



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE ELECTRICIDAD

**EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA PRODUCIDA POR LOS
ANUNCIOS PUBLICITARIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA DE ACUERDO CON
NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: ALEXANDER HUGO GÓMEZ ORELLANA

KLEBER JOEL GUAMAN VASQUEZ

TUTOR: ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Alexander Hugo Gómez Orellana con documento de identificación N° 0106274681 y Kleber Joel Guamán Vásquez con documento de identificación N° 0106600026; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 24 de octubre del 2023

Atentamente,



Alexander Hugo Gómez Orellana

0106274681



Kleber Joel Guamán Vásquez

0106600026

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Alexander Hugo Gómez Orellana con documento de identificación N° 0106274681 y Kleber Joel Guamán Vásquez con documento de identificación N° 0106600026, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo académico: “Evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios de la ciudad de Cuenca de acuerdo con normativas nacionales e internacionales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de octubre del 2023

Atentamente,



Alexander Hugo Gómez Orellana



Kleber Joel Guamán Vásquez

0106274681

0106600026

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Freddy Fernando Campoverde Armijos con documento de identificación N° 0102339470, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA PRODUCIDA POR LOS ANUNCIOS PUBLICITARIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA DE ACUERDO CON NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES**, realizado por Alexander Hugo Gómez Orellana con documento de identificación N° 0106274681 y Kleber Joel Guamán Vásquez con documento de identificación N° 0106600026, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de octubre del 2023

Atentamente,

Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos.

0102339470

“EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA PRODUCIDA POR LOS ANUNCIOS PUBLICITARIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA DE ACUERDO CON NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES”

Kleber Joel Guamán Vàsquez
Carrera de Electricidad
Universidad Politécnica Salesiana
Cuenca - Ecuador
kguamanv1@est.ups.edu.ec

Alexander Hugo Gómez Orellana
Carrera de Electricidad
Universidad Politécnica Salesiana
Cuenca - Ecuador
agomezo2@est.ups.edu.ec

Freddy Fernando Campoverde Armijos
Carrera de Electricidad
Universidad Politécnica Salesiana
Cuenca - Ecuador
fcampoverde@ups.edu.ec

Abstract—La publicidad a ido evolucionando a través del tiempo, desde pinturas en murales, hojas impresas hasta avances tecnológicos como es la implementación de pantallas con tecnología LED que permiten disponer de diferentes publicidades según los requerimientos de los usuarios.

En este trabajo investigativo se desarrolla una evaluación de los distintos rótulos publicitarios localizados en diversos lugares de la ciudad de Cuenca midiendo los niveles de luminancia para compararlos con normas internacionales y nacionales y proponer niveles de iluminación adecuados. Para ejecutar las diferentes mediciones necesarias se utiliza el luminancímetro y guiándose de varias normas establecidas en la CIE.

Index Terms—Contaminación lumínica, Evaluación, Iluminación, LED, Normativas, Ojo, Retina, Rótulos publicitarios, Tecnología, Visión.

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto desea realizar una evaluación cuantitativa de la contaminación lumínica en la ciudad de Cuenca, tomando de muestra dos rótulos publicitarios, los cuales están ubicadas en las zonas mas transitadas por vehículos y peatones en esta urbe, realizando mediciones sistemáticas y produciendo resultados estadísticos.

En este proyecto se identificará los niveles de contaminación lumínica presentada por los rótulos publicitarios y de igual forma, se analizarán normas nacionales e internacionales vinculadas al tema. El trabajo de investigación aquí presentado efectúa una evaluación de la contaminación lumínica producida por los anuncios publicitarios basándose en normas nacionales e internacionales y, basándose en los datos obtenidos de la evaluación analizar si cumple o no con las normativas investigadas. Varias normativas que abordan ideas con respecto al tema son las siguientes:

- CIE 92 – 1992 “Guía para iluminación de áreas urbanas”.

- CIE 150 – 2003 “Guía para la limitación de los efectos de la luz intrusa producida por las instalaciones de alumbrado exterior”.
- CIE 127:2007. 2nd edition: MEASUREMENT OF LEDS.
- CIE 084-1989. Division 2: MEASUREMENT OF LUMINOUS FLUX.
- CIE 242:2020. Division 2: PHOTOMETRY OF CURVED AND FLEXIBLE OLED AND LED SOURCES

II. CONTAMINACIÓN O POLUCIÓN LUMÍNICA

La contaminación lumínica se describe como el aumento innecesario de los valores de luz que se presentan durante las noches. Esta perturbación se produce debido a la emisión de flujos luminosos dados a través de elementos creados artificialmente en varias direcciones y en cantidades no necesarias, lo que les lleva a no cumplir su propósito de poder iluminar cierta área prevista para la realización de actividades.

A. Tipos de Contaminación Lumínica

Se puede manifestar a este fenómeno a través de varias formas que dan como consecuencia a distintos factores que contaminan y que altera en ciertos sentidos:

- 1) Por difusión hacia el firmamento:

Este fenómeno ocurre cuando las luces no están orientadas directamente hacia el cielo, lo cual provoca una pérdida significativa de la luz, ya que se dispersa en diferentes direcciones pueden ser horizontales, verticales o hacia arriba. Como resultado de esto, la intensidad de la luz proveniente de los astros y las estrellas se reduce, lo cual genera dificultades tanto en los observatorios astronómicos como en ciertos ecosistemas terrestres

[2]. Esta dispersión provoca de manera preocupante la pérdida de la calidad de los cielos no urbanos causando ausencia de visión de estrellas en el cielo. En lugares rurales alejados, se esperaría poder mirar de una mejor manera los cielos nocturnos opulentos en objetos celestes, pero lamentablemente esto no ocurre debido al continuo aumento de esta contaminación [1].

2) Por deslumbramiento:

Se da cuando se tiene una iluminación excesiva o súbita lo que provoca una dificultad a la visión de peatones, conductores y animales [2]. Este tipo de contaminación es perjudicial para los animales, ya que la visión de los mismos se puede ver afectada por el resplandor que emiten las luminarias de los vehículos al transitar, no permitiendo poder ver si se acercan con premura y generalmente provocar un atropello [1].

3) Por sobreconsumo:

El exceso de consumo de luz artificial se puede observar tanto en el alumbrado exterior como en la interior de edificios comerciales y estatuas. Aunque es comprensible que estos lugares requieran iluminación para poder ser apreciados durante la noche como atractivo turístico, es importante poder llegar a establecer ciertos límites en el empleo de esta iluminación, en donde frecuentemente se ve q empresas que buscan tener oficinas p espacios iluminados sin estar usando las instalaciones. Por lo tanto, resulta necesario que la legislación interna establezca regulaciones y sanciones para controlar los excesos en el consumo eléctrico en este caso [1].

B. Efectos de la contaminación lumínica en los seres humanos y en el ambiente

Se tiene diferentes consecuencias socio-económicas vinculadas al consumo de eléctrico y el uso de recursos naturales no renovables en su producción. Es una de las causas principales al momento de generar gases contaminantes para la atmósfera y de las centrales eléctricas provocan generación de restos. Las lámparas que contienen metales pesados como el mercurio, cadmio, etc. producen desechos muy tóxicos y difíciles de reciclar. Estos residuos pueden representar un riesgo para la vida, el agua y el suelo si no se gestionan adecuadamente. [3].

Actualmente existen varias causas del empeoramiento en el ambiente, ésta es conocida como una de las principales en la cual el exceso de luz afecta negativamente al medio ambiente, especialmente a ciertos animales. Es relevante mencionar que la luz se considera como una fuerza biológicamente poderosa, ya que atrae a diversas criaturas de la naturaleza. Esto provoca que las aves giren hasta el punto de caer, y durante la noche, gen generalmente en edificios de gran altura llegan a chocar por el resplandor que estos emiten [1].

Una de las consecuencias más destacadas y ampliamente conocidas es la interferencia en las observaciones astronómicas. Cuando fuentes de luz artificial propagan su luz hacia el cielo, es a lo que se lo conoce como contaminación del cielo o lumínica, lo que crea que exista una dispersión de rayos de luz a lo largo del firmamento. Encontrar varias

partículas contaminadas en el ambiente puede llegar a traer consecuencias mas graves en este fenómeno, como aerosoles, humos o partículas sólidas, lo cual es común en las áreas urbanas [2]. Para Herranz [4] la contaminación lumínica generada por las luces LED conlleva tanto efectos positivos como negativos, los cuales se exponen a continuación:

Efectos positivos:

- Eficiencia energética elevada.
- Reducidos costos de mantenimiento.
- Vida útil considerablemente largo: 60000 horas.
- No emisión de radiación infrarroja ni ultravioleta.
- Control dinámico del color, ajuste de tonalidad.
- Mejor control óptico obteniendo menor luz dispersa.
- Permite encenderse de forma instantánea al 100 por ciento de su capacidad y de manera frecuente.
- Trabajo en corriente continua a bajo voltaje.
- Sellado de por vida en luminarias estancadas

Efectos negativas:

- No tiene normativa ni formato estandarizado para regularlo.
- El rápido crecimiento en la eficiencia de los LEDs hace que las instalaciones actuales queden obsoletas antes de que se recuperen los costos de inversión.
- Recuperación del capital invertido en un tiempo extenso.
- La eficiencia del LED necesita de gran parte de su temperatura de operación, teniendo así que cumplir especificaciones térmicas del fabricante.
- Control de la potencia para no provocar destrucción del LED.
- Posibles riesgos para la salud humana derivados de la luz intrusa extremadamente azulada en algunos LED.
- Se requieren muchos LED para sustituir a una lámpara de descarga, por lo que la mayoría de las actuales luminarias de LED hay múltiples fuentes luminosas que cuando fallen producirán fallos en la uniformidad de la iluminación provocando incumplimientos en la normativa reguladora.

III. METODOLOGÍA

El proyecto que se propone tiene un enfoque cuantitativo, empírico, experimental y estadístico. Se desea realizar una evaluación cuantitativa de la contaminación lumínica en la ciudad de Cuenca, en un sector representativo de esta urbe, realizando mediciones sistemáticas y produciendo resultados estadísticos.

Para la ejecución de este proyecto se realizará la agrupación y clasificación de datos que permitan identificar los niveles de contaminación lumínica presentada por los rótulos publicitarios en la ciudad de Cuenca.

Se plantea la creación de una metodología de valoración con respecto al tema que se puede emplear en futuras mediciones.

En el desarrollo se plantea inicialmente la revisión de libros, artículos académicos, reportes institucionales y revistas científicas que abordan el tema de contaminación lumínica.

De igual forma, se analizarán normas nacionales e internacionales vinculadas al tema.

IV. NORMATIVAS:

A. Publicación CIE 92 – 1992.

“Guía para iluminación de áreas urbanas” Esta recomendación establece un límite máximo de brillo para los anuncios luminosos, que varía según el tamaño de la superficie luminosa, con el objetivo de ofrecer mayor comodidad a los ciudadanos y prevenir el deslumbramiento que puede afectar la visión. [14]

TABLE I
BRILLO MÁXIMO EN SUPERFICIES LUMINOSAS

Superficie luminosa en m ²	Máxima luminancia candela/m ²
Menor de 0.5	1000
2	800
10	600
Mayor de 10	400

V. ÁREA DE ESTUDIO.

La ciudad de Cuenca se ha enfrentado a un inminente crecimiento territorial, poblacional y económico, lo que ha representado que los diferentes comercios traten de exponerse más y de mejor manera a la ciudadanía a través de rótulos publicitarios dispuestos en las zonas más concurridas por vehículos y personas, lo que permite tener un mayor alcance a la ciudadanía. A continuación se detalla información y se realiza el análisis de 2 rótulos publicitarios ubicados en diferentes zonas de la ciudad de Cuenca, consideradas el impacto visual generado a vehículos y transeúntes.

- Rótulo 1: Autopista Azogues - Cuenca
- Rótulo 2: Carretera Panamericana E35

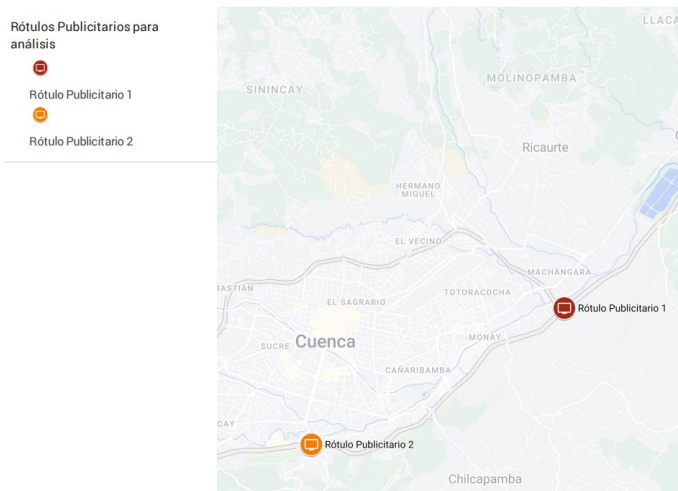


Fig. 1. Área de estudio. Fuente: autor

VI. MEDICIÓN DE LUMINANCIA

A. Autopista Azogues-Cuenca

El rótulo publicitario se encuentra en la Autopista Cuenca - Azogues, junto al Hospital del Río, como se pueden ver en la siguiente figura 2:



Fig. 2. Rótulo publicitario de análisis 1. Fuente: autor

Selección de la superficie y ubicación de puntos de medición: Teniendo la superficie de análisis 1 se realiza las mediciones respectivas, esto a través del trazado de una grilla que divide el área de la misma en 9 partes iguales, permitiendo tener las mediciones uniformes en todo el espacio de la superficie de estudio. En la Figura 3 se puede observar como están distribuidos los espacios para su medición.

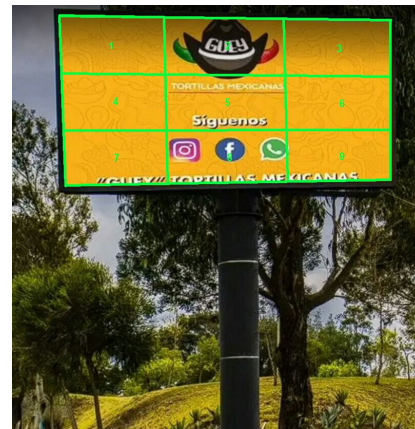


Fig. 3. Rótulo publicitario de análisis 1. Fuente: autor

Frontal cercana.- A una distancia de 29m se colocó el luminancímetro para realizar las respectivas mediciones de nuestra área de estudio.

Frontal lejana.- En una separación de 38m del rótulo publicitario, con relación al observador que va a realizar las mediciones con el luminancímetro se lleva a cabo el análisis.

Vista lateral.- Desplazando el dispositivo de medición hacia una perspectiva adyacente desde el punto tomado anteriormente se coloca para un nuevo análisis, esto a una distancia de 31m .

Dispuesto el luminancímetro en cada una de las ubicaciones seleccionadas se procede a tomar las medidas apropiadas para los diferentes cálculos.

Toma de mediciones de luminancia.

Se lleva a cabo las mediciones de luminancia con el luminancímetro MAVO SPOT 2, teniendo en cuenta las distancias y divisiones en la pantalla. Se dispuso tres maneras para tomar las medidas para realizar un análisis más profundo, esto para comparar resultados y considerar factores que se pueden ver involucrados en cada escenario.

TABLE II
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO AUTOPISTA
AZOGUES-CUENCA, VISTA FRONTAL DISTANCIA 29 M.

ÁNGULO FRONTAL, DISTANCIA 29 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	1279	187	cd/m ²
P2	1306	192	cd/m ²
P3	1284	189	cd/m ²
P4	2188	271	cd/m ²
P5	3073	684	cd/m ²
P6	2353	454	cd/m ²
P7	1380	183	cd/m ²
P8	1479	194	cd/m ²
P9	1460	182	cd/m ²

Fuente: autor

Desplazándose una distancia de 9m de manera frontal desde el primer punto utilizado se realizan en segundo grupo de mediciones estipuladas.

TABLE III
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO AUTOPISTA
AZOGUES- CUENCA, VISTA FRONTAL DISTANCIA 38 M

ÁNGULO FRONTAL, DISTANCIA 38 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	1151	190	cd/m ²
P2	1591	192	cd/m ²
P3	1147	190	cd/m ²
P4	2204	401	cd/m ²
P5	2901	607	cd/m ²
P6	2375	463	cd/m ²
P7	1193	193	cd/m ²
P8	1254	290	cd/m ²
P9	1206	192	cd/m ²

Fuente: autor

Desde un punto de vista lateral se realizan las mediciones y se recopila la información necesaria, obteniendo los valores indicados en la Tabla IV.

TABLE IV
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO AUTOPISTA
CUENCA - AZOGUES, VISTA LATERAL DISTANCIA 31M

VISTA LATERAL, DISTANCIA 31 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	1352	182	cd/m ²
P2	1388	254	cd/m ²
P3	1294	184	cd/m ²
P4	2262	394	cd/m ²
P5	3037	628	cd/m ²
P6	2328	427	cd/m ²
P7	1251	170	cd/m ²
P8	1295	191	cd/m ²
P9	1282	151	cd/m ²

Fuente: autor

Calculo de luminancia.

Realizados los cálculos, se obtienen las Tablas II, III y IV, esto con las 3 perspectivas planteadas en este estudio.

- **Frontal cercana.-** Desde una medición de 29 m se obtienen los valores de L_m y L_{max} .

TABLE V
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA
FRONTAL CERCANA.

FRONTAL CERCANA, 29 m		
SUPERFICIE 3	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	1755.77	3073
NOCHE	281.77	684

Fuente: autor

- **Frontal lejana.-** Teniendo una perspectiva frontal respecto al objeto de medición con el rótulo publicitario de análisis, se obtienen los valores medidos necesarios.

TABLE VI
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA
FRONTAL LEJANA.

FRONTAL LEJANA, 38 m		
SUPERFICIE 3	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	1669.11	2901
NOCHE	302	607

Fuente: autor

- **Vista lateral.-** Desde una perspectiva lateral, se ejecuta el mismo análisis y obtener los valores L_m y L_{max} .

TABLE VII
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA
LATERAL.

VISTA LATERAL, 31 m		
SUPERFICIE 3	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	1721	3037
NOCHE	286.77	628

Fuente: autor

B. Carretera Panamericana E35

El rótulo publicitario se encuentra en la carretera Panamericana E35 a 200 m del redondel de camino a Turi:



Fig. 4. Rótulo publicitario de análisis 2. Fuente: autor

Selección de las superficie y ubicación de puntos de medición: En la superficie del rótulo publicitario se lleva a

cabo el trazado de una malla, según normativas técnicas. Se puede observar en la Figura 5 la división para realizar el análisis.



Fig. 5. Rótulo publicitario de análisis 2. Fuente: autor

- **Frontal cercana.-** Se define como frontal cercana ya que se toman las respectivas mediciones a una distancia de 24 m, está es la menor de las distancias respecto a las otras de análisis.
- **Frontal lejana.-** Desde una distancia de 29 m respecto a la ubicación del objeto de medición con la superficie de análisis.
- **Vista lateral.-** A 29.35 m se ubica el luminancímetro para realizar las mediciones, esto ya no de manera frontal hacia la pantalla, si no desde una manera lateral.

A partir de las distancias establecidas en los puntos antes mencionados, se toman las siguientes mediciones a utilizarse para los diferentes cálculos:

Toma de mediciones de luminancia.

Para la toma de mediciones partimos de las especificaciones establecidas en regulaciones antes mencionadas.

TABLE VIII
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO CARRETERA PANAMERICANA E35, VISTA FRONTAL DISTANCIA 24 M.

ÁNGULO FRONTAL, DISTANCIA 24 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	2483	2521	cd/m ²
P2	2520	2640	cd/m ²
P3	1535	1728	cd/m ²
P4	2179	2275	cd/m ²
P5	2873	2857	cd/m ²
P6	2775	2469	cd/m ²
P7	1735	1422	cd/m ²
P8	3427	3235	cd/m ²
P9	2732	2329	cd/m ²

Fuente: autor

De manera frontal se desplaza el objeto de medición 5 metros la distancia inicial para tener una perspectiva más lejana para realizar el análisis respectivo.

TABLE IX
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO CARRETERA PANAMERICANA E35, VISTA FRONTAL DISTANCIA 29 M.

ÁNGULO FRONTAL, DISTANCIA 29 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	2629	2539	cd/m ²
P2	2680	2702	cd/m ²
P3	2088	1748	cd/m ²
P4	2050	2069	cd/m ²
P5	2795	2840	cd/m ²
P6	2616	2337	cd/m ²
P7	1771	1359	cd/m ²
P8	3556	3200	cd/m ²
P9	2777	2301	cd/m ²

Fuente: autor

Partiendo de la ultima perspectiva, una vista lateral con respecto al rótulo publicitario, se toma a cabo las mediciones y se obtienen los valores indicados en la Tabla X.

TABLE X
MEDICIONES DE LUMINANCIA CD/M² RÓTULO PUBLICITARIO CARRETERA PANAMERICANA E35, VISTA LATERAL DISTANCIA 29.35 M.

VISTA LATERAL, DISTANCIA 29.35 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P1	2425	2521	cd/m ²
P2	2737	2682	cd/m ²
P3	1806	1789	cd/m ²
P4	2187	2182	cd/m ²
P5	2760	2817	cd/m ²
P6	2730	2400	cd/m ²
P7	1733	1580	cd/m ²
P8	3540	3284	cd/m ²
P9	2698	2351	cd/m ²

Fuente: autor

Calculo de luminancia.

En base a la ecuación matemática se obtienen los valores de L_m y L_{max} que son especificadas en las tablas que se presentan a continuación:

- **Frontal cercana.-** A partir de una distancia de 24 m se obtienen los valores de L_m y L_{max} .

TABLE XI
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA FRONTAL CERCANA.

FRONTAL CERCANA, 24 m		
SUPERFICIE 4	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	2473.22	3427
NOCHE	2386.22	3235

Fuente: autor

- **Frontal lejana.-** A partir de una distancia de 29m del punto de medición con el rótulo publicitario de análisis.
- **Vista lateral.-** Obtenemos los valores de L_m y L_{max} .

TABLE XII
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA
FRONTAL LEJANA.

FRONTAL LEJANA, 29 m		
SUPERFICIE 4	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	2551.33	3556
NOCHE	2343.88	3200

Fuente: autor

TABLE XIII
MEDICIONES DE LUMINANCIA MÁXIMA Y MEDIA DESDE LA PERSPECTIVA
LATERAL.

VISTA LATERAL, 29.35 m		
SUPERFICIE 4	L_m (cd/m ²)	L_{max} (cd/m ²)
DÍA	2512.88	3540
NOCHE	2400.66	3284

Fuente: autor

VII. ÓPTICA

Se tiene por concepto de óptica a una rama de la física que concentra sus estudios los temas que se ve involucrados la luz, sus manifestaciones y propiedades. Establece abordar el estudio de la refracción, interferencia, la reflexión, la difracción, la creación o formación de las imágenes y el comportamiento que adopta la luz con respecto hacia la materia.

A. Efectos del exceso de luminancia

- Deslumbramiento es provocado por el nivel de luminancia mas alto del que debe percibir el sistema visual, lo que genera irritación o hasta perdida momentánea de la visión. No tiene valores determinados pero se puede considerar cuando un grado de luminancia exceda el umbral de bienestar visual de un ser humano, que cause incomodidad o inconvenientes para poder ver con nitidez.
- Luminancia de velo lo que provoca la caída de luz en el ojo originando una sombra en la retina disminuyendo la aptitud del ojo para su funcionamiento adecuado, es ocasionada por el exceso de luz que llega al ojo con relación a la luz a la que la vista esta adaptada. Al igual que el deslumbramiento no existe valores específicos ya que dependerá de la persona y varios factores como puede ser el ángulo o la distancia.
- Fotofobia se da por el exceso de iluminación en las pantallas causando lagrimeo, nauseas, enrojecimiento o dolor de los ojos, esto se da dependiendo de la susceptibilidad a la luz de cada persona.
- Por otra parte se puede crear una enfermedad causada por la cantidad de rayos emitidos por las pantallas led que lesionan las células de la macula que es un tejido del ojo, intensificando el riesgo a una de las primordiales fuentes de ceguera, se conoce como degeneración macular.

VIII. RESULTADOS

A partir de los resultados se comparan los valores de luminancia con respecto a los rangos establecidos en la CIE

150 - 2003. Posibilitando el análisis de los resultados de la iluminación desde las tres perspectivas planteadas al inicio del estudio, como se la presentan en las siguientes tablas donde se resaltan con rojo los valores que mas exceden.

A. Resultados obtenidos del rótulo publicitario ubicado en Autopista Cuenca - Azogues

TABLE XIV
ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL
RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.F.,DISTANCIA 29 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	1306	192	cd/m ²
P5	3073	684	cd/m ²
P8	1479	194	cd/m ²
PROMEDIO	1952.66	356.66	cd/m ²

Fuente: autor

TABLE XV
ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL
RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.F.,DISTANCIA 38 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	1591	192	cd/m ²
P5	2901	607	cd/m ²
P8	1254	290	cd/m ²
PROMEDIO	1915.33	363	cd/m ²

Fuente: autor

TABLE XVI
ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL
RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.L.,DISTANCIA 31 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	1388	254	cd/m ²
P5	3037	628	cd/m ²
P8	1295	191	cd/m ²
PROMEDIO	1906.66	357.66	cd/m ²

Fuente: autor

B. Resultados obtenidos del rótulo publicitario ubicado en Carretera Panamericana E35

TABLE XVII
ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL
RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.F.,DISTANCIA 24 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	2520	2640	cd/m ²
P5	2873	2857	cd/m ²
P8	3427	3235	cd/m ²
PROMEDIO	2940	2910.66	cd/m ²

Fuente: autor

TABLE XVIII

ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.F.,DISTANCIA 29 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	2680	2702	cd/m ²
P5	2795	2840	cd/m ²
P8	3556	3200	cd/m ²
PROMEDIO	3010.33	2914	cd/m ²

Fuente: autor

TABLE XIX

ANÁLISIS DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LOS PUNTOS CENTRALES DEL RÓTULO DE ANÁLISIS.

ANÁLISIS PARTE CENTRAL: V.F.,DISTANCIA 29.35 m			
PUNTO N°	DÍA	NOCHE	UNIDAD
P2	2737	2682	cd/m ²
P5	2760	2817	cd/m ²
P8	3540	3284	cd/m ²
PROMEDIO	3012.33	2927.66	cd/m ²

Fuente: autor

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de la investigación se enfocaron en poder evaluar los excesos de luz artificial de las pantallas publicitarias en la ciudad de Cuenca, para lo que se utilizará normativas internacionales, observando también las afecciones que causan en el ojo humano.

Se pudo detectar en las mediciones realizadas, que en los rótulos de análisis existe un exceso de brillo. Algo que se debe tener en cuenta, es que no se da la importancia requerida a los niveles adecuados de luminancia en ninguno de los letreros publicitarios, causando molestias a los que transitan por estas zonas.

Los valores obtenidos con el luminancímetro se realizaron desde tres puntos de vista diferentes (Frontal cercana, frontal lejana y perspectiva lateral), también para las mediciones realizamos en cada rotulo una malla en la que dividimos en 9 partes basándonos en la norma IEC 61947 de la Comisión Electrónica Internacional y con el luminancímetro se señala en la mitad de cada división teniendo los datos de luminancia. En los datos obtenidos de las mediciones con el luminancímetro se comprueba que los puntos centrales de medición de cada letrero es la que mas luminancia emite a comparación de los otros puntos (1,3,4,6,7,9).

El análisis permite identificar el estado actual de los rótulos publicitarios estudiados en el trabajo, realizando mediciones de su luminancia tanto en el día como en la noche y obtener valores que permitan sacar conclusiones al respecto.

El letrero número 2 siempre mantienen su nivel de luminancia constante por lo que exceden los estándares establecidos por la norma CIE 92 - 1992 de 400 cd/m² [14].

En la tabla XX se detalla cuantas veces sobrepasa el nivel de luminancia base, de la misma manera se realiza los histogramas para entender de mejor manera que no se cumple con la norma (color verde), se observa en las siguiente figura,6.

TABLE XX

ANÁLISIS DE LOS VALORES EXCEDENTES ROTULO 2.

	DIA	NOCHE	NORMA	% DE EXCESO	
				DIA	NOCHE
CERCANA	2940	2911	400	7.4	7.3
LEJANA	3010	2914	400	7.5	7.3
LATERAL	3012	2928	400	7.5	7.3

Fuente: autor

ANALISIS ROTULO 4

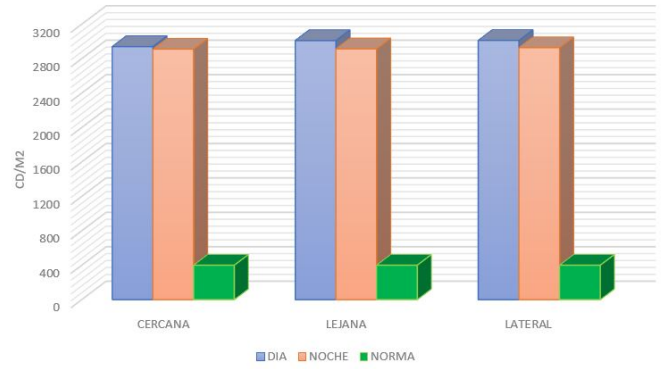


Fig. 6. Histograma rotulo 2 Fuente: autor

El rótulo publicitario etiquetado como 1 a partir de las 18h00 se autorregula, bajando el nivel de luminancia. En la tabla XXI a partir de las 18h00 si llega a cumplir con lo que se establece en la norma ya que no excede los 400 cd/m², como se puede apreciar en la figura 7.

TABLE XXI

ANÁLISIS DE LOS VALORES EXCEDENTES ROTULO 1.

	DIA	NOCHE	NORMA	% DE EXCESO	
				DIA	NOCHE
CERCANA	1953	357	400	4.9	-0.10
LEJANA	1915	363	400	4.8	-0.09
LATERAL	1907	358	400	4.8	-0.10

Fuente: autor

ANALISIS ROTULO 3

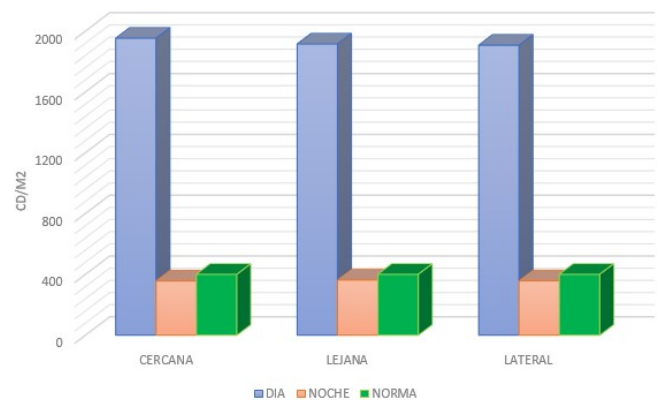


Fig. 7. Histograma rotulo 1 Fuente: autor

Los niveles de iluminación en los letreros no se mantienen constante en vista que existe una influencia externa de luces de vehículos, edificaciones, lamparas de alumbrado público o el clima en el que se encontraba en ese momento.

El ojo humano se puede acoplar a los diferentes niveles de luminancia pero esto lleva un tiempo para su adaptación lo que depende de cuan inesperado es la variación de la iluminación. Estos letreros afectan en especial a los conductores de los vehículos ya que al observar de manera directa existen afecciones a la visión como son: deslumbramiento, luminancia de velo, fotofobia o una enfermedad conocida como degeneración macular.

Independientemente de las enfermedades que causa la luz artificial de los letreros publicitarios, el abuso de brillo en las pantallas provocan distracciones al transeúnte o a los conductores ampliando la exposición a los accidentes de tránsito.

Los letreros publicitarios al tener abundante iluminación puede incrementar el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de electricidad. El excedente de luz emitida por letreros publicitarios puede causar degradación ecológica lo que conlleva consecuencias negativas en animales, plantas y en el ambiente.

Para próximos estudios sería factible coordinar con las personas encargadas de manejar las imágenes en los rótulos publicitarios para mantener en una sola publicidad estática y así realizar las mediciones con mayor precisión.

Tratar de estandarizar los niveles de luminancia que ofrecen las empresas al colocar los rótulos publicitarios con regulaciones, utilizando como referencia la norma CIE 92 - 1992, estableciendo un rango adecuado entre los 400 y 1000 cd/m² dependiendo de la superficie que emite la luz, tratando en disminuir las molestias y evitando afecciones en la salud que estos causan en los habitantes de la ciudad.

Existe un incremento considerable de pantallas publicitarias instaladas en los diferentes sectores de la ciudad de Cuenca, en donde hasta el 2021 existían aproximadamente 15 dispositivos de estos instalados a lo largo de la ciudad y para hoy en día ya se pueden encontrar mas de 50 de diferentes dimensiones y distribuidos en varias zonas de la urbe.

Por último, es necesario que existan regulaciones sobre valores adecuados de luminancia, teniendo un mayor control

mediante ordenanzas municipales que ajusten el uso, los niveles lumínicos y las instalaciones de los futuros letreros.

REFERENCES

- [1] Chiluisa Tituaña, Carina Estefanía. La contaminación lumínica en la zona de la Mariscal Sucre de la ciudad de Quito y su falta de normativa jurídica. BS thesis. Quito: UCE, 2014.
- [2] García, Ma Carmen Moreno, and Adán Martín Moreno. "La contaminación lumínica. Aproximación al problema en el barrio de Sants (Barcelona)/Light pollution. Approach to the problem in Sants quarter (Barcelona, Spain)/La pollution lumineuse. Approche du problème dans le quartier de Sants (Barcelone, Espagne)." *Observatorio Medioambiental* 19 (2016): 133.
- [3] Lazzeroni, C. "Impacto de la contaminación lumínica en la calidad del cielo nocturno en las ciudades. Estudio de caso: El barrio de Belgrano de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires." (2019).
- [4] Dorremocha, Carlos Herranz, José M. Ollé Martorell, and Fernando Jáuregui. "La iluminación con led y el problema de la contaminación lumínica." *Astronomía* 144 (2011): 36-43.
- [5] Guanquiza, M. V., and R. M. Quito. Análisis y metodología de la evaluación de la polución lumínica causado por el alumbrado público en la ciudad de Cuenca. Diss. Tesis en Ingeniería Eléctrica, Universidad de Cuenca, Cuenca, 2014.
- [6] L. Pellegrini, "La evaluación del impacto provocado por las pantallas LEDs publicitarias en Paseo Pellegrini de la Ciudad de Rosario," Master's thesis, Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Ciencias Empresariales, Rosario, 2015
- [7] J. J. Negro, "Mejor en el lado oscuro: efectos de la contaminación lumínica sobre la biodiversidad y la salud humana," *Chronica naturae*, no. 6, pp. 6-12, 2016
- [8] W. F. Silva Sánchez, "Estudio y análisis del grado de contaminación lumínica en un polígono (o área) del sector norte de la ciudad de Quito de acuerdo a la normativa de polución lumínica mundial-propuestas de solución," Master's thesis, Quito, 2018., 2018
- [9] B. Baño Ojalora, "Efectos de la contaminación lumínica sobre la salud humana," *Convención: El cambio climático y el medio urbano*. Año, 2011
- [10] M. García Gil, P. Francia Payàs, R. San Martí Páramo, and H. Solano Lamphar, *Contaminación lumínica: una visión desde el foco contaminante: el alumbrado artificial*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2012
- [11] T. Hunter, D. Crawford, L. Howell, and D. Knauss, "The international dark-sky association," in *IAU Colloq. 112: Light Pollution, Radio Interference, and Space Debris*, vol. 17, p. 110, 1991
- [12] J. del Estado, "Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la calidad astronómica de los observatorios del instituto de astrofísica de canarias," *BOE de*, vol. 3.
- [13] R. T. de Iluminación and A. Público-RETILAP, "Resolución 180540," Ministerio de minas y energías de la Republica de Colombia, 2010
- [14] I. C. on Illumination, "La comisión internacional de iluminación".

RESUMEN:

La publicidad a ido evolucionando a través del tiempo, desde pinturas en murales, hojas impresas hasta avances tecnológicos como es la implementación de pantallas con tecnología LED que permiten disponer de diferentes publicidades según los requerimientos de los usuarios.

En este trabajo investigativo se desarrolla una evaluación de los distintos rótulos publicitarios localizados en diversos lugares de la ciudad de Cuenca midiendo los niveles de luminancia desde diferentes perspectivas para compararlos con normas internacionales y nacionales, analizando las afecciones o enfermedades que pueden causar en caso de tener exceso de brillo y proponer niveles de iluminación adecuados que nos ayuden a disminuir molestias que estos causan en los habitantes de la ciudad.

Para ejecutar las diferentes mediciones que son necesarias se utiliza el luminancímetro y se toma como referencia las normas establecidas en la CIE.

Palabras claves:

Contaminación lumínica

Evaluación

Iluminación

LED

Normativas

Ojo

Retina

Rótulos publicitarios

Tecnología

Visión

ABSTRACT:

Advertising has evolved over time, from paintings on murals, printed sheets to technological advances such as the implementation of screens with LED technology that allow different advertising to be available according to user requirements.

In this investigative work, an evaluation of the different advertising signs located in various places in the city of Cuenca is developed, measuring the luminance levels from different perspectives to compare them with international and national standards, analyzing the conditions or diseases that they can cause if they have excess brightness and propose adequate lighting levels that help us reduce the inconvenience that these cause to the city's inhabitants.

To carry out the different measurements that are necessary, the luminancimeter is used and the standards established in the CIE are taken as a reference.

Key words:

Light pollution

Assessment

Lightning

LED

Regulations
Eye
Retina
Advertising signs
Technology
Vision