

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN ALUMBRADO PÚBLICO

Marbelis Moreno¹, Anneris Quintero¹, Tarcisio Pargas², Manuel Hernandez¹
Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Vicerrectorado Barquisimeto.

¹Departamento de Ingeniería Eléctrica. ²Sección de Electricidad – Núcleo Carora

mmoreno@unexpo.edu.ve; marbelis_moreno@hotmail.com

Resumen: El presente trabajo se desarrollo en la modalidad de proyecto de campo, descriptivo, bajo la problemática observada y señalada por los afectados, como los somos todos al ser privados de la belleza del cielo nocturno. La contaminación lumínica cada día se hace mas incidente en el medio ambiente, por esta razón se decide demostrar técnicamente lo que está sucediendo en nuestros paisajes. Para ello se plantea diagnosticar el sistema lumínico en alumbrado público de la ciudad de Barquisimeto, evaluar los niveles de temperatura y lux en determinado espacio y analizar esas mediciones para proponer mejoras al sistema de alumbrado que disminuyan el efecto de la contaminación ambiental y lumínica. Durante la aplicación de la metodología seleccionada e instrumentos adecuados, se realizan cuadrículas de medición de temperaturas y de intensidad luminosa (lux), se evaluaron y analizaron los tipos de lámparas instaladas así como las distancias entre postes. Uno de los resultados más impactantes fueron las imágenes recogidas en las noches, así como la cantidad de lux que se desperdicia, cuando se orientan y existe una selección de la lámpara menos adecuada para el alumbrado, uno de los resultados obtenidos fue de valores relativos entre 15 a 20 lux, y el establecido por normativas de alumbrado público es entre 5 a 10 lux, mostrando con esto la pérdida de energía que se convierte en alto grado de contaminación. La lámpara más utilizada en paseos o plazas es la tipo globo ornamental. Los sistemas de alumbrado en paseos y plazas existentes son contaminantes desde el punto de vista térmico y visual. Se verifica la teoría de los astrólogos “Pérdida del Cielo Nocturno”. Se recomienda hacer estudios técnicos en los proyectos de alumbrado público, que consideren los niveles de contaminación lumínica producto de las lámparas utilizadas y evaluar las existentes en el mercado.

Palabras Claves: Contaminación, Temperatura, Intensidad Lumínica, Cielo Nocturno.

LIGHT POLLUTION IN STREET LIGHTING

Abstract: This work was developed in the form of draft descriptive field under the problems observed and reported by those affected, as are all being deprived of the beauty of the night sky. Light pollution is increasingly becoming more incident in the environment, therefore technically it was decided to demonstrate what is happening in our landscapes. It does so by diagnosing the lighting system in public lighting in the city of Barquisimeto, assess levels of temperature and lux at a certain space and analyze these measurements to propose improvements to the lighting system to minimize the effect of environmental pollution and light. During application of the selected methodology and instruments, measuring grids are made of temperature and light intensity (lux), were evaluated and analyzed the types of lamps installed as well as distances between posts. One of the most powerful were the images collected at night, and the amount of lux that is wasted when there is a selection guide and lamp less suitable for lighting, one of the results obtained was relative values between 15 to 20 lux, and the regulations established by public lighting is between 5 to 10 lux, showing that the energy loss becomes highly polluted. The lamp used in most walks or places is the ornamental globe type. Lighting systems in existing streets and squares are contaminants from the standpoint of thermal and visual. It checks the astrologers theory "Loss of the Night Sky." Technical studies are recommended in the draft lighting, consider light pollution levels of the lamps used product and evaluate the existing market.

Keywords: Pollution, Temperature, Light Intensity, Night Sky.

Este manuscrito fue recibido en Barquisimeto el 1/11/2011 y aprobado para su publicación 12/7/2012. Marbelis Moreno, Anneris Quintero, Tarcisio Pargas son personal docente de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de sucre del VR-Barquisimeto y el Br. Manuel Hernández estudiante de esta Universidad. Email: mmoreno@unexpo.edu.ve; marbelis_moreno@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Una de las alteraciones del medio ambiente, que crece más rápidamente, son los niveles de iluminación en el medio nocturno provocado por la luz artificial. La contaminación lumínica, cuya manifestación más evidente, es el aumento del brillo del cielo nocturno por reflexión y difusión de la luz en los gases y partículas del aire, provoca numerosos y perjudiciales efectos económicos, sociales, sanitarios, culturales y medioambientales de gran trascendencia, tales como, el aumento del gasto energético y económico de forma superflua por parte de los municipios, intrusión lumínica en los hogares, encandilamiento y alteraciones de la salud, inseguridad vial, daño a los ecosistemas nocturnos y degradación del cielo nocturno (Fig. 1).



FIGURA 1. Contaminación del Cielo Nocturno [1]

En este sentido, señala Poveda (2007), que “en la actualidad la mayoría de las personas que viven en el planeta tierra están expuestos a una serie de factores que inciden en su salud debido a la gran contaminación existente en el medio ambiente” [1]. Dicha preocupación ha llevado a el hombre ha investigar acerca de las causas de la contaminación a nivel global, una de ellas es la causada por la luz o mejor llamada contaminación lumínica.

En otro orden de ideas, la emisión indiscriminada de luz hacia el cielo y su dispersión en la atmósfera constituyen un evidente atentado contra el paisaje nocturno, al ocasionar la

desaparición progresiva de los astros. Su visión depende del contraste existente entre su tenue luminosidad y la oscuridad del fondo del cielo. Al dispersarse la luz, éste se torna gris y estos objetos desaparecen.

En materia de contaminación lumínica existen muchas teorías, pero pocas investigaciones, en las cuales varios autores han estudiado y aportado soluciones entre ellas, Laguna (2006) [2], en su estudio titulado la contaminación lumínica y su efecto en la vida de los seres humanos, plantea las constantes transformaciones de la sociedad de hoy, la cual exige un continuo uso de la energía eléctrica de manera desproporcionada e irracional, que conlleva muchas veces al uso indiscriminado del recurso, motivo por el cual recomienda un estudio completo de las tomas eléctricas, así como del uso de lámparas tanto para las calles, plazas y avenidas como para las casas de las urbanizaciones a edificar.

El estudio concluyo en que el mal uso de la electricidad recarga los sistemas ocasionando irregularidades en la prestación del servicio, también se evidencio el problema de los cielos nublados, en los cuales no puede detectarse la luz de las estrella y los astros, a lo que alegaron la poca visibilidad de las luces de aviones.

Este estudio fundamenta la investigación que se realiza motivado a que se evidencia el efecto e importancia que tiene para la sociedad el uso racional de la electricidad y de las lámparas colocadas como fuentes de iluminación artificial, desprendiendo contaminación lumínica.

2. DESARROLLO

En el desarrollo de esta investigación es de suma importancia trabajar con ciertos términos y bases teóricas para el buen entendimiento de los escenarios y variables a considerar, logrando definirlos de la manera más didáctica de acuerdo a los autores referenciados.

1. Bases Teóricas

A. Definición de La luz La luz es una forma de energía radiante a la cual el ojo es sensible. La luz que se puede ver es una pequeña porción del amplio sistema de energía oscilante, que incluye los rayos X, la luz ultravioleta UV, la infrarroja, las microondas y las ondas de radio, todas ellas conocidas como el espectro electromagnético (Figura 2). La manera en la que percibimos la apariencia de los objetos depende de cómo estos reflejan la luz y de cómo están iluminados [3].



FIGURA 2. Espectro electromagnético [3]

B. Definición de Flujo Luminoso: Es la potencia lumínica emitida en forma de radiación luminosa, a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es el Φ y su unidad es el lumen (lm).

C. Iluminancia:(E): Es el flujo recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad es el Lux que es (lm/m²).

D. Intensidad Luminosa: (I): Es el flujo luminoso de una fuente de luz emitida en una determinada dirección es igual a la relación entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido cualquiera. $I = \Phi / \omega$

E. Luminarias: Son aparatos que distribuyen, filtrando o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Ver características de lámparas en Tabla 1.

A continuación se presenta la Tabla 1, que simplifica las características técnicas más importantes de lámparas que se seleccionan para ser instaladas en Alumbrado Público entre otras aplicaciones.

La ventaja de las lámparas eficientes es su mayor vida útil, entre 5 y 15 veces más que las fluorescentes y LFC y más de 50 veces que las incandescentes convencionales.

F. Definición de Contaminación Lumínica: Según [2], la contaminación lumínica puede definirse como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.

TABLA 1. Características Técnicas más importantes de las lámparas [5]

Tipos de Lámparas	Potencia (W)	Flujo Luminoso (Lm)	Eficiencia (Lm /W)	Vida Útil (hrs)
Incandescente	1 a 2000	6 a 40000	8 a 17	1000 a 6000
Halógena	3 a 10.000	36 a 220.000	18 a 22	2000
Fluorescente	4 a 215	1000 a 15.500	40 a 93	12000
Compacta	5 a 36	250 a 2,900	50 a 82	10000 a 20.00
luz mixta	160 a 500	3100 a 14.000	20 a 30	12000 a 15.000
Vapor de mercurio	50 a 2000	1800 a 125.000	36 a 63	24.000
Sodio a baja presión	18 a 180	1800 a 33.000	100 a 183	18.000
Sodio a alta presión	50 a 1000	3500 a 13.000	140	16000 a 24.000
Halogenuro metálico	75 a 3500	5000 a 300.000	70 a 100	3000 a 20.000

Todos los términos y definiciones mostraran en sus mediciones y valores referenciales el impacto o incidencia en la Contaminación Lumínica y la Eficiencia en el uso de la Energía Eléctrica.

3. METODOLOGÍA

La presente investigación se basa en un estudio de campo de tipo descriptivo y se encuentra dentro de la modalidad de proyecto factible. Es de carácter descriptivo ya que se fundamenta en hechos presentes, incluyendo la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual del problema.

Para el desarrollo de esta investigación se aplicara el siguiente esquema (Fig. 3), que se muestra a continuación:

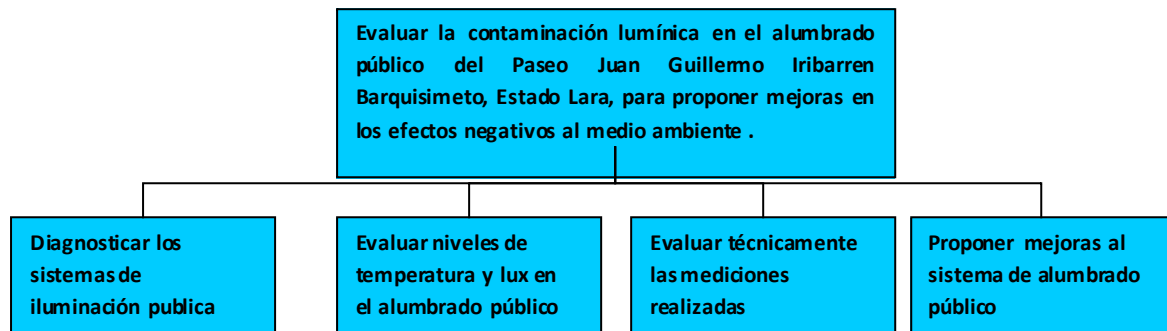


FIGURA 3. Esquema General de Metodología

A. CLASIFICACION POR AREAS DE LOS ALUMBRADOS PUBLICOS: según la Planificación de Urbanismos y Zonas Rurales [3] se clasifican en :

Área 1: Avenidas

Área 2: Calles

Área 3: Estadios e instalaciones deportivas

Área 4: Plazas, Paseos y bulevares

Área 5: Estacionamientos

B. Criterios de selección de área a estudiar: Se seleccionara el **Área 4** aplicando la técnica de observación simple y debido a condiciones de tiempo y espacio, sumada a que esta es una de las áreas que presenta luminarias acordes para realizar esta investigación.

- C. Tipos de luminarias a estudiar en cada una de las áreas:** Se selecciono en el Área 4, la luminaria tipo globo ornamental ya que de acuerdo a los antecedentes consultados es la que puede presentar mayor contaminación lumínica.
- D. Mediciones de temperatura:** Se procederá a la medición de la temperatura con un termómetro ambiental digital.
- E. Mediciones de Intensidad Luminosa:** Se solicitara al departamento de ingeniería eléctrica de la UNEXPO el Luxómetro.
- F. Recopilación de datos:** adicional a las mediciones respectivas de temperatura e iluminación se consultaran datos Normados
- G.** Ubicar las normas para alumbrado público en el área 4 (lux normados para plazas, plazoletas o bulevares), para lo cual recurrimos al texto Alumbrado Público (criterios, Diseños y recomendaciones) [3, 4].

4. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a lo obtenido parece indicar que las referencias utilizadas no están alejadas de la realidad, ya que los indicadores y variables medidas o calculadas arrojan resultados que corroboran tanto la ineficiencia en el uso de la energía eléctrica como la gran cantidad de luz y radiación lumínica que se emite al espacio o al cielo nocturno.

A continuación se presentan unas tablas que reflejan lo descrito:

A. Luminaria utilizada en alumbrado público, en el área de estudio (Área 4):

TABLA 2. Proporción de tipos de luminarias a estudiar en cada una de las áreas

Área	M-400	Metal Halide	Globo Ornamental	Farol Ornamental	M-250	Vapor de Sodio
1	72%			2%	26%	
2	58%		12%	10%	20%	
3		74%		2%		24%
4		4%	75%		21%	
5	12%	54%			12%	22%

Se puede observar que la luminaria más utilizada en el área de estudio fue la Globo ornamental, colocadas en postes de forma arbitraria a distancias variables uno del otro y en posiciones de poco tránsito peatonal dentro del paseo.

B. Temperaturas e Intensidad luminosa: Se procede a la medición de la temperatura con un termómetro ambiental digital (Figura 4), y a la intensidad luminosa con el luxómetro, en diez posiciones a las distancias de 5cm y 20 cm del centro de la luminaria con una variación de 30° entre puntos para abarcar un radio de cobertura de 330°.

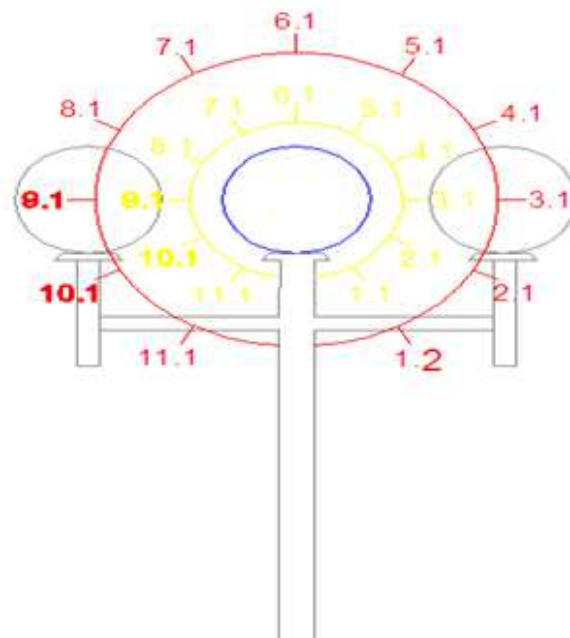


FIGURA 4. Cuadrícula para mediciones de Temperatura e Intensidad Luminosa

Los datos serán reflejados en las tablas 3, 4 y 5.

TABLA 3. Medición de Temperatura en °C

Temperatura (°C)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Distancia 1 (5cm)	31	32	33	38	38	38	38	35	32	32	31
Distancia 2 (20cm)	26	27	27	29	30	30	29	26	26	27	27

TABLA 4. Medición de Intensidad Luminosa (lux)

Intensidad Luminosa (Lux)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Distancia 1 (5cm)	35	35	37	37	37	36	37	37	35	35	35
Distancia 2 (20cm)	28	28	27	28	27	28	29	28	28	28	28

TABLA 5. Valores de Iluminación Pública [3,4]

Área	Iluminación media E_m (Lux)
Autopistas, autovías y carreteras con intenso tráfico	20 a 35
Vías urbanas y plazas importantes	10 a 20
Vías y paseos residenciales	5 a 10
Polideportivos	100 a 500

Analizando los resultados se observa que en las posiciones evaluadas, las temperaturas son elevadas (llegando a medir temperaturas de 38°C en algunos puntos (**distancia 1 punto 6=38°C**), hacia el medio ambiente; así mismo con los niveles de Lux, estos no están acordes con los normados, estando por encima de los especificados como se muestra en tablas (**distancia 1 punto 3=37lux**).

CONCLUSIONES

Las imágenes presentadas son concluyentes, ya que reflejan directamente la realidad que se vive en el paseo Juan Guillermo Iribarren de la ciudad de Barquisimeto, Edo. Lara.



Imagen 1: Muestra la cantidad de iluminación en el paseo Juan Guillermo Iribarren. (Autor)



Imagen 2: Procedimiento de mediciones de Temperaturas °C e Intensidad Luminosa Lux. (Autor)



Imagen 3: Poste de tres brazos con lámparas tipo globo. Observar el deslumbramiento hacia el cielo nocturno. (Autor)

Causas de la Contaminación Lumínica: como evaluación concluyente se determino lo siguiente:

- El haz luminoso no es dirigido hacia abajo, paso de peatones o vehicular.
- La radiación luminosa es de una longitud de onda que el ojo humano no percibe, por tanto deslumbra y no permite ver el cielo nocturno.
- Utilización indiscriminada de luminarias tipo globo, sin ninguna clase de pantalla, que limite la radiación hacia arriba.
- Falta de control sobre iluminación decorativa, es decir normativas que limiten el uso de ciertas luminarias.
- Anuncios publicitarios mal iluminados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Poveda, M; 2007. Eficiencia energética: Recurso no aprovechado. Pp. 21, 22
- [2] Laguna, Y. (2006). Contaminación lumínica y su efecto en la vida de los seres humanos. Pag. 6, 30
- [3] Ereú. M, 2008. Alumbrado Público criterios, diseño y recomendaciones. Pag. 15,17,45
- [4] Norma COVENIN (1993). COVENIN 2249-93. "Iluminancias en tareas y áreas de trabajo". Venezuela.
- [5] Catalogo de luminarias <http://www.obramat.com.ve/027.pdf>