UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES.

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DEL PARQUE "LINEAL LA TEBAIDA" DE LA CIUDAD DE LOJA

TRABAJO PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTRICIDAD Y CONTROL INDUSTRIAL

AUTOR: Jaime Paúl Carrera Torres

DIRECTOR: Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.

LOJA- ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TRABAJO PRÁCTICO

CERTIFICA:

Haber revisado el proyecto de tesis de Trabajo Práctico titulado **"ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DEL PARQUE LINEAL LA TEBAIDA DE LA CIUDAD DE LOJA"** previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial, realizado por el Sr. Jaime Paúl Carrera Torres Egresado de la carrera de Tecnología en Electricidad y Control Industrial. El mismo que cumple con todos los fundamentos de la investigación científica y por consiguiente autorizo la presentación y defensa final.

Loja, 18 de Diciembre de 2013

.....

Ing. Jorge Enrique Carrión González, Mg. Sc.
DIRECTOR

AUTORÍA

Yo **Jaime Paúl Carrera Torres** declaro se autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Jaime Paúl Carrera Torres

Firma:.....

Cedula: 1104751266

Fecha: 13 de Enero del 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo **Jaime Paúl Carrera Torres** declaro ser autor de la tesis titulada **"ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DEL PARQUE LINEAL LA TEBAIDA DE LA CIUDAD DE LOJA"**, como requisito para optar al grado de: **Tecnólogo en Electricidad y Control Industrial**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en la redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 13 días de mes de Enero del dos mil catorce, firma el autor.

Firma: .....

Autor: Jaime Paúl Carrera Torres

Cedula: 1104751266

Dirección: Loja- Ecuador, Esteban Godoy **Correo Electrónico:** japacato@latinmail.com

Teléfono: 2545900 **Celular:** 0985532149

DATOS COMPLEMENTARIOS.

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Jorge Enrrique Carrión González, Mg.Sc.

TRIBUNAL DE GRADO: Ing. Ramiro Marcelo Borrero Espinoza.

Ing. Jorge Luis Maldonado Correa, Mg.Sc.

Ing. Edwin Bladimir Paccha Herrera, Mg.Sc.

AGRADECIMIENTO

Universidad Nacional de Loja, del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, por sus sabios consejos y enseñanzas que supieron impartir durante mi formación profesional para ser parte activa del progreso y desarrollo.

De manera especial al Ing. Jorge Enrrique Carrión González Mg.Sc, Director de tesis, por haber guiado ésta labor investigativa volviéndola sencilla e interesante.

DEDICATORIA

La realización del presente trabajo lo dedico con todo el amor y respeto del mundo a Dios, por su inmensa bondad, ya que sin él no hubiera podido lograrlo, a mis padre por todo el cariño y ejemplo a seguir, y por su apoyo moral y económico que me ha permitido llegar hasta estas estancias, a mi esposa por su amor y comprensión, y su inmensa paciencia, mis hijos que son la razón de mi vida y de mis logros que me apoyaron incondicionalmente, a mis familiares y amigos quienes con su apoyo incansable pude llegar a realizarme como profesional.

RESUMEN

El análisis fotométrico es un estudio que se realiza para de determinar la calidad luminotécnica de diferentes ambientes, el servicio de iluminación se realiza con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. Pero sin duda, el objetivo principal es proporcionar condiciones de iluminación que generen sensación de seguridad a los peatones y una adecuada visibilidad a los conductores de vehículos en zonas con alta circulación peatonal. El análisis fotométrico realizado en el parque Lineal La Tebaida permitió determinar la calidad luminotécnica del parque, llegando a determinar la situación actual del parque en lo que se refiere a calidad luminotécnica, se determinó la cantidad de luminarias con las que cuenta el parque y de estas cuantas están averiadas o sin funcionamiento.

SUMMARY

The photometric analysis is a study that was performed to determine the optical quality of different environments, the service is done with lighting to illuminate areas of free movement, including roads, parks and other spaces, in order allow the development of nocturnal activities in the urban and rural perimeter. But undoubtedly, the main objective is to provide lighting conditions that create a sense of security to pedestrians and adequate visibility to motorists in areas with high pedestrian traffic. The photometric analysis in Linear Park The Thebaid possible to determine the optical quality of the park, getting to determine the current status of the park in terms of optical quality, quantity of lights that comprise the park was determined and these few are damaged or nonfunctioning.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN II
AUTORÍA III
CARTA DE AUTORIZACIÓN IV
AGRADECIMIENTO V
DEDICATORÍA VI
RESUMEN VII
SUMMARY VIII
INDICE IX
TEMA 1
2. INTRODUCCIÓN 2
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD 3
3.1. LO ESENCIAL DEL ALUMBRADO 3
3.1.1. DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UNA FUENTE DE LUZ 3
3.1.2. FLUJO LUMINOSO (POTENCIA LUMINOSA) 3
3.1.2.1. Rendimiento luminoso (Eficacia luminosa) 3
3.1.3. ILUMINANCIA (NIVEL DE ILUMINACIÓN) 3
3.1.3.1. Iluminancia horizontal 4
3.1.3.2. Iluminancia vertical 4
3.1.4. INTENSIDAD LUMINOSA 5
3.1.5. LUMINANCIA O BRILLO 5
3.1.6. LUZ VISIBLE 6
3.1.7. REPRODUCCIÓN CROMÁTICA 7
3.1.8. TEMPERATURA DE COLOR 7
3.1.9. DEPRECIACIÓN LUMINOSA 8
3.1.10. VISIÓN MESÓPICA 8
3.2. COMO ILUMINAR PARQUES 8
3.2.1. REQUISITOS FOTOMÉTRICOS 8
3.2.2. FUENTES DE LUZ 10
3.2.3. REGLAS DE ILUMINACION 10
3.2.4. COLOR DE LA LUZ 11

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE 13
5. EQUIPO DE MEDICIÓN UTILIZADO 23
5.1. Principio de funcionamiento del Luxómetro 23
5.2. Usos del Luxómetro 23
5.3. Características técnicas del equipo utilizado GOSSEN MAVOLUX5032C USB . . . 24
6. PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL (REGULACIÓN CONELEC NO. 008/11) 26
6.1.1. Parámetros fotométricos 26
6.1.2. Tipo de vías 26
6.1.3. Niveles de Iluminación 27
6.1.4. Cálculo del nivel de iluminación para el Parque Lineal “La Tebaida” según la REGULACIÓN CONELEC NO. 008/11. 27
7. METODOLOGÍA 29
8. RESULTADOS 30
8.1. Mediciones efectuadas 32
9. CONCLUSIONES 45
10. RECOMENDACIONES 46
BIBLIOGRAFÍA 47
ANEXOS 48

1. TÍTULO:

“ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DEL PARQUE LINEAL LA TEBAIDA DE LA CIUDAD DE LOJA”

2. INTRODUCCIÓN

El servicio de alumbrado público se ha catalogado como un servicio público no domiciliario. Se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes públicos y demás espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal dentro del perímetro urbano y rural del respectivo municipio o distrito, que es el responsable directo de velar y garantizar su prestación en condiciones óptimas.

Han sido muchos los cambios que han tenido las fuentes luminosas utilizadas en el alumbrado público a lo largo del tiempo hasta llegar a la actualidad, todos han ido mejorando de acuerdo a las tecnologías utilizadas, incluyendo los diseños de las lámparas. Ahora el futuro inmediato parece estar en los LEDS, OLEDS y BIOLEDS, que a pesar de tener un alto costo inicial presentan mejores características que las actuales, y lo mejor es que siguen evolucionando.

Lo importante con la iluminación exterior es buscar el contraste necesario para conseguir confort, que no provoque cansancio visual, y que al mismo tiempo ofrezca seguridad en las zonas de tránsito peatonal y de esparcimiento, sin alterar el medio ambiente.

Dado que los sistemas de iluminación en el sector municipal propician un alto consumo de energía, resulta de gran importancia hacer un estudio de la calidad y cantidad de luz q se está brindando a la ciudadanía y sobre todo saber si no se están desperdiciando recursos que pueden significar importantes en la economía energética de la ciudad.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA Y UTILIDAD

3.1. LO ESENCIAL DEL ALUMBRADO

3.1.1. DISTRIBUCIÓN ESPECTRAL DE UNA FUENTE DE LUZ

La distribución espectral representa la distribución de la energía radiada en longitudes de onda diferentes en la parte visible del espectro. Puede definirse para cada tipo de fuente de la luz. [Freire M. 2013]

3.1.2. FLUJO LUMINOSO (POTENCIA LUMINOSA)

El flujo luminoso que produce una fuente de luz es la cantidad total de energía luminosa emitida o radiada por segundo, en todas las direcciones.

El flujo luminoso se representa por la letra griega ϕ y su unidad es el lumen (lm). El lumen es el flujo luminoso de la radiación monocromática que se caracteriza por una frecuencia de valor $\mathbf{540 \cdot 10^{12}}$ Hz. [Freire M. 2013]

3.1.2.1.Rendimiento luminoso (Eficacia luminosa)

El rendimiento luminoso de una fuente de luz, indica el flujo que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. [Freire M. 2013]

Se representa por la letra griega ε, siendo su unidad el $lumen/watio$ (lm/W).

La fórmula que expresa la eficacia luminosa es:

$$\varepsilon = \frac{\phi}{P}\left(\frac{lm}{W}\right) \qquad (1)$$

3.1.3. ILUMINANCIA (NIVEL DE ILUMINACIÓN)

La iluminancia o nivel de iluminación de una superficie es la relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su área.

Se simboliza por la letra $\boldsymbol{E}$, y su unidad es el lux (lx). Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado (lm/m²). [Freire M. 2013]

La fórmula que expresa la iluminancia es:

$$E = \frac{\phi}{S}\left(lx = \frac{lm}{m^2}\right) \qquad (2)$$

La iluminancia es independiente de la dirección desde la que el flujo luminoso alcanza la superficie.

Se deduce de la fórmula que cuanto mayor sea el flujo luminoso incidente sobre una superficie, mayor será su iluminancia, y que, para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será tanto mayor en la medida en que disminuya la superficie. [Freire M. 2013]

3.1.3.1.Iluminancia horizontal

Para superficies horizontales, la iluminancia se calcula describiendo la distancia (d) entre la fuente de luz y el punto de cálculo por medio de la altura vertical (h) de la fuente de luz encima de la superficie.[Freire M. 2013]

En la figura 1., $h=d\ cos\ (\gamma)$ de donde:

$$d = \frac{h}{\cos(\gamma)} \qquad (3)$$

$$E_{horizontal} = \frac{Icos(\gamma)^2}{h^2} \qquad (4)$$

A esto se le llama iluminancia horizontal en el punto *P*.

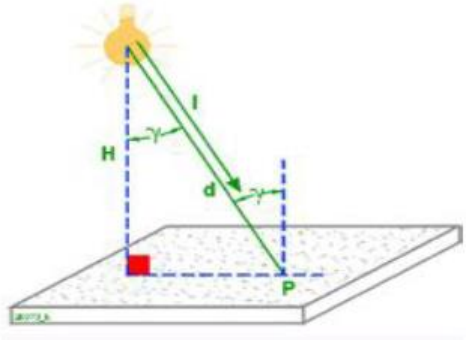

Figura 1 Iluminación Horizontal
Fuente: [Freire M. 2013]

3.1.3.2.Iluminancia vertical

La iluminación en el mismo punto *P* en una faceta vertical orientada hacia la fuente de luz también se puede dar en función de la altura (h) de esta fuente y del ángulo de incidencia (γ) de la intensidad luminosa I. [Freire M. 2013]

$$E_v = \frac{I\ sen(\gamma)}{d^2} \qquad (5)$$

Y con la ecuación (3) la ecuación (5) es:

$$E_v = \frac{I\cos(\gamma)^2 sen(\gamma)}{h^2} \qquad (6)$$

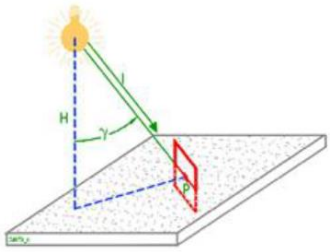

Figura 2 Iluminación Vertical
Fuente: [Freire M. 2013]

3.1.4. INTENSIDAD LUMINOSA

Esta magnitud se entiende únicamente referida a una determinada dirección y contenida en un ángulo sólido ω.

Al igual que a una magnitud de superficie corresponde un ángulo plano que se mide en radianes, a una magnitud de volumen le corresponde un ángulo sólido o estéreo que se mide en *estereorradianes* (sr). [Freire M. 2013]

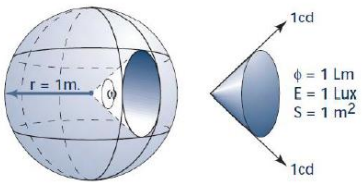

Figura 3 Ángulo Sólido
Fuente: [Freire M. 2013]

La intensidad luminosa de una fuente de luz puede definirse como: El flujo emitido en una dirección, radiado por unidad de ángulo sólido en esa dirección. [Freire M. 2013]

Su símbolo es I, su unidad es la candela (cd), y la fórmula que la expresa:

$$I = \frac{\phi(lm)}{\omega(sr)} \qquad (7)$$

3.1.5. LUMINANCIA O BRILLO

Se llama Luminancia al efecto de luminosidad que produce una superficie en la retina del ojo, tanto si procede de una fuente primaria que produce luz, como si procede de una

fuente secundaria o superficie que refleja luz. La luminancia mide brillo de las fuentes luminosas primarias y de las fuentes que constituyen los objetos iluminados.

La visibilidad de todas las superficies y objetos que están en nuestro campo visual se debe a su luminancia, mientras que los niveles de iluminancia de hecho no se perciben.

Se representa por la letra L, siendo su unidad la $candela/metro\ cuadrado$ (cd/m^2) llamada "nit (nt)". [Freire M. 2013]

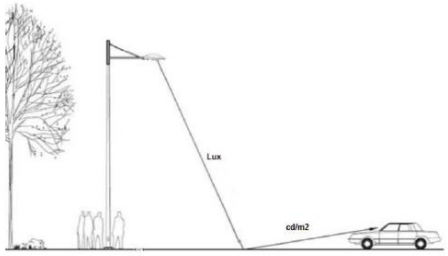

Figura 4 Luminancia (cd/m^2)
Fuente: [Freire M. 2013]

3.1.6. LUZ VISIBLE

La luz visible puede definirse como cualquier radiación capaz de actuar sobre la retina del ojo humano y que causa una sensación visual.

Cada simple radiación se diferencia de otras por su frecuencia, es decir su longitud de onda. La representación de una radiación por su longitud de onda es generalmente aceptada, porque la longitud de onda puede ser medida con gran precisión.

La representación gráfica de un espectro de radiación electromagnética también se basa en longitudes de onda.

La parte visible del espectro abarca el rango relativamente estrecho de entre 380 nm y 780 nm.

Estos límites representan promedios obtenidos experimentalmente, porque, en realidad, pueden variar de un individuo a otro. [Freire M. 2013]

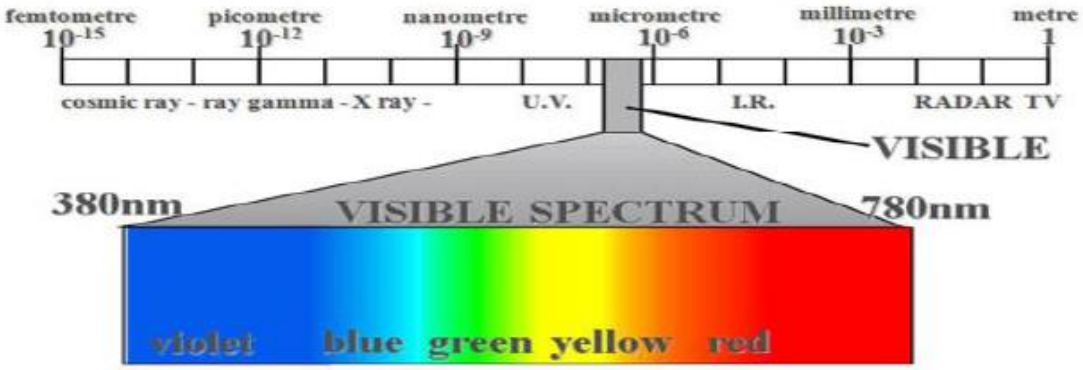

Figura 5 Espectro Visible
Fuente: [Freire M. 2013]

3.1.7. REPRODUCCIÓN CROMÁTICA

La reproducción cromática está relacionada con el modo en que aparecen los objetos bajo una fuente de luz dada. La medida se llama "índice de reproducción cromática" o CRI.

Se define el índice de reproducción cromática como una valoración de la capacidad de una fuente de luz para reproducir fielmente los colores con respecto a un iluminante de referencia.

El CRI varía entre 0 y 100. Un CRI bajo indica que los objetos pueden parecer poco naturales bajo la fuente, mientras que una luz con un índice CRI alto permitirá que los colores de un objeto parezcan más naturales.

El valor máximo del CRI de una fuente es igual a 100 (lo más parecido a la luz solar). Cuanto más alto el valor, mejor es la reproducción cromática. Las fuentes de luz que proporcionan un CRI de más de 80 son consideradas excelentes para el reconocimiento del color. [Freire M. 2013]

3.1.8. TEMPERATURA DE COLOR

La temperatura de color mide el grado de frialdad o calidez de la tonalidad de una fuente de luz. Se mide en grados kelvin (K). Existe una sensación subjetiva inversa en cuanto a la temperatura de color. A menor temperatura mayor sensación de calidez y a mayor temperatura mayor sensación de frialdad. [Freire M. 2013]

3.1.9. DEPRECIACIÓN LUMINOSA

Es el descenso del flujo luminoso emitido por una lámpara a lo largo de su vida. Se expresa en % del flujo inicial, aunque la forma más común consiste en expresar esta característica en forma gráfica $Horas$ / $Flujo$. [Freire M. 2013]

3.1.10. VISIÓN MESÓPICA

La visión mesópica es una visión intermedia entre la fotópica (percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos) y la escotópica (percepción visual que se produce con niveles muy bajos de iluminación, donde no se pueden percibir colores), que se da en situaciones de niveles de iluminación, que sin llegar a la oscuridad total, tampoco llega a ser la luz de un día a pleno sol. Se trata, principalmente, del tipo de visión empleado en condiciones de luz artificial, donde tanto conos como bastones entran en juego. La visión mesópica está comprendida entre los niveles de luminancia que van desde 3 hasta 0,01 cd/m^2, y es la zona donde se hallan los niveles de luminancia del alumbrado público. [Freire M. 2013]

3.2. ¿CÓMO ILUMINAR PARQUES?

3.2.1. REQUISITOS FOTOMÉTRICOS

El objetivo del sistema de iluminación de parques es proporcionar la debida seguridad a los peatones que transitan por los mismos, pero sin olvidar que no siempre es mejor proveer al parque de grandes niveles de iluminación, ya que el exceso de luz puede ocasionar efectos contrarios a los perseguidos, pues se pueden crear contrastes luz-sombra muy grandes, dando lugar a deslumbramientos y alterando el aspecto de las zonas con predominio vegetal, perdiéndose también la riqueza visual que ofrecen las matizaciones de claro-oscuro. En términos generales, el énfasis de la iluminación está en el control de luz artificial emitida, tanto en la cantidad de luz como en la calidad lumínica. [IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC.2010]

Más que instalar una excesiva iluminación que intente recrear la percepción diurna del jardín, es recomendable determinar los puntos que conviene iluminar, haciéndolo de

manera que la luz emitida posea una tonalidad que ayude a dar viveza a los colores naturales y matice los diferentes tonos de verde, consiguiendo al mismo tiempo que queden perfectamente identificables los colores de las masas de flor sobre el fondo de césped. Es necesario que el diseño de la instalación esté pensado para evitar la contaminación luminosa. A tal efecto, debe impedirse la distribución de luz hacia arriba, para lo cual se apantallarán las luminarias que deban dirigirse hacia arriba para que limiten su proyección de luz estrictamente hacia el objeto a iluminar. [IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC.2010]

La seguridad y la comodidad de los visitantes del parque deben acomodarse tanto como su sensibilidad. La luminancia debe ser uniforme alrededor de áreas de descanso y a lo largo de las aceras en todos los lugares. También debe brillar bajo los árboles cerca de la acera, la mayoría de las personas que visitan los parques suelen pasar el tiempo bajo los árboles, por lo que se debe mantener estas áreas libres de sombras, la iluminación de parques debe ser más clara aún en las áreas alrededor de los baños públicos y fuentes, ya que la humedad no se puede ver claramente en el piso y puede crear el riesgo de que las personas resbalen. Así mismo la iluminación debe permitir a los peatones distinguir los obstáculos y otros riesgos del camino y ser conscientes de los movimientos de otros peatones que puedan estar cerca. Es por esto que se vuelve muy importante considerar la iluminación en las superficies tanto horizontales como verticales. [IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC.2010]

Según la regulación emitida por el CONELEC No. 008/11, y denominada **«Prestación del Servicio de Alumbrado Público General»** (1), define 6 clases de áreas: de P1 a P6. La opción de la clase P depende de la importancia del área en términos del número de usuarios y la configuración circundante. Generalmente, los parques se iluminan a niveles relativamente bajos, con criterios de iluminación de clases P3 a P6. A partir de una determinada hora del anochecer, la iluminación puede apagarse por motivos de ahorro de energía.

El reconocimiento facial es por lo general necesario para los peatones, de modo que deben satisfacerse también determinados requisitos como una iluminancia vertical mínima (Ev, ín), y semicilíndrica mínima (Esc,ín).

3.2.2. FUENTES DE LUZ

Los parques y las áreas verdes requieren por lo general fuentes que proporcionen luz blanca para obtener una buena reproducción cromática (CRI = 60). El contraste de color dado por la luz blanca hace que la visibilidad para los peatones sea mejor. [IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC.2010]

Además, estudios recientes sobre la visión han conducido a recomendar el uso de la luz blanca para áreas donde la visión periférica de los usuarios es una importante contribución. [IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC.2010]

3.2.3. REGLAS DE ILUMINACIÓN

Entender el deseo de las personas o clientes: Necesidades y gustos de las personas que habitan en los alrededores.

Decidir el efecto de la propuesta: Lo más indicado es hacer un balance entre la seguridad y la estética. Se debe tener en cuenta todas las actividades que se realizarán en los parques y otras aéreas a lo largo del año.

Crear un cuadro de colores: Emplear variedades de tipos, texturas y densidades de plantas.

Iluminación en capas: Escenas múltiples, creando una baja, media y alta estimulación visual. Focos dramáticos e irregulares.

Juego de las sombras: La sombra es tan importante como la luz en sí misma. Hay que evitar el reflejo antiestético. Posicionar bien las lámparas. La fuente de luz debe siempre ceder protagonismo a los efectos que crea.

No temer el uso del color: Usarlo sabiamente asegurando equilibrio si se utilizan colores complementarios.

Pensar verde: Utilizar lámparas de bajo consumo, eficiente, bajo mantenimiento y bajo costo. [RETILAP].

3.2.4. COLOR DE LA LUZ

Cada tipo de lámpara tiene un cromatismo determinado que la hace más o menos adecuada para una aplicación específica. Es de gran importancia el tipo y color de la luz emitida en un parque debido a que los tonos amarillentos cálidos crean sensación de familiaridad y comodidad, mientras que la luz blanca azulada, parecida a la diurna, puede resultar encantadora por la noche, pero también es capaz de dar efectos fantasmagóricos y siniestros. [Vega C. 2006]

Las lámparas de color **blanco azulado** son más apropiadas para uso en jardines, ya que ponen de manifiesto el color de las coníferas, puesto que da lugar a que se perciba en ellas un color verde azulado. [Vega C. 2006]

Las lámparas de color **amarillo dorado** acentúan el color amarillento del follaje otoñal, pero en general no son adecuadas para su empleo en zonas verdes. Entre los casos especiales en que puede usarse, es de citar la iluminación de troncos de palmeras, siempre que en sus alrededores no existan otras especies vegetales que no convenga que sean iluminadas con este tipo de luz. [Vega C. 2006]

Las lámparas de color **blanco cálido o suave**, son útiles para distancias medias, debiendo seleccionarse las que tengan un alto rendimiento de color, sobre todo cuando se deban iluminar áreas o elementos lineales homogéneamente. Las lámparas de tamaño relativamente pequeño, son muy útiles para balizamientos, escalones y elementos de señalización. [Vega C. 2006]

Son muy utilizados los proyectores y más aún las lámparas dotadas de reflector. Los de tipo difusor son recomendables para la iluminación de las ramas de los árboles si se sitúan cerca del tronco; los concentradores se emplean para iluminar detalles o zonas inmediatas a las de circulación de los peatones. Asimismo, son de interesante uso las lámparas especiales de reflector que dirigen todo su flujo al reflector del proyector, lo que permite un perfecto control del haz luminoso. Si se utilizan reflectores de colores se consigue un mayor rendimiento luminoso que con el empleo de filtros. [Vega C. 2006]

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PARQUE

El parque Lineal “La Tebaida” fue construido en el año 2003, está ubicado al sur de la ciudad de Loja, entre las avenidas 18 de noviembre y Pío Jaramillo Alvarado tiene una extensión de 6.4 hectáreas, en las que se puede disfrutar de una caminata por los senderos, uso de las canchas, juegos infantiles, zonas de camping y pista para bicicleta en contacto con la variedad de aves del lugar y las cascadas ornamentales.

Además este parque cuenta con un Muelle Bar en el cual ofrece el servicio de restaurant como se puede apreciar en la figura 6.

Figura 6. Muelle y Bar Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Otro componente importante es el embalse hidráulico con compuertas hidráulicas y manuales para regular la energía hídrica del río Malacatos y la extracción de materiales áridos del desarenador que son empleados para las obras municipales como se parecía en la figura 7.

Figura 7. Embalse Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

El visitante puede dar un pequeño paseo por la zona en bicicleta o a pie por el sendero ecológico que tiene una extensión de 2 km.

En el anexo CAD 1 se puede apreciar las áreas de esparcimiento con las que cuenta el parque, esta información fue proporcionada por el departamento técnico del municipio de Loja.

En el desarrollo de esta tesis se analizará la calidad luminotécnica del parque, se evaluaran las diferentes zonas de recreación del parque como son:

- 1 Cancha de futbol
- 1 Sendero de aproximadamente 2 km

- Zona de equipos biosaludables
- Cancha de basquetbol
- 1 Muelle Bar
- 1 pista para bicicletas
- Juegos infantiles
- Zonas de camping

Desde la figura 8., a la 22., se puede apreciar los diferentes lugares de esparcimiento que tiene el parque.

Figura 8. Sendero del Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 9. Cancha de Futbol del Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 10. Zona de equipos biosaludables del Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 11. Zona de equipos biosaludables del Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 12. Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 13. Cancha de basquetbol Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 14. Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

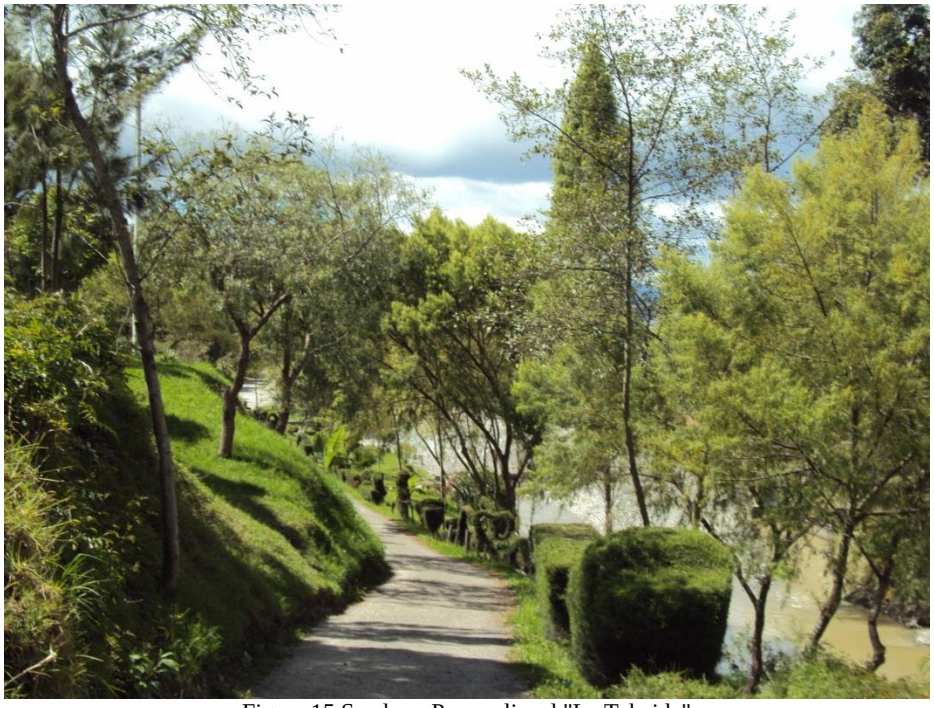

Figura 15 Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 16. Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 17. Baños Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 18. Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 19. Puente número 3 Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 20. Puente número 2 Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 21. Sendero Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

Figura 22. Puente número 1 Parque lineal "La Tebaida"
Fuente: El Autor

5. EQUIPO DE MEDICIÓN UTILIZADO

El instrumento de medición que permite medir la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente es el luxómetro, éste contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representados en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.

5.1. Principio de funcionamiento del Luxómetro

El luxómetro moderno funciona según el principio de una celda fotovoltaica; un circuito integrado recibe una cierta cantidad de luz (fotones que constituyen la "señal", una energía de brillo) y la transforma en una señal eléctrica (analógica). Esta señal es visible por el desplazamiento de una aguja, el encendido de diodo o la fijación de una cifra.

Un filtro de corrección de espectro permite evitar que las diferencias de espectro den medidas erróneas en la medida (la luz amarilla es más eficaz que la azul, por ejemplo, para producir un electrón a partir de la energía de un paquete de fotones).

Los luxómetros pueden tener varias escalas para adaptarse a las luminosidades débiles o las fuertes (hasta varias decenas de millares de luxes).

5.2. Usos del Luxómetro

El uso del luxómetro aumenta en todos los ámbitos de la vida cotidiana. En el sector industrial y empresarial, la medición de la intensidad de luz es de gran importancia.

El luxómetro cada vez más utilizado por los productores de energía para optimizar la iluminación interior (del 20 al 60 % de la electricidad es consumida por la iluminación) o exterior (que a menudo desperdicia mucha energía).

En los últimos años también ha comenzado a ser utilizado por ecologistas, astrónomos y arquitectos para desarrollar índices cuantitativos de la contaminación lumínica o la intrusión de la luz para reducirlas o adaptar estrategias de ingeniería.

5.3. Características técnicas del equipo utilizado GOSSEN MAVOLUX5032C USB

Para realizar las mediciones de luminosidad que presenta el parque, se utilizó un luxómetro de la gama GOSSEN MAVOLUX5032C como se puede apreciar en la figura 23.

El luxómetro Mavolux 5032C es recomendado para medir la intensidad de la luz a utilizar en la industria, talleres, institutos, estudios de fotografía, parques etc.

Figura 23 Luxómetro GOSSEN MAVOLUX5032C USB
Fuente: http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/luxometro-mavolux.htm

El luxómetro 5032C tiene una especial sensibilidad para la recepción y la realización de certificaciones, entre otras para la medición de iluminaciones de emergencia. En el luxómetro se puede seleccionar las unidades lux y footcandle (candela). El rango de medición del luxómetro se adapta automáticamente al valor de medición, aunque también se puede seleccionar de modo manual. El valor de la medición a receptar con el luxómetro puede fijarse con la tecla Hold (mantener).

El luxómetro puede convertirse en un medidor de la densidad luminosa utilizando como componente el adaptador de densidad luminosa, en este caso la unidad aparecerá en cd/m².

En la tabla 1y 2 se presentan las características técnicas que posee el equipo.

Tabla 1. Características técnicas del Luxómetro GOSSEN MAVOLUX5032C USB

Pantalla LCD de 50 x 23 mm - El luxómetro tiene un fotodiodo de silicio con filtro V (l) según la normativa de protección laboral - Luxómetro clasificado según DIN 5032/T7 y CIE no. 69 - 2,5 lecturas por segundo - Luxómetro para la medición de la densidad luminosa en cd/m² con el adaptador para densidad luminosa (componente)	- 100 valores de memoria - La sensibilidad espectral del luxómetro es equiparable a la de los ojos - Corrección de coseno para luz con incidencia oblicua - Luxómetro con un montaje robusto - Incluye software y cable USB - Longitud del cable de 1,5 m

Fuente: http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/luxometro-mavolux.htm

Tabla 2. Especificaciones técnicas del Luxómetro GOSSEN MAVOLUX5032C USB

Modelo de luxómetro	**5032C**
Rangos (I...IV)	0,1...199,9 lx 1...1.999 lx 10...19.990 lx 100...199.900 lx
Resolución (I...IV)	0,1 lx 1 lx 10 lx 100 lx
Precisión	±3 % del valor de medición + 4 dígitos para luz de bombilla (luz normalizada clase A)
Cuota de medición	2,5 mediciones / segundo
Pantalla	pantalla LCD de 3 1/2 posiciones de 50 x 23 mm, altura de dígitos: 13 mm
Indicador de superación de rango	aparece "OL"
Sensor de luz	Fotodiodo de silicio con filtro V (l) corresponde a la clase de precisión DIN 5032 apartado 7 clase C.
Dimensiones del sensor de luz	105 x 31 x 30 mm
Dimensiones del aparato	120 x 65 x 19 mm
Memoria	100 valores
Interfaz	USB
Funciones	Data-Hold, Max-Hold y control de batería Auto-Power-Off a los 2 min no operativo
Alimentación	1 batería Mignon de 1,5 Volt
Longitud de cable sensor - aparato	1,5 m en espiral
Peso	200

Fuente: http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/luxometro-mavolux.htm

6. PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO GENERAL (REGULACIÓN CONELEC No. 008/11)

El objetivo de esta regulación es normar las condiciones técnicas, económicas y financieras que permitan a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo.

Según la norma la iluminación pública deberá considerar los siguientes parámetros y niveles para vías peatonales y espacios públicos:

6.1.1. Parámetros fotométricos

Para este se utilizará valores de iluminancia horizontal, al nivel del piso.

6.1.2. Tipo de vías

Para la determinación de la clase *P* se lo hace en función de la siguiente relación:

$$Número\ de\ clase\ de\ iluminación\ \boldsymbol{P} = \left(6 - \sum V_{ps}\right) \qquad (8)$$

Donde:

P: Clase de iluminación*;* va de P1 a P6

$\sum V_{ps}$: Sumatorio de los parámetros seleccionados en función de la Tabla No. 3

Tabla 3. Parámetros de evaluación fotométrica

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación de Vp
Velocidad	Bajo	1
	Muy Bajo	0
Volumen del Tráfico	Elevado	1
	Alto	0.5
	Moderado	0
	Bajo	-0.5
	Muy Bajo	-1
Composición de Tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2
	Peatones y tráfico motorizado	1
	Peatones y ciclistas solamente	1
	Peatones solamente	0

	Ciclistas solamente	0
Vehículo Parqueados	Se permite	0.5
	No se permite	0
Iluminación Ambiental	Alta	1
	Moderada	0
	Baja	-1
Nota: *Si el resultado no es un número entero, se aproxima al menor valor de la sumatoria.*		

Fuente: Regulación No. 008/11 CONELEC. 2011.

6.1.3. Niveles de Iluminación

Tabla 4. Clases de iluminación

Clases de Iluminación	**TIPO DE APLICACIÓN**	
	Iluminancia Horizontal (lx) Referida a nivel de la superficie de uso	
	Promedio	Mínimo
P1	15.00	3.00
P2	10.00	2.00
P3	7.50	1.50
P4	5.00	1.00
P5	3.00	0.60
P6	2.00	0.40

Fuente: Regulación No. 008/11 CONELEC. 2011.

6.1.4. Cálculo del nivel de iluminación para el Parque Lineal "La Tebaida" según la REGULACIÓN CONELEC No. 008/11.

Según las características del Parque, y considerando que los habitantes de esta zona acuden al parque por las noches para ejercitarse, los parámetros a considerar son los siguientes:

Tabla 5. Parámetros a considerar para calcular el nivel de iluminación necesario en el parque lineal "La Tebaida"

Parámetro	**Opciones**	**Valor de Ponderación de Vp**
Velocidad	Bajo	1
Volumen del Tráfico	Moderado	0
Composición de Tráfico	Peatones y ciclistas solamente	1
Vehículo Parqueados	Se permite	0.5
Iluminación Ambiental	Alta	1
	$\sum V_{ps}$=	3.5

Fuente: El Autor

Con la aproximación la $\sum V_{ps} = 3$ y aplicando la expresión de cálculo 8 tenemos:

$$Número\ de\ clase\ de\ iluminación\ \boldsymbol{P} = \left(6 - \sum V_{ps}\right)$$

$$Número\ de\ clase\ de\ iluminación\ \boldsymbol{P} = (6 - 3)$$

$$Número\ de\ clase\ de\ iluminación\ \boldsymbol{P} = 3$$

Con el resultado obtenido y basándonos en lo establecido en la tabla 4, la clase de iluminación que necesitaría el parque es la $\mathbf{P_3}$, se establece un nivel de iluminación promedio de 7.5 Lx y un nivel mínimo de 1.5 Lx.

7. METODOLOGÍA

En la presente investigación fue necesario realizar el reconocimiento del parque "Lineal la Tebaida", el cual tiene una extensión de 6.4 hectáreas, señalando las zonas con más afluencia de personas y las que necesitan un nivel de luminosidad adecuado. Además se observó que el parque cuenta con alumbrado propio y alumbrado perteneciente a la EERSSA.

Con la ayuda del luxómetro GOSSEN MAVOLUX5032C, se tomaron muestras de los niveles de luminosidad en toda la extensión del parque.- Una vez obtenidos los datos se procedió a tabularlos sacando un valor promedio y un valor mínimo de iluminación.

Para evaluar el nivel de luminosidad se utilizó la regulación emitida por el CONELEC No. 008/11, denominada **Prestación del Servicio de Alumbrado Público General**, se seleccionaron las características que presenta el parque y se las contrataron con lo establecido por la regulación para obtener el nivel promedio y el nivel mínimo que este debe de tener según la afluencia y el tipo de tráfico que presenta el parque.

Con los resultados obtenidos se determinó que parque no cumple con los estándares de iluminación que exige la regulación CONELEC No. 008/11

8. RESULTADOS

Se realizaron en total 47 mediciones con el equipo de medición descrito en acápites anteriores, en la figura 24., se presenta el equipo antes de empezar a realizar las mediciones en el parque.

Figura 24. Inicializando el equipo antes de realizar las mediciones
Fuente: El Autor

Las mediciones se efectuaron el día 19 de octubre del presente año a partir de las 19H30, en la figura 26., y figura 27., se puede apreciar la cantidad de luminosidad que presentaba el parque a la hora de realizar las mediciones.

Figura 25. Realizando las mediciones
Fuente: El Autor

Figura 26. Condiciones del luminosidad del parque Lineal “La Tebaida”
Fuente: El Autor

Como se puede apreciar en las imágenes en casi todo el parque la cantidad de luminosidad es baja a excepción de la entrada principal al parque, puente principal del parque, y muelle del parque, esto se debe a que en la actualidad la mayoría de luminarias se encuentran averiadas.

8.1. Mediciones efectuadas

En el parque Lineal la "Tebaida" se encontró que el alumbrado público consta de lámparas pertenecientes al parque, que se alimentan y controlan desde el tablero de medición número 06982526 como se observa en la figura 28., las lámparas existentes que pertenecen al parque son las que se presentan en las figuras 29 a la 33.

Figura 27. Tablero de medición del parque
Fuente: El Autor

Figura 28. Lámparas pertenecientes al parque, 240 V, vapor de sodio Gold Light TUBULAR
Fuente: El Autor

Figura 29. Lámparas pertenecientes al parque
Fuente: El Autor

Figura 30. Reflectores para la cancha de futbol, 220 V, Reflector de aluminio de vapor de sodio
Fuente: El Autor

Figura 31. Lámpara del parque en el puente número 4
Fuente: El Autor

Figura 32. Lámparas del parque en el puente número 3, 110 V, vapor de sodio Gold Light TUBULAR
Fuente: El Autor

En el parque también existen lámparas pertenecientes a la Empresa Eléctrica (EERSSA) ubicadas en postes con su respectiva numeración de forma estratégica a largo y ancho del parque como se puede apreciar en las figuras 34 a 39.

Figura 33. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque, 240 V, lámpara de vapor de Na.
Fuente: El Autor

Figura 34. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque
Fuente: El Autor

Figura 35. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque
Fuente: El Autor

Figura 36. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque
Fuente: El Autor

Figura 37. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque
Fuente: El Autor

Figura 38. Lámparas de la EERSSA ubicadas en el parque
Fuente: El Autor

En la tabla 6., se presentan los resultados de las mediciones efectuadas a lo largo y ancho del parque, así como las coordenadas de ubicación en cada punto, en la figura 40., se presenta la ubicación del parque y las calles con las que colinda.

En el anexo CAD 1 se presenta la ubicación de todas las luminarias existentes en el parque las cuales se las ubicó con un previo levantamiento de las coordenadas en las que se encuentran ubicadas cada luminaria a lo interno y externo del parque.

Figura 39. Croquis del parque
Fuente: Google Maps

Tabla 6. Datos obtenidos en la medición

PUNTO	LUX (lx)	COORDENADAS		PERTENECE A
		X	Y	
1	2,2	699535	9556160	**Primer puente al noreste**
2	1,8	699542	9556122	Sendero
3	8,1	699558	9556046	Sendero
4	2,5	699558	9555985	Sendero
5	6	669561	9555912	Sendero
6	32	699548	9555877	**Segundo puente al noreste**
7	6,8	699561	9555749	Sendero
8	6,1	699570	9555672	**Tercer puente al este**
9	14,1	699576	9555600	Sendero
10	7	699568	9555472	Sendero
11	0,5	699590	9555409	Sendero

12	1,4	699633	9555298	Sendero
13	1,9	699640	9555267	puente pequeño al este
14	1,9	699649	9555237	Sendero
15	2,6	699658	9555219	**Cuarto puente al sur**
16	1,4	699650	9555183	Sendero
17	0,5	699568	9555319	Sendero
18	0,2	699534	9555368	Sendero
19	0,1	699523	9555406	Sendero
20	0,1	699512	9555452	sendero
21	0,1	699490	9555478	sendero
22	0,3	699483	9555501	Zona de camping Junto a la caseta de control
23	3,1	699474	9555523	Zona de camping Junto a la caseta de control
24	3,8	699475	9555558	Zona de camping Junto a la caseta de control
25	0,3	699475	9555596	Zona de camping Junto a la caseta de control
26	5,6	699458	9555607	zona de juegos infantiles
27	15,7	699450	9555630	zona de juegos infantiles
28	0,2	699444	9555673	zona de juegos infantiles
29	2,3	699466	9555652	zona de juegos infantiles
30	0,2	699491	9555699	Lanzaderos de basket
31	0,6	699466	9555747	Cancha de futbol
32	5	699436	9555726	Parqueadero
33	0,2	699500	9555751	Área biosaludable
34	96,4	699505	9555623	Cabaña bar
35	1,7	699518	9555665	**Tercer puente al oeste**
36	0,1	699528	9555726	sendero
37	0,4	699525	9555758	sendero
38	0,1	699519	9555802	sendero
39	0,1	699519	9555833	sendero
40	0,4	699518	9555872	**Segundo puente al oeste**
41	7,9	699514	9555909	sendero
42	4,4	699508	9555962	sendero
43	8,1	699513	9556003	sendero
44	5,6	699510	9556039	sendero
45	1,2	699511	9556075	sendero
46	2,8	699499	9556127	sendero
47	2,6	699494	9556165	**primer puente al este**

Fuente: El Autor

En la tabla 7 se presentan las características principales del alumbrado interno del parque, y equipos de alumbrado pertenecientes a la EERSSA. Estos datos fueron obtenidos del sistema de

información georeferenciado de la EERSSA (SIG) luego de haber levantado las coordenadas geográficas de cada poste con la ayuda del GPS.

Todas las instalaciones eléctricas del parque se abastecen desde el alimentador Yaguarcuna No. 2013 perteneciente a la S/E san Cayetano.

Tabla 7. Alumbrado de la EERSSA en el Parque Lineal la Tebaida

Número de Poste	Código de estructura	Subtipo	Tensión	TIPO DE LÁMPARA
137790	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137789	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137788	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137787	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137786	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
134627	PHR9_350	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
134618	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
134600	PHR9_350	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
134598	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137785	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
134596	PEC9	Poste Metálico	240 V	Vapor de Na
137782	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137781	PHC11_500	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137793	PHR14_750	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137791	PHR14_750	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na
137795	PHR11_350	Poste Hormigón	240 V	Vapor de Na

Fuente: El Autor

Para obtener el promedio de la cantidad de lúmenes en el parque se construyó la tabla 8 que se presenta a continuación, considerando los siguientes datos de las mediciones efectuadas.

Tabla 8. Datos para obtener el promedio de iluminación del parque

Punto	Lx	Punto	Lx	Punto	Lx
1	2,2	17	0,5	33	0,2
2	1,8	18	0,2	34	96,4
3	8,1	19	0,1	35	1,7
4	2,5	20	0,1	36	0,1
5	6	21	0,1	37	0,4
6	32	22	0,3	38	0,1

7	6,8	23	3,1	39	0,1
8	6,1	24	3,8	40	0,4
9	14,1	25	0,3	41	7,9
10	7	26	5,6	42	4,4
11	0,5	27	15,7	43	8,1
12	1,4	28	0,2	44	5,6
13	1,9	29	2,3	45	1,2
14	1,9	30	0,2	46	2,8
15	2,6	31	0,6	47	2,6
16	1,4	32	5	Promedio	5.66

Fuente: El Autor

De las 47 mediciones efectuadas a lo largo y ancho del parque que se presentan en la tabla 8, se concluye que en toda la extensión del parque Lineal de acuerdo a las mediciones realizadas el promedio de iluminación del parque actualmente es de 5.66 lx y el valor mínimo de iluminación es 0.1 lx. Este resultado se lo aprecia en forma gráfica en la figura 41. No se consideraron cinco mediciones por cuanto las luminarias se encontraban ubicadas de forma inadecuada y en el resultado global distorsionarían los resultados.

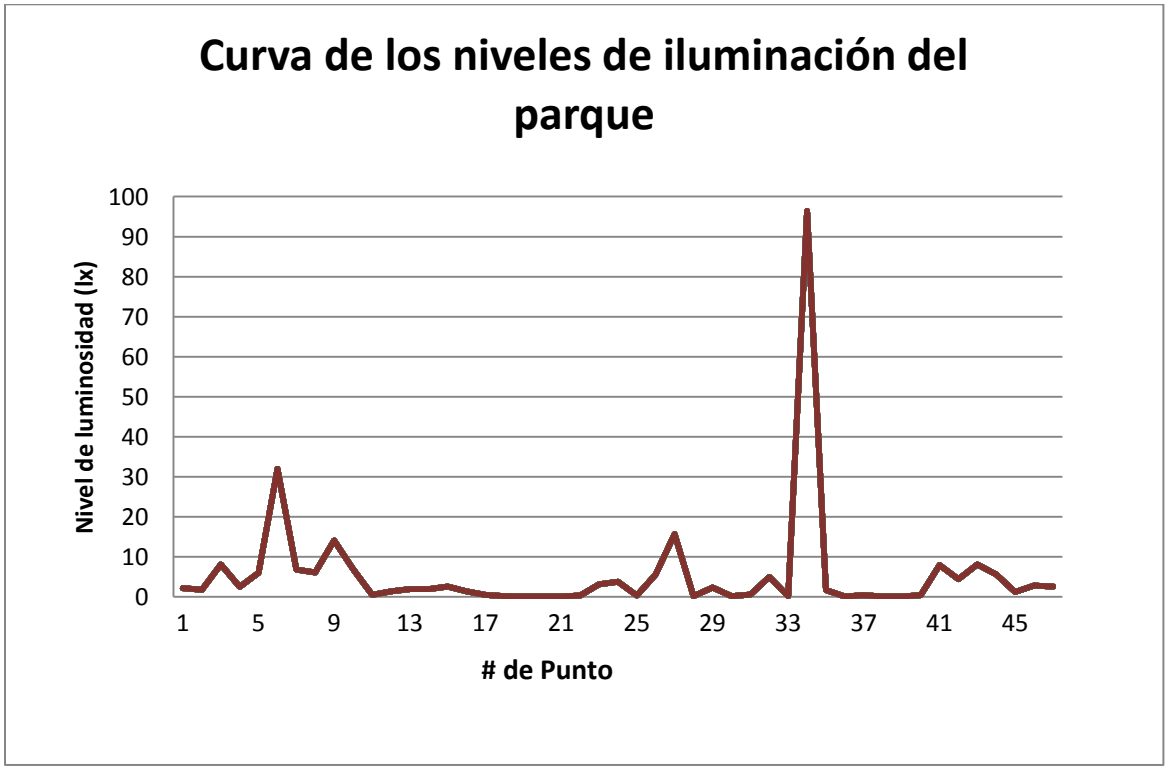

Figura 40 curva de los niveles de iluminación del parque
Fuente: El Autor

Con los resultados obtenidos y de acuerdo al análisis que se presentan en el acápite 6 se puede apreciar que el parque no cumple con la **REGULACIÓN CONELEC No. 008/11,** en donde se establecen los niveles de iluminación que deben poseer este tipo de establecimientos siendo para este caso el tipo P3.

9. CONCLUSIONES

- Se realizó el levantamiento de las instalaciones que comprenden el parque lineal "la Tebaida" de la ciudad de Loja, y se observó que éste parque utiliza luminarias pertenecientes a la EERSSA y a instalaciones internas del mismo.

- Los espacios físicos seleccionados para la evaluación del estudio fotométrico del parque fueron zonas específicas que se han considerado que la calidad luminotécnica debe ser óptima por las noches, un ejemplo de estas es el sendero del parque.

- En cuanto al uso de luminarias las que se encuentran instaladas actualmente en el parque Lineal "La Tebaida" son las correctas, pues éstas no emiten luz directa hacia el cielo y tampoco en ángulos cercanos al horizonte, lo que de lo contrario causarían pérdida de visibilidad.

- La calidad luminotécnica por las noches del parque se considera pésima pues no se cumple con el nivel promedio ni el nivel mínimo de lúmenes establecido por la **REGULACIÓN CONELEC No. 008/11**, en la cual se indica que el promedio debería ser de 7.5 lx y el nivel mínimo de 1.5 lx y en el parque cuenta con niveles mínimos desde 0.1 lx y un promedio total de 5.66 lx

- La pésima calidad luminotécnica del parque Lineal "La Tebaida" se debe a que el 90% de lámparas pertenecientes a la EERSSA, como las del parque, se encuentran dañadas, por lo que existen zonas totalmente oscuras y que presentan un gran peligro para las personas que transitan por el parque.

10. RECOMENDACIONES

- Se debería impulsar la utilización de los sistemas fotovoltaicos en el parque, para lograr extender y diversificar la matriz energética y así proveer de iluminación ininterrumpida a zonas importantes del parque.

- Dar un constante mantenimiento a las lámparas de alumbrado público para evitar que lugares de la ciudad, como son los parques se conviertan en peligros latentes para la ciudadanía.

- Se recomienda hacer uso de alumbrado ornamental y decorativo en el Parque Lineal "La Tebaida", para resaltar los atractivos naturales y darle un toque de elegancia al mismo.

- Dar un mantenimiento a todas las luminarias del parque.

- Para cumplir con la normativa establecida por el CONELEC se recomienda hacer uso de algún software, para determinar la cantidad de luminarias que requiere el parque, para que este dentro de la norma establecida.

BIBLIOGRAFIA.

Libros:

[1] CONELEC. Regulación No. 008/11 CONELEC. 2011.

[2] Freire M. 2013. Alternativas de iluminación para el parque "El Paraíso" de la ciudad de Cuenca. Tesis de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

[3] Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). 2010. República de Colombia.

[4] IAC/OTPC - CONAMA AURA CARSO ESO/OPCC. Guía práctica de iluminación de exteriores. Julio del 2010.

[5] Vega C. 2006. Visión, luz y color. Universidad de Cantabria.

Páginas Web

http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/2010-iMC-final-jan-2012.PDF.

http://www.automatizando.com.co/luxometros.htm

http://www.iea.org/.

http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-radiacion/luxometro-mavolux.htm

http://www.schreder.com/ess-es/LearningCenter/Esencial-Alumbrado/Pages/default.aspx

http://www.vivaloja.com/content/view/265/40/

ANEXOS