de Áreas	Nivel de iluminación (luxes)	Uniformidad general $U_{0\geq\%}$	Observaciones			
Cancha multiuso	69.8	64				
Plaza Principal	Principal Z1: 80.2 43.59	39 59	Existe un nivel de iluminación superior al propuesto debido a la incidencia de luz proveniente de la iluminación de la estructura techada cuyo requerimiento es de 300lx. Cuando esta área no este activa el nivel de iluminación de la plaza baja a 43.59 lx y mejora su uniformidad a 59%.			
	Principal Z2: 40.8 Principla Z3: 46.4	64 57				
Plaza Mirador	Mirador Z1: 33.3	40				
	Mirador Z2: 64.5	45				
	Mirador Z3: 54.5	47				
	Mirador Z4: 36	60				
	Mirador Z5: 169	44				
Plaza 2	42.8	40	Ubicación junto a la cancha de multiuso			
Área de juegos infantiles	36.6	73				
Área biosaludable	33.6	70				
Camineras principales y contiguas a las antiguas rieles del tren.	Caminera T1: 33.1	72	Las superficies de cálculo se las dividió por tramos debido a la longitud de la caminera y principalmente a la topología del terreno.			
	Caminera T2: 37.8	74				
	Caminera T3: 48.2	63				
	Caminera 2: 31.4	77				
Escalera 1	35.7	69				
Escalera 2	46.1	76				
Sendero 1	30.3	76				
Sendero 2	34.9	81				
Sendero 3	33.3	71				
Anden 1	28.1	53	Anden 1 Av. 24 de mayo			
Anden 2	24.1	37	Anden 2 via Cajabamba			
Parqueadero	31.4	48				
Monumento	Cara superior: 250	-				
	Cara lateral (pared): 62.3					
Área de museo - planta administrativa (zona techada)	Museo Z1: 308	58				
	Museo Z2: 309	62				
Tipo de vía	Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas			Relación de alrededores En andenes adyacentes		Observaciones
Descripción de vía	Clase de Iluminación	R2 y R3	E _{min} /E _{pro} (%)	E _{pro} (Luxes)	U ₀ ≥%	
Via Nicolás Vivar Regalado (Vía hacia la zona de parqueo)	M3	26.4	0.65	* Anden vía M3 lado de luminarias: 29.8	77	
				* Anden frontal vía M3: 18.3	77	

Fuente: [Autor]

Ubicación de luminarias.

Se adjunta al presente informe, el plano de diseño de iluminación anexo Nro. 1.

Ilustraciones.

En el anexo Nro. 2 se presentan algunas ilustraciones de todo el proyecto tomadas de diferentes ángulos.

Conclusiones y recomendaciones

- El diseño de iluminación planteado se realizó bajo las normativas: Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069, la Regulación ARCERNNR 006/20 de la AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGIA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES (ARCERNNR), Reglamento de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, A. (2010), Resolución 180540. Ministerio de minas y energías de la Republica de Colombia, , Norma Española. UNE-EN 12464–1 Febrero 2012. Iluminación de los lugares de trabajo., IESRP-20-14 Lighting for Parking Facilities y The SLL Lighting Handbook, Table 26.2 | Exterior Illuminance Recommendations.
- El diseño fue elaborado con el 100% de luminarias de tecnología LED, en el cual se logra reducir el consumo energético, liberando así la carga excesiva que generan los sistemas de alumbrado público convencionales.
- Se analizó y utilizó la fotometría adecuada para iluminar cada espacio del parque, en donde se pudo constatar la reducción de puntos de luz que se traduce en un ahorro económico, así como también la disminución de la contaminación lumínica.

Referencias

- [1] (INEN), E. I. (s.f.). Reglamento Técnico Ecuatoriano. “Alumbrado Público”. Ecuador .
- [2] (s.f.). ambiental, C. g. (2019). Guía de mamíferos de las zonas urbanas y periurbanas de Cuenca . 1-8.
- [3] Arq. Silvia Katherine Parra Segovia, A. J. (10 de Junio de 2020). Arq. Sylvia Katerine Parra Segovia, Arq. Javier Gonzalez Morrocho, Fundación Municipal El Barranco. Términos de referencia, Estudio de ingenierías complementarias para el proyecto “Parque del Ferrocarril Miguel Ángel Estrella”. Cuenca, Azuay.
- [4] Arq. Sylvia Katerine Parra Segovia, A. J. (17 de Diciembre del 2021). ESTUDIO DE INGENIERÍAS COMPLEMENTARIAS PARA EL PROYECTO. Cuenca.
- [5] Carrión, C. C. (2022). ESTUDIO DE ÁREAS VERDES Y PAISAJE. Cuenca.
- [6] CEDILLO, A. P. (2022). ESTUDIO DE ÁREAS VERDES Y PAISAJE. CUENCA.
- [7] CUENCA, A. D. (20 de 05 de 2023). ALCALDÍA DE CUENCA 2023-2027. Obtenido de <http://ide.cuenca.gob.ec/geoportal-web/viewer.jsf>
- [8] CUENCA, G. M. (05 de MAYO de 2023). ALCALDÍA DE CUENCA. Obtenido de <http://ide.cuenca.gob.ec/geoportal-web/viewer.jsf>
- [9] ENERGIA, M. D. (25 de Febrero de 2022). REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO.
- [10] González Silva, D. (2022). Revisorio

- Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22579/1/UPS%20-%20TTS809.pdf>
- [11] LAURENT PIERMONT, A.-M. D. (2015). Asociación Nacional para la Protección del Cielo Nocturno y el Medio Ambiente. MEB-ANPCEN, 29-39.
- [12] lightability, S. E. (15 de 04 de 2023). Schreder Experts in lightability. Obtenido de Schreder Experts in lightability: <https://sp.schreder.com/es>
- [13] López Arias, S. (2015). Repositorio de la Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54043/1053814558.2015.pdf>
- [14] MACHADO MOSCOSO, J. E. (2015). ANTEPROYECTO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE LA ANTIGUA ESTACIÓN DEL FERROCARRIL “MIGUEL ÁNGEL ESTRELLA”. CUENCA, AZUAY, ECUADOR.
- [15] MAPS, G. (01 de 05 de 2023). GOOGLE MAPS. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/place/Estaci%C3%B3n+-Cuenca+de+Ferrocarriles+del+Ecuador./@-2.9161895,-78.9947092,18.83z/data=!4m5!3m4!1s0x91cd19971f0ace5b:0x2fbf29fd1d229a8!8m2!3d-2.9159804!4d-78.9948929?hl=es>
- [16] MOSCOSO, J. E. (01 de ENERO de 2015). ANTEPROYECTO DE RECUPERACIÓN Y REGENERACIÓN DE LA ANTIGUA ESTACIÓN DEL FERROCARRIL “MIGUEL ANGEL ESTRELLA”. CUENCA, AZUAY, ECUADOR. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/1246/2/MACHADO.pdf>
- [17] Wikipedia. (2023). Wikipedia. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Alumbra-do_p%C3%BAblico

Recibido: 01 de marzo de 2023

Aceptado: 01 de abril de 2023