

# Proyectos de Cooperación con las Parroquias Rurales del Ecuador – Iluminación de Espacios Públicos

Patricia Elizabeth Otero  
Valladares  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica Nacional  
Quito- Ecuador  
patricia.otero@epn.edu.ec

Juan David Ramírez  
Guasgua  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica  
Nacional  
Quito- Ecuador  
juan.ramirezd@epn.edu.ec

Paola Guachanama  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica Nacional  
Quito- Ecuador  
paola.guachanama@epn.edu.ec

Vinicio Llamuca  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica  
Nacional  
Quito- Ecuador  
vinicio.llamuca@epn.edu.ec

Alejandro Medina  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica Nacional  
Quito- Ecuador  
alejandro.medina@epn.edu.ec

Kevin Párraga  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica  
Nacional  
Quito- Ecuador  
kevin.parraga@epn.edu.ec

David Sinchi  
Facultad de Ingeniería  
Eléctrica  
Escuela Politécnica Nacional  
Quito- Ecuador  
david.sinchi@epn.edu.ec

**Resumen**—Este documento presenta un resumen de los estudios eléctricos de iluminación en los parques parroquiales de Tumbaco, San Juan de Ilumán y coliseo de San Juan de Ilumán, se detallan las condiciones actuales de las infraestructuras y cómo se realizaron los diseños de iluminación para mejorar el sistema de iluminación de estas parroquias, esto, empleando normativas de diseño nacionales. Las simulaciones fueron ejecutadas en el software de simulación de iluminación DIALux, también se realizaron estudios de dimensionamiento del conductor con sus respectivas protecciones de sobre corriente y voltaje.

**Keywords**—estudios de iluminación, iluminación hornamental, DIALux.

## I. INTRODUCCIÓN

Entre las actividades de vinculación del Departamento de Energía Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional (DEE), está la cooperación con la comunidad a través de asesoría técnica. Es así como se identifica la oportunidad de mejorar la calidad de vida de las parroquias rurales mediante el desarrollo de estudios de iluminación que permitan proporcionar confort visual en espacios público como son parques y coliseos.

En este contexto, el DEE proporcionó diseños de alumbrado ornamental para las parroquias de San Juan de Ilumán y Tumbaco. Estos diseños fueron elaborados por los estudiantes de la carrera en Electricidad bajo la supervisión de los docentes, de esta forma, los estudiantes aportan a la sociedad a través de la aplicación de conocimientos técnicos y el desarrollo de proyectos que consideran la responsabilidad ética y profesional.

## II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de los diseños se consideró la ubicación de las infraestructuras públicas y su entorno, además, de las normas y estándares aplicables a nivel nacional e internacional para iluminación ornamental de espacios públicos. Se utilizó diseño asistido por computadora mediante el software Dialux,

que es un libre y permite también la simulación de resultados y escenas de iluminación.

### A. Estado actual de las instalaciones

La Parroquia de Tumbaco se encuentra al lado oriental de Quito y a una distancia de 14 km por carretera, con una superficie de 182 km<sup>2</sup>. El parque se encuentra ubicado en el centro del poblado [1]. En la evaluación del sistema de iluminación existente se identificaron deficiencias en el nivel de iluminación en ciertas áreas, la necesidad de incorporar nuevas luminarias y sustituir otras.

El alumbrado público ornamental del parque central de Tumbaco actualmente está constituido por luminarias montadas sobre mástiles tipo poste metálico de color verde de estilo ornamental y cuya fuente luminosa son focos de tipo bombillo LED (50W) con rosca E27 alimentados a 120 V, mientras que, para resaltar la pileta central y la escultura del colibrí, se tiene reflectores tipo led (50W) montados sobre los mismos postes que rodean la pileta, en la Figura 1 se muestra una imagen del parque.

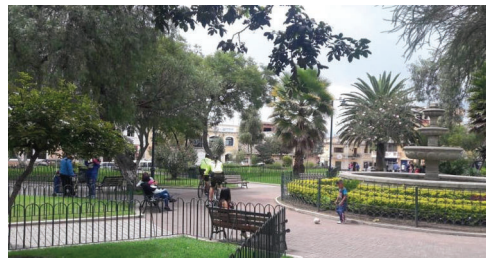


Figura 1. Vista general del parque Central de Tumbaco

La Parroquia San Juan de Ilumán se encuentra en el cantón Otavalo de la provincia de Imbabura, tiene una superficie aproximada de 22 km<sup>2</sup> y su cabecera cantonal es el pueblo San Juan de Luján [2]. El parque de San Juan de Ilumán se ubica en el cantón de Otavalo, en la provincia de Imbabura, está

rodeado por una iglesia, un colegio y por la casa comunal. En fechas festivas, el parque se emplea para el desarrollo de eventos como: bailes tradicionales, fuegos pirotécnicos, exposiciones de la gastronomía de la zona, ceremonias religiosas. La Figura 2 muestra el parque.



Figura 2. Vista general del parque San Juan de Ilumán

El coliseo de San Juan de Iluman (Figura 3), cumple también las funciones de sala de reuniones y eventos para la parroquia.



Figura 3. Vista general del coliseo de San Juan de Ilumán

### B. Consideraciones de diseño de iluminación

Para el diseño de iluminación se consideran los siguientes conceptos básicos [3]:

**Factor de utilización ( $\eta$ ).** Indica la relación entre el número de lúmenes que emite la lámpara y los que llegan de forma efectiva al plano de trabajo, este factor es proporcionado por el fabricante de las lámparas y el índice del local.

**Cálculo del flujo luminoso total ( $\Phi$ ).** Se emplea la siguiente ecuación para su cálculo [1]:

$$\Phi_T = \frac{E_m * S}{\eta * F_m} \quad (1)$$

Donde:

- $\Phi_T$  Flujo de lúmenes requeridos para iluminar el área.
- $E_m$  Iluminación media requerida en luxes.
- $S$  Superficie a iluminar en  $m^2$ .
- $F_m$  Factor de mantenimiento otorgada por el fabricante.
- $\eta$  Factor de utilización, otorgado por el fabricante.

**Número de luminarias requeridas ( $NL$ ).** Se determina con la ecuación (2)

$$NL = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} \quad (2)$$

Donde:

- $\Phi_L$  Flujo luminoso que proporciona las luminarias.

**Cálculo del índice del local ( $k$ ).** Es la relación entre el flujo de luz, que es emitido por la lámpara o luminaria y el flujo de luz que llega de la lámpara a la superficie a iluminar.

$$k = \frac{L * a}{h * (L * a)}$$

Donde,

- $L$  Longitud de la zona a iluminar
- $a$  Ancho de la zona a iluminar
- $h$  Altura considerada desde el plano de trabajo

### III. RESULTADOS

A partir del levantamiento del plano y de la información de la infraestructura, se aplicó las consideraciones de diseño y los niveles de iluminación de la normativa aplicable. Los resultados para cada infraestructura se presentan a continuación.

#### A. Iluminación del parque central de Tumbaco

En el correspondiente levantamiento del plano de planta del parque se empleó una comparación con la información disponible de la base de datos de la EEQ en la plataforma ArcGIS y la observación y medición en campo [2].

La conexión del alumbrado público del parque es principalmente una red subterránea de bajo voltaje que parte de un tablero de distribución ubicado en el edificio “Cas somos Tumbaco”, de que se derivan 4 circuitos que alimentan a cada una de las luminarias. Las mediciones de iluminación en luxes en cada área, presentan valores promedio inferiores a los 20 lx mínimos requeridos para el tráfico peatonal indicado en la Tabla 6 de la regulación ARCERNR 006/20. En la Figura 4 se aprecia la simulación con la iluminación actual del parque.

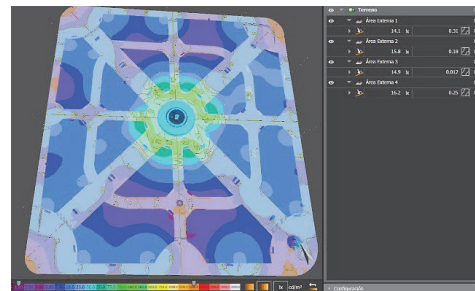


Figura 4. Resultado gráfico islux de iluminación actual en DIALux

Para el rediseño se decidió emplear la luminaria modelo Townguide Performer BDP 103 Series, ya que presenta un grado de protección IP66, y el tipo de poste es de tipo cónico de 6 m de altura del plano de trabajo [4][15]. En la Figura 5 se aprecia este modelo.



Figura 5. Luminaria Townguide Performer PBBDP 103 Series [4]

Los parámetros utilizados para el diseño de iluminación del parque son las dimensiones que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Mediciones para el Parque de Tumbaco

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Altura de montaje de lámparas        | 6.2 m                 |
| Altura de trabajo                    | 0 m                   |
| Nivel de iluminación requerida       | 20-50 lx              |
| Lado (A)                             | 83.72 m               |
| Lado (B)                             | 89.51 m               |
| Lado (C)                             | 80.87 m               |
| Lado (D)                             | 80.76 m               |
| Altura sobre el plano de trabajo (H) | 6 m                   |
| Superficie de trabajo (S)            | 6994.5 m <sup>2</sup> |

Se considera un  $\eta = 0.77$  y se calcula el flujo luminoso, dando como resultado un número total de lámparas de 48. Al parque central se lo ha dividido en 4 zona de trabajo o áreas exteriores, cada una se subdivide en 2 ramales (circuitos) diferentes para la correcta distribución de las iluminarias. Se agregaron 4 luminarias más en los senderos principales para homogeneizar la iluminación y se elaboró del plano eléctrico considerando la simbología dada por la normativa de la EEQ y la conexión con el sistema subterráneo existente [7].

De los resultados de cálculo de iluminación en DIALux se llegaron a apreciar valores superiores a los 20 lx mínimos requeridos, visualizándose con la incidencia de las líneas isolux que los senderos del parque al igual que la pileta y vereda externa se encuentran eficazmente iluminados, mejorando la estética y seguridad del parque en estas áreas peatonales. Las Figuras 6 y 7 presentan los resultados de la simulación.

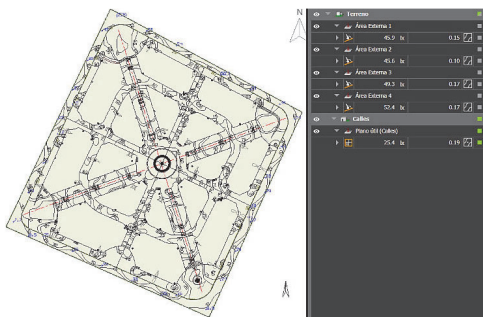


Figura 6. Resultado de objeto de cálculo de iluminación en DIALux

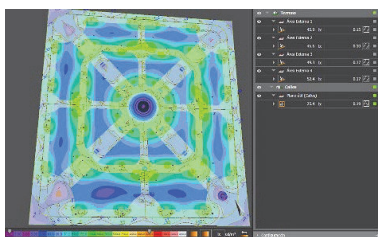


Figura 7. Resultado grafico isolux de iluminación en DIALux

Con base a la potencia del sistema de iluminación, se dimensionó el cableado y protecciones, además, se estableció el presupuesto para la implementación USD \$26.700,00

**B. Iluminación para el parque San Juan de Ilumán**

De la misma forma que en el caso Tumbaco, para este parque se utiliza el método del flujo total. Se considera un nivel de iluminación de 30 luxes y una superficie de 51 x 60 metros. Se utiliza una luminaria con un flujo de 9312 lm y el factor de mantenimiento escogido es de 0.6. Aplicando el método, se obtienen los siguientes resultados:

$$k = \frac{50 \times 60}{3 \times (50 + 60)} = 9.091$$

$$\eta = 0.94$$

$$\Phi_T = \frac{(30) \times (3000)}{(0.94) \times (0.6)} = 159574.468$$

$$NL = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} = \frac{159574.468}{9312} \approx 17.13$$

Por la configuración del parque, en lugar de 17 luminarias se utilizó 21 luminarias y los resultados de la simulación se muestran en las Figuras 8.

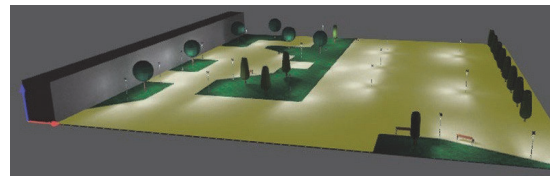


Figura 8. Diseño de iluminación del parque Ilumán realizado en el software Dialux, vista lateral

De la Figura 8 se puede apreciar que en los espacios verdes no se toma en cuenta la distribución de iluminación; esto se debe a que en estas zonas habrá tránsito de personas. El presupuesto tal para las adecuaciones del parque asciende a \$4.200,00 USD.

**C. Rediseño del sistema de iluminación de coliseo de San Juan de Ilumán**

Se considera las características y las dimensiones de 25 x 16 x 7 m (largo x ancho x altura) coliseo, para su simular en el programa DIALux. La Figura 9 muestra la vista en tres dimensiones.

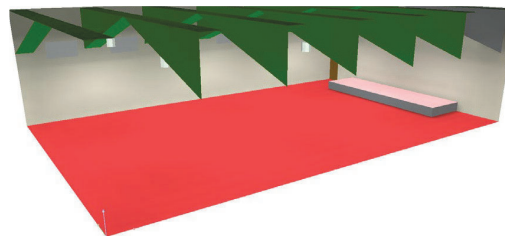


Figura 9. Coliseo de San Juan de Ilumán, vista en 3D simulada en DIALux

El nivel de iluminación es requerido es de 300 [lx], correspondiente a tareas con requisitos visuales simples. Se utiliza una luminaria similar a la de la Figura 10.



Figura 10. Luminaria utilizada en el Coliseo de San Juan de Iluman [5]

Se ubican seis luminarias en todo el recinto según lo indicado en la Figura 11, con lo que se alcanza el nivel de iluminación requerido.

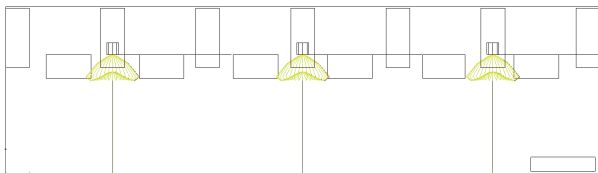


Figura 11. Disposición de luminarias en coliseo de San Juan de Ilumán, vista frontal

#### IV. CONCLUSIONES

Se realizó los respectivos cálculos para establecer el número de luminarias que se emplearan en las propuestas con el objetivo de garantizar que se cumpla el nivel de iluminación establecido. La implementación de las propuestas de luminarias leds garantizara tener una mayor vida útil y se

reduce el consumo eléctrico, haciéndolas amigables con el medio ambiente.

Al implementar un alumbrado ornamental se proporciona a los residentes de las parroquias y a los turistas, un espacio para actividades recreacionales y comunales, además de seguridad en los horarios nocturnos.

Considerar las normativas y estándares de iluminación acorde al tipo de actividad que se realiza en determinada área, permite brindar un confort visual, a las personas que ocupan estos espacios.

El software DIALux Analizar el tipo de iluminaria que se ajusta a los resultados teóricos es más didáctico, puesto que el software cuenta con amplios catálogos de luminarias de tipo comercial que aportan al equipamiento del proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia de Tumbaco, «GAD Tumbaco,» 2 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://tumbaco.gob.ec/>.
- [2] Prefectura de Imbabura, «GAD Imbabura,» 02 Septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.imbabura.gob.ec/>.
- [3] J. M. Sebatián Gudel y P. González Domínguez, *Instalaciones Eléctricas Interiores*, Barcelona: Marcombo, 2012.
- [4] Philips, *Luminarias Profesionales Outdoor*, 2019.
- [5] Sylvania, *Alumbrado Público y Túneles*, 2020.