

REICE
Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas
Abriendo Camino al Conocimiento
Facultad de Ciencias Económicas, UNAN-MANAGUA

Vol. 7, No. 13, Enero – Junio 2019

REICE ISSN: 2308-782X

REICE | 47

<http://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni/index.php/REICE>
revistacienciaseconomicas@gmail.com

Auditoria energética del estado actual de las luminarias que componen el alumbrado público en el área urbana del sector Oeste de la ciudad de Managua. Periodo de diciembre 2016 a enero 2017.

Energy audit of the current state of the luminaires that make up public lighting in the urban area of the West sector of the city of Managua. Period December 2016 and January 2017.

Fecha recepción: febrero 20 del 2019
Fecha aceptación: mayo 05 del 2019

Humberto A García Montano
Investigador en Observatorio Astronómico
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua
Correo: hgarciamontano@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9049-0274>

Rosalba Silva Soza
Meteorología de Sinóptica y Aeronáutica
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
Correo: metcatarossylva@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.5377/reice.v7i13.8171>



Derechos de autor 2018 REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas. Esta obra está bajo licencia internacional [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Copyright (c) Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas de la UNAN-MANAGUA

Resumen.

La auditoría energética es un servicio de asesoramiento que tiene por objeto el análisis de la situación energética de las instalaciones de alumbrado público, con el fin de evaluar y determinar su eficiencia. Con la auditoría realizada se pretende obtener una visión preliminar del estado energético del alumbrado público en la parte occidental de la capital Managua, Nicaragua; y de este modo realizar propuestas de mejora que impliquen un importante ahorro energético y económico. Como resultado de la auditoría se han obtenido una mala disposición de las luminarias, falta de supervisión y mantenimiento, y no se cuenta con una ley específica en el país. Este trabajo servirá para guiar a los gestores de estas instalaciones en la toma de decisiones a la hora de acometer futuras reformas. Y que estas inversiones que potencialmente se realicen en este tipo de instalaciones cuenten con la calidad del servicio, la optimización energética, el ahorro económico, y correctas políticas de control.

Palabras claves: Contaminación luminosa, luminarias, flujos, auditoria y eficiencia

Abstract

The energy audit is an advisory service that aims to analyze the energy situation of public lighting installations, in order to evaluate and determine their efficiency. The audit carried out aims to obtain a preliminary view of the energy status of public lighting in the western part of the capital Managua, Nicaragua; and thus make proposals for improvement that imply significant energy and economic savings. As a result of the audit, poor luminaire disposition, lack of supervision and maintenance have been obtained, and there is no specific law in the country. This work will serve to guide the managers of these facilities in making decisions when undertaking future reforms. And that these investments that are potentially made in this type of facilities have the quality of service, energy optimization, economic savings, and correct control policies.

Key words: Luminous pollution, luminaires, flows, auditing and efficiency.

Introducción

Actualmente, nuestro país presenta diversos problemas en materia energética como son: alta dependencia energética del exterior, predominio de los consumos de combustibles fósiles, altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, elevado coste de los productos energéticos, déficit de tarifas, etc. Para solventar estos problemas, la eficiencia se constituye como uno de los mejores y más económicos medios para reducir nuestra dependencia energética, al contribuir a una mejora del medioambiente y fortalecer y mejorar la competitividad de las empresas y administraciones públicas al reducir sus costes de funcionamiento y operación.

Otra de las ventajas fundamentales de la eficiencia energética es que su implementación depende exclusivamente del usuario y no depende de la publicación de nuevos marcos normativos o retributivos.

En este trabajo, nos propusimos realizar una auditoría de las luminarias existente en el área urbana de la ciudad de Managua sector occidental.

Material y Método

Para la realización de este trabajo se seleccionó las principales avenidas en la zona occidental de nuestra capital Managua y no introduciéndose en los barrios aledaños. Esto, debido a tiempo, logística y seguridad. Se realizaron recorridos tanto de día como de noche para evaluación física de las luminarias.

Se contó con instrumentos como: 1) Luxómetro digital YF-170 para medir el flujo de las luminarias, 2) GPS marca Garmin, 4) el fotómetro medidor de cielo SQM (SkyQuality Meter) y 5) Estación meteorológica DAVIS VantageVue Wireless WeatherStation. Además, se utilizaron software R y QGIS para el procesamiento de los datos.

Primeramente, se realizó una auditoría al sistema de alumbrado público en los meses de noviembre y diciembre de 2016, evaluando parámetros como su eficiencia, características de las luminarias, disposiciones y ubicación. Seguidamente, se realizó una fase exploratoria sobre leyes y reglamento existentes que rigen al alumbrado público.

El trabajo de la auditoría energética de alumbrado público por las principales avenidas de las calles de Managua (área occidental) ha constado de las siguientes fases:

FASE 1: Recopilación de datos técnicos necesarios.

Este trabajo comenzó con la identificación y conocimiento de todos los focos de consumo energético que estaban relacionados con las instalaciones de alumbrado público.

Además, de la documentación de leyes y reglamentos que la rigen.

FASE 2: Labor de campo para la toma y recogida de datos.

Posteriormente, con el fin de complementar y verificar todos los datos aportados en la Fase 1, se llevaron a cabo inspecciones de campo, en las que se realizaron visitas, tanto diurnas como nocturnas, de ciertos sectores del alumbrado público.

En esta fase, se identificaron todos los elementos que componen un sector de alumbrado público, distinguiendo entre otros:

- Tipos de iluminación existente: vial, decorativa, ornamental, etc.
- Tipos de lámparas, luminarias, balastos, etc.
- Tipo de control para la conexión y desconexión de los equipos de iluminación.
- Posible presencia de sistemas de ahorro de energía por reducción de iluminación.
- Inventario parcial del parque de luminarias.

Con todo ello, se pretenden conseguir los siguientes datos:

- Inventario de cuadros de alumbrado.

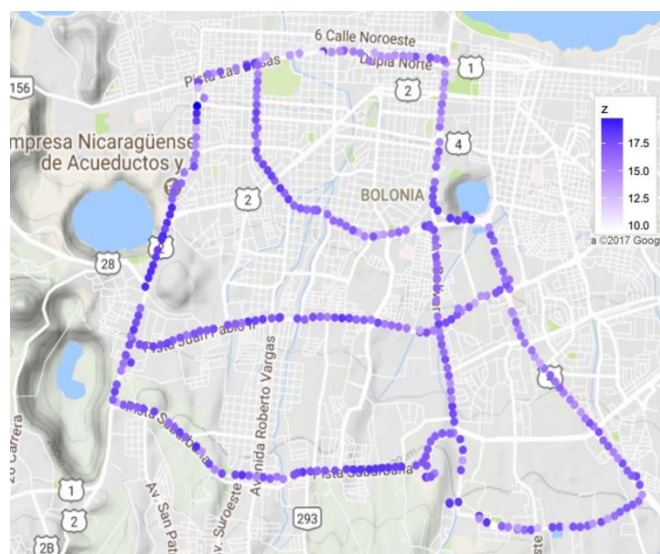
- Monitorización y registro de los parámetros eléctricos, específicamente intensidades.
- Estado de conservación de líneas y equipos.
- Niveles lumínicos y características de la iluminación.
- Comprobación del correcto funcionamiento del alumbrado.

FASE 3: Análisis y evaluación de la situación actual y elaboración de propuestas de mejora de las instalaciones.

Con los datos recogidos se elaboraron propuestas de actuación y mejora de las instalaciones. Se han buscado, entre otros, los siguientes objetivos:

- Reducir el costo económico de explotación del alumbrado público.
- Reducir el consumo energético y la contaminación lumínica, mediante acciones sobre lámparas, equipos auxiliares y luminarias, instalación de mejores sistemas de encendido y apagado, instalación de sistemas de regulación de flujo luminoso, etc.
- Mejorar las actividades de control y mantenimiento.

Gráfico 3. Recorrido realizado de las mediciones por las principales vías de Managua.



Resultados y Análisis

Resultados de la auditoría al sistema de iluminación de alumbrado público y decorativo.

Después de un análisis en lo referente a las leyes que tienen que ver con las luminarias públicas y decorativas, solamente se encontró la Ley de la Industria Eléctrica, N° 272. Esta ley solo cuenta con un artículo relacionado al sistema de alumbrado público, i dice Art.40- *“La responsabilidad por el servicio de alumbrado público corresponde a las municipalidades”*.

En cuanto a las luminarias del sistema de alumbrado público, se realizó una recopilación de la información física y estado actual de las instalaciones existentes, tanto en horario diurno como nocturno.

En la recopilación física de las luminarias usadas en el alumbrado público, se encontró 5 tipos de luminarias y de tres tipos de marcas (como General Electric, Philips, OSRAM), 233 de vapor de sodio y alta presión; y 580 de LED. Mientras que, los tipos de luminarias usadas en sistemas alumbrado decorativo y anuncios publicitarios se contabilizaron 230 en su mayoría tipo LED.

En cuanto a la ubicación, fue común encontrar que muchas de las luminarias están mal ubicadas por encima de árboles o ya sea a la orillas de rótulos (ver foto 1 y 2).

Foto izquierda, luminaria ubicada sobre la pista UNAN y la rotonda Jean-Paul Genie. Foto derecha, ubicada sobre la pista UNAN - Rotonda Universitaria.



5.2. Niveles de iluminación con los datos obtenidos en las mediciones de campo.

En la tabla 1, se presentan los datos recogidos a partir de las mediciones realizadas en las vías del municipio de Managua, los parámetros determinan el nivel de iluminación, a fin de concretar si las lámparas instaladas proveen en cada vía el nivel mínimo exigido por la normativa. Estos parámetros son: localización (columna 2), cantidad de puntos o lámparas (columna 3), potencia promedio (columna 4), la iluminancia media (E_m) (columna 5), eficiencia promedio (columna 6), tipo de lámpara (columna 7) y clase de alumbrado (columna 8).

Tabla 1. Parámetros que determina el nivel de iluminación de la vía.

Puntos	Localización	Total de puntos de luz	Potencia promedio (W)	Flujo promedio (lux)	Eficiencia promedio	Tipo de lámpara	Clase de alumbrado
1	Pista UNAN-Rotonda Jean Paul Genie	196	200	56,0	30	A2	S3/S4
2	Carretera a Masaya: Rotonda Jean Paul Genie — Rotonda Centroamérica	46	200	54,7	29	A2	S3/S4
3	Carretera a Masaya: Rotonda Jean Paul Genie — Rotonda Centroamérica	22	200	52,8	31	A4	S3/S4

Auditoria energética del estado actual de las luminarias que componen el alumbrado público en el área urbana del sector Oeste de la ciudad de Managua. Periodo preliminar diciembre 2016 y enero 2017.

4	Carretera a Masaya: Rotonda Centroamérica — Rotonda Metrocentro	42	200	51,3	26	A2	S3/S4
5	Pista UNAN-Rotonda universitaria	78	200	58,2	29	A2	S3/S4
		4	200	55,3	28	A4	S3/S4
6	Rotonda Universitaria - Semáforos de ENEL Central	37	200	66	29	A2	S3/S4
		9	200	61,4	31	A4	S3/S4
7	Semáforos ENEL Central - Rotonda El Periodista	30	200	22,9	12	A4	S3/S4
8	Rotonda El Periodista - 7 Sur	190	200	26,7	15	A4	S3/S4

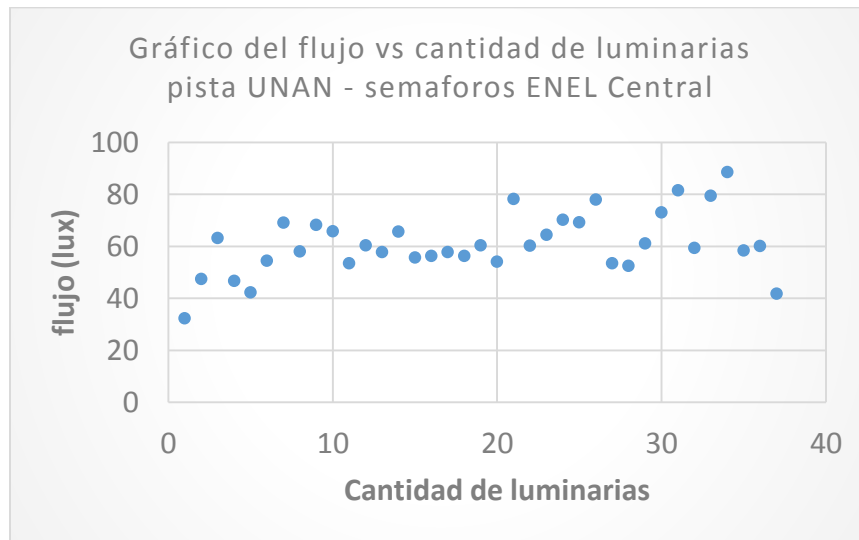
REICE | 54

Foto izquierda, luminaria con ángulo de 26° y foto de la derecha con un ángulo de 50°



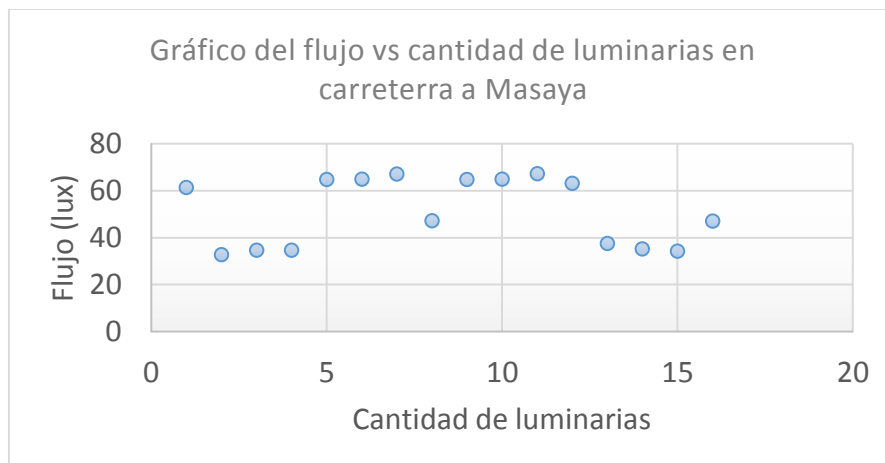
De las 580 luminarias LED contabilizadas, se obtuvo un flujo promedio de $(60,9 \pm 1,9)$ lux y una eficiencia promedio de 26 lm/W; con valores el más bajo de 32,2 lux y el más alto de 78,2 lux. Además, se encontraron 14 luminarias apagadas por la noche y 9 encendida durante el día. Presentan baja eficiencia y con flujo muy por debajo de los valores que el fabricante reporta (gráfico 1).

Gráfico 1. Flujo de las luminarias entre la pista UNAN y ENEL Central.



En cuanto a las luminarias de mercurio y vapor de sodio se contabilizaron 233. Con un valor de flujo promedio de $(56,4 \pm 4,8)$ lux, eficiencia promedio de 11 lm/W; con valores entre 8,1 lux el más bajo y 59,7 lux el más alto. Se hallaron solamente 5 luminarias encendidas durante el día, pero apagadas se encontraron 26 luminarias. El rango de flujo recomendado para alumbrado público es de 5 a 20 lux. Mientras que los valores típicos de la eficiencia de un sistema de iluminación de este tipo es de 60 – 140 lm/W (gráfico 2).

Gráfico 2. Flujo de las luminarias en carretera a Masaya



Con los datos obtenidos, se elaboró el siguiente mapa (Gráfico 3) del brillo de la parte occidental de Managua:

En materia de reglamento, solamente se encontró el Reglamento de Rótulos del municipio de Managua de la Alcaldía de Managua, expresa que es competencia de las municipalidades la vigilancia y el controlar posibles focos de contaminación ambiental. En este reglamento expresa “Queda prohibida la emisión de energía lumínica que sobrepase los doscientos cincuenta (250) lux de luz continua o cien (100) lux de luz intermitente”.

Un 60% de las luminarias del alumbrado público presentan una disposición incorrecta. Según las normas y el fabricante están deben de tener un ángulo de inclinación máximo de 20°. Esto provoca deslumbramiento tanto a peatones como a conductores. Además, muchas de ellas están en mal estado, muy pocas tenían problemas de encendido y todas las luminarias de vapor de sodio y alta presión carecen de aditamento protector.

Todo esto hace indicar que hay problemas y los flujos no son constante, esto puede deberse a variaciones de voltaje, flujos o mala instalación. Debido a esta situación está claro que no hay ninguna unidad o cuadrillas de mantenimiento y supervisión del alumbrado público. A la falta del mal funcionamiento, muchas de las luminarias presentan desgastes, sus vidrios protectores muy sucios, y otras rotas; evidenciado la carencia de mantenimiento.

Conclusiones

Después realizar una revisión del marco legal de Nicaragua, afirmamos que nuestro país no cuenta con ninguna ley referida a este tipo de contaminación, sólo con un Reglamento de Rótulos del municipio de Managua de la Alcaldía de Managua.

Tanto las luminarias LED, como las de vapor de sodios y las de mercurio, se obtuvo un flujo irregular ninguna era constante. Además, 14 luminarias LED estaban apagadas por la noche y 9 encendidas durante el día. Presentan baja eficiencia y con flujo muy por debajo de los valores que el fabricante reporta. Se hallaron solamente 5 luminarias de vapor de sodio y mercurio encendidas durante el día, pero apagadas se encontraron 26 luminarias. Es importante notar que los “Arboles de la Vida” registraron mediciones muy bajas de 11 lux.

En general, podemos decir que la contaminación luminosa de Managua es ocasionada por tres factores: Primero, por las luminarias de vapor de sodio y mercurio debido a su deficiencia, mala ubicación y no presentan aditamento protector. Segundo, las luminarias LED las cuales tienen una mala disposición superando en muchos casos los 25° que sugiere el fabricante y no presentan un flujo constante. Tercero, las luminarias decorativas y las luminarias utilizadas en anuncios publicitarios es la principal fuente de contaminación lumínica, debido a su mala disposición y excesivos flujos.

Prohibir el uso de luminarias a gas de mercurio por su amenaza a la contaminación ambiental por su deficiencia y los residuos que ellas dejan una vez que son reemplazadas. Además, las luminarias de mercurio requieren de un cambio inmediato, debido a que ya cumplieron con su vida útil. La deficiencia de las luminarias del alumbrado público, genera gastos innecesarios a la factura energética. Dicha energía no es aprovechada y se traduce en desperdicio de barriles de petróleo anuales, generando gases de efecto invernadero.

Referencias Bibliográfica

Abruña Fernandez (2007). Diseño y planificación para la mitigación de la contaminación luminocturna. Revista Ambiental Corriente Verde.

Apunte Para Una Gestión Eficiente Del Alumbrado Público Exterior. Indae (Enero 2012). Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra, España.

Barba Manuel Nicolás. Contaminación lumínica. Congreso Nacional del Medio Ambiente. CONOMA 9.

Blackburn, S., & Patteson, D. (1991). Effects of cycled light on activity state and cardiorespiratory function in preterm infants. *The Journal of Perinatal & Neonatal Nursing*, 4(4), 47-54. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1993985>.

Boivin, D. B., Duffy, J. F., Kronauer, R. E. y Czeisler, C. A. (1996). Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light. *Nature*, 379(6565), 540-542. DOI: <http://doi.org/10.1038/379540a0>.

Chepesiuk, R. (2009). Missing the dark: health effects of light pollution. *Environmental Health Perspectives*, 117(1), A20-27. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2627884/>

Crumey Andrew (19 May 2014). Human Contrast Threshold and Astronomical Visibility. arXiv:astro-ph.IM/0003412v1.

Dolsa Alfons G. and Albarrán Ma Teresa (29 de julio 1998). La problemática de la Contaminación lumínica en la conservación de la Biodiversidad.

Gomariz Alejandro (Julio 2014). Polución luminosa. Notas. Cielo sur.

Herranz Dorremochea Carlos, Ollé Martorell Josep M^a y Sora Fernando Jáuregui (2013). La iluminación con led y el problema de la contaminación lumínica. *Revista ASTRONOMÍA* N° 144.

Longcore, T., and C. Rich (2004). Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:191–198.

Auditoria energética del estado actual de las luminarias que componen el alumbrado público en el área urbana del sector Oeste de la ciudad de Managua. Periodo preliminar diciembre 2016 y enero 2017.

López Gustavo G (Febrero 2015). Informe de auditoría ALUMBRADO PÚBLICO MUNICIPIO DE VILLAMARIA – CLADAS VIGENCIA 2011. X.

Revista Física y sociedad Fis n° 21. Especial monográfico: Contaminación lumínica y eficiencia energética. Junio 2011.

REICE | 59

Rodríguez Schaeffer Patricia E. Contaminación Lumínica: Responsabilidad Social. Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México / Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Soler Enric Marco, Morales Ángulo Morales. La contaminación lumínica generada por leds blancos. Informe promovido por el Grupo de Trabajo sobre contaminación lumínica.