



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE ELECTRICIDAD

“ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE POLUCIÓN LUMÍNICA EN LA
ILUMINACIÓN EXTERNA DE RESTAURANTES Y COMERCIOS DE LA
CIUDAD DE CUENCA”

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

AUTORES: KARLA ESTEFANÍA GALARZA CÓNDOR

BYRON ESTEBAN TENECOTA MELGAR

TUTOR: ING. FREDDY FERNANDO CAMPOVERDE ARMIJOS

Cuenca - Ecuador

2023

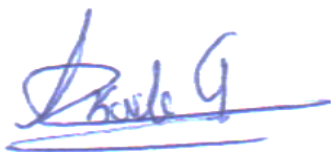
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Karla Estefanía Galarza Córdor con documento de identificación N° 0106854979 y Byron Esteban Tenecota Melgar con documento de identificación N° 0150629749; 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 febrero del 2023

Atentamente,



Karla Estefanía Galarza Córdor

0106854979



Byron Esteban Tenecota Melgar

0150629749

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

Nosotros, Karla Estefanía Galarza Córdor con documento de identificación N° 0106854979 y Byron Esteban Tenecota Melgar con documento de identificación N° 0150629749, 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 Proyecto técnico con enfoque investigativo: “Análisis de los niveles de polución lumínica en la iluminación externa de restaurantes y comercios de la ciudad de Cuenca”, 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 febrero del 2023

Atentamente,



Karla Estefanía Galarza Córdor

0106854979



Byron Esteban Tenecota Melgar

0150629749

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: “ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE POLUCIÓN LUMÍNICA EN LA ILUMINACIÓN EXTERNA DE RESTAURANTES Y COMERCIOS DE LA CIUDAD DE CUENCA”, realizado por Karla Estefania Galarza Condor con documento de identificación N° 0106854979 y por Byron Esteban Tenecota Melgar con documento de identificación N° 0150629749, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico con enfoque investigativo que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



Ing. Freddy Fernando Campoverde Armijos

0102339470

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por acompañarme en cada despertar con una oportunidad para cumplir mis sueños.

Un agradecimiento especial a mis familiares que acompañaron durante este camino universitario, siendo mi pilar, mis fuerzas y mi refugio incondicional.

Agradezco a cada uno de los docentes de la Universidad Politécnica Salesiana, en especial al Ing. Freddy Campoverde que en este camino ha sido un amigo, que ha sabido brindarnos una mano para culminar con nuestro trabajo de titulación.

Karla Estefanía Galarza Cóndor

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres “ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro amado padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí”.

A mi tutor Ing. Freddy Campoverde ya que con su ayuda se ha podido finalizar este proyecto, gracias por impartirnos sus conocimientos y brindarnos las ideas necesarias para escribir lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan.

A mi madre y mis hermanas que siempre estuvieron presentes en las noches de velada cuando estuve estudiando o realizando algún proyecto durante mi carrera profesional.

Byron Esteban Tenecota Melgar

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

Mis padres Agustín y Ana quienes me han guiado desde el primer día en mi vida universitaria con sus palabras de aliento en momentos difíciles, en donde contar con su amor incondicional me ha dado las fuerzas necesarias para no rendirme.

A mis hermanos Ariel y Johanna quienes han sido mi motor para continuar.

A mi pequeña prima Sofía, quien desde que llego a mi vida me ha impulsado para continuar frente a cualquier obstáculo que se me presente.

A mis abuelos Carlos y Rosa que me han acompañado desde pequeña y han sabido aconsejar en los momentos en donde tenerlos cerca su muestra de cariño me ha impulsado a seguir sin desmayar.

A mi querido tío Oliver quien a pesar de la distancia se ha mantenido presente en lo largo de mi caminar, gracias por el amor, los consejos y cada palabra brindada desde niña que me llevo a ser quien soy hoy. En todo este trayecto ha sido uno de mis pilares, mi ejemplo de vida y superación, me ha impulsado a jamás renunciar a mis sueños.

A mi Yanay, quien en días complicados se ha mantenido junto a mí.

A mi ángel en el cielo, Apolo este triunfo es para ti, fuiste el regalo de Dios que paso en mi vida brevemente para hacerme creer en el amor.

De manera especial a mis amigos: Alex Asitimbay, Franklin Lata, Braulio Castro, Byron Vargas y a mi mejor amigo David Castillo que no dejaron que abandone mis sueños y día a día me motivaron, y por último a Christian Huiracocha quien con sus palabras de aliento en los malos momentos me motivo avanzar, gracias por haber sido parte de mi vida en este largo camino.

Karla Estefanía Galarza Córdor

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

También a mi abuelita MARIA ANGELITA Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarles este trabajo a mis ángeles de cielo en especial a mi abuelito LUIS ALBERTO que desde allá arriba yo sé que siempre estuvieron presentes y apoyándome no presencialmente, pero si espiritualmente y nunca me dejaron decaer hasta lograr la meta. Por qué esta meta no es solo mía también son la de ellos ya que cuando estuvieron presentes aquí conmigo lo que más anhelaban era verme triunfar y salir adelante, para poder apoyar a mi familia.

También de manera especial quiero agradecerle a mi madre Olga ya que con su apoyo he podido salir adelante a pesar de todos los obstáculos que se nos han presentado en el transcurso de nuestra vida, guiándome, aconsejándome y enseñándome a nunca darme por vencido no me queda más que decirle “Gracias Mamá”

Byron Esteban Tenecota Melgar

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se analiza los niveles de iluminación y de contaminación lumínica en fachadas de restaurantes de la Avenida Remigio Crespo, Redondel del Estadio y ECU 911 de la ciudad de Cuenca, debido a la presencia de excesiva iluminación. Se realizaron mediciones con el apoyo de luminancímetro y medidor de calidad de cielo que sirvieron para determinar la luminancia y el nivel de contaminación que cada uno de los establecimientos emitía al ambiente. En base a normativas internacionales se determinó formas de medición lumínica, sobrevalores de iluminancia en las fachadas que facilitó saber que espacios se encontraban sobre iluminados y se identificó el nivel de contaminación lumínica que se emitía al ambiente.

Concluyendo que el excesivo uso de iluminación que hoy en día estos restaurantes tienen en su exterior provoca un deslumbramiento que dificulta la visibilidad al momento de distinguir objetos, con los datos obtenidos se comprobó que la iluminación de las fachadas en estos comercios no cumple con los límites establecidos.

Palabras clave: Contaminación lumínica, luminancia, iluminancia, visibilidad.

Índice

| | |
|--|-------------|
| RESUMEN | VIII |
| CAPITULO 1 | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Justificación..... | 1 |
| 1.2 Estado del arte..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 3 |
| CAPITULO 2 | 4 |
| MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 2.1 Aspectos Generales..... | 4 |
| 2.1.1 Tipos de contaminación lumínica..... | 4 |
| 2.1.2 Efectos de la contaminación lumínica | 4 |
| 2.1.2.1 Económicos | 4 |
| 2.1.2.2 Ambientales | 5 |
| 2.1.2.3 Afecciones a la salud humana | 5 |
| 2.1.2.4 Sociales..... | 5 |
| 2.1.3 Causas de la contaminación lumínica..... | 6 |
| 2.1.4 Variables al medir la polución lumínica..... | 6 |
| 2.1.4.1 Temperatura de color..... | 6 |
| 2.1.4.2 Humedad Atmosférica..... | 6 |
| 2.1.4.3 Brillo del cielo nocturno | 6 |
| 2.1.5 Soluciones para reducir la contaminación lumínica nocturna | 6 |
| 2.1.6 Escala de cielo Oscuro de Bortle..... | 7 |
| 2.1.7 Factores que afectan la visión..... | 8 |
| 2.1.7.1 Contraste..... | 8 |
| 2.1.7.2 Sombras suaves..... | 8 |
| 2.1.7.3 Sombras fuertes | 8 |
| 2.1.8 Magnitudes de la Luminotecnia..... | 8 |
| 2.1.8.1 Luminancia | 8 |
| 2.1.8.2 Iluminancia | 9 |
| 2.1.8.3 Flujo Luminoso..... | 9 |
| 2.1.8.4 Rendimiento Luminoso | 9 |
| 2.1.8.5 Cantidad de Luz..... | 9 |
| 2.1.8.6 Intensidad luminosa..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.8.7 Incidencia de luz..... | 10 |
| 2.1.8.8 Reflexión | 10 |
| 2.1.8.9 Dispersión del cielo | 10 |
| 2.1.8.10 Polarización | 10 |
| 2.2 Marco Legal..... | 11 |
| 2.2.1 Normativas Nacionales..... | 11 |
| 2.2.1.1 Regulación ARCERNNR 006/20. ECUADOR..... | 11 |
| 2.2.1.2 Norma RTE INEN 069..... | 11 |
| 2.2.2 Normativas Internacionales | 11 |
| 2.2.2.1 La Comisión Internacional de Iluminación (CIE)..... | 11 |
| 2.2.2.2 Normativa Colombiana RETILAP..... | 12 |
| 2.2.2.3 Real Decreto de España..... | 14 |
| 2.2.2.4 Normativa Chilena..... | 15 |
| CAPITULO 3 | 17 |
| METODOLOGÍA..... | 17 |
| 3.1 Recopilación de información..... | 17 |
| 3.2 Área de estudio | 17 |
| 3.3 Instrumentos de medición..... | 19 |
| 3.3.1 Luminancímetro | 19 |
| 3.3.1.2 Estructura..... | 20 |
| 3.3.1.3 Parte interna del Luminancímetro | 20 |
| 3.3.1.4 Límites de error del luminancímetro GOSSEN MAVO SPOT2..... | 22 |
| 3.3.2 Medidor de calidad del cielo SQM-LU-DL..... | 23 |
| 3.3.2.1 SQM en relación con las bandas fotométricas B – V..... | 23 |
| 3.3.3 Condiciones de visión del ojo humano..... | 24 |
| 3.4 Procesamiento de Datos..... | 25 |
| CAPITULO 4 | 26 |
| RESULTADOS | 26 |
| 4.1 Sándwich Place..... | 26 |
| 4.1.1. Condición de la iluminación existente..... | 26 |
| 4.1.2. Elección de superficies | 26 |
| 4.1.3. Cuantificación de valores de luminancia..... | 28 |
| 4.1.4. Estimación de luminancia media y máxima | 29 |
| 4.1.5. Estimación de iluminancia..... | 30 |
| 4.1.6. Resultados de luminancia | 32 |
| 4.1.7. Resultados de iluminancia..... | 34 |
| 4.1.8. Resultados de SQM | 36 |
| 4.2. Bogati heladería..... | 37 |
| 4.2.1. Condición de la iluminación existente..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.2. Elección de superficies | 38 |
| 4.2.3. Cuantificación de valores de luminancia..... | 39 |
| 4.2.4. Estimación de luminancia media y máxima. | 40 |
| 4.2.5. Estimación de iluminancia..... | 41 |
| 4.2.6. Resultados de luminancia | 42 |
| 4.2.7. Resultados de iluminancia..... | 43 |
| 4.2.8. Resultados de SQM | 45 |
| 4.3. Doña Menestra..... | 46 |
| 4.3.1. Condición de la iluminación existente..... | 46 |
| 4.3.2. Elección de superficies | 46 |
| 4.3.3. Cuantificación de valores de luminancia..... | 48 |
| 4.3.4. Estimación de luminancia media y máxima | 49 |
| 4.3.5. Estimación de iluminancia..... | 49 |
| 4.3.6. Resultados de luminancia | 51 |
| 4.3.7. Resultados de iluminancia..... | 52 |
| 4.3.8. Resultados de SQM | 53 |
| 4.4 Simeone Beer Garden..... | 54 |
| 4.4.1. Condición de la iluminación existente..... | 54 |
| 4.4.2. Elección de superficies | 54 |
| 4.4.3. Cuantificación de valores de luminancia..... | 56 |
| 4.4.4. Estimación de luminancia media y máxima | 57 |
| 4.4.5. Estimación de iluminancia..... | 58 |
| 4.4.6. Resultados de luminancia | 59 |
| 4.4.7. Resultados de iluminancia..... | 60 |
| 4.4.8. Resultados de SQM | 61 |
| CAPITULO 5 | 63 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 63 |
| BIBLIOGRAFIA | 67 |
| ANEXOS..... | 70 |
| Anexo I..... | 71 |
| Anexo II..... | 78 |
| Anexo III..... | 84 |
| Anexo IV | 89 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 1 Grado de contaminación lumínica de Cielo Oscuro de Bortle | 7 |
| Fig. 2 Ubicación: Sándwich Place | 18 |
| Fig. 3 Ubicación: Bogati | 18 |
| Fig. 4 Ubicación Doña Menestra | 19 |
| Fig. 5 Ubicación: Simeone Beer Garden | 19 |
| Fig. 6 Luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]..... | 20 |
| Fig. 7 Partes de teclado luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26] | 20 |
| Fig. 8 Display luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]..... | 21 |
| Fig. 9 Forma de medición luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26] | 22 |
| Fig. 10 Medidor de calidad de cielo SQM..... | 23 |
| Fig. 11 Ondas Fotométricas B - V [10] | 24 |
| Fig. 12 Curvas de sensibilidad del ojo humano. | 24 |
| Fig. 13 Perspectiva central de local Sándwich Place (Distancia 3m)..... | 27 |
| Fig. 14 Perspectiva lado izquierdo de local sándwich Place (distancia de 3m)..... | 27 |
| Fig. 15 Perspectiva lado derecho de local sándwich Place (distancia de 3m) | 27 |
| Fig. 16 Perspectiva central de local Bogati heladería. (distancia de 7m). | 38 |
| Fig. 17 Perspectiva del lado izquierdo de local Bogati heladería (distancia de 7m). | 38 |
| Fig. 18 Perspectiva lado derecho de local Bogati heladería (distancia de 7m)..... | 39 |
| Fig. 19 Perspectiva central de local Doña menestra (distancia 22m)..... | 47 |
| Fig. 20 Perspectiva lado izquierdo de local Doña menestra (distancia 22m)..... | 47 |
| Fig. 21 Perspectiva del lado derecho de local Doña menestra (distancia 22m)..... | 47 |
| Fig. 22 Perspectiva lado central de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m) | 55 |
| Fig. 23 Perspectiva lado izquierdo de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m) | 55 |
| Fig. 24 Perspectiva lado derecho de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m)..... | 56 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Magnitudes de la Luminotecnia..... | 8 |
| Tabla 2 Tolerancia recomendada de luminancia en fachadas (CIE)..... | 12 |
| Tabla 3 Niveles de iluminación vertical recomendado para fachadas..... | 13 |
| Tabla 4 Valores de Reflexión..... | 13 |
| Tabla 5 Factor de Mantenimiento..... | 14 |
| Tabla 6 Factor de Utilización..... | 14 |
| Tabla 7 Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior..... | 14 |
| Tabla 8 Límites de error Luminancímetro (GOSSEN MAVI - SPOT2) [13]..... | 23 |
| Tabla 9 Escalamiento de contaminación lumínica (Real Sociedad Astronómica)..... | 25 |
| Tabla 10 Características técnicas de luminarias de local Sándwich Place..... | 26 |
| Tabla 11 Mediciones de luminancia cd/m ² en Sándwich Place, parte frontal..... | 28 |
| Tabla 12 Mediciones de luminancia cd/m ² en sándwich Place, frente izquierdo..... | 28 |
| Tabla 13 Mediciones de luminancia cd/m ² en Sándwich Place, frente derecho..... | 29 |
| Tabla 14 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Sándwich Place..... | 29 |
| Tabla 15 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Sándwich Place..... | 30 |
| Tabla 16 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Sándwich Place..... | 30 |
| Tabla 17 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Sándwich Place..... | 31 |
| Tabla 18 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Sándwich Place..... | 31 |
| Tabla 19 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Sándwich Place..... | 32 |
| Tabla 20 Cumplimiento de iluminancia frontal del local Sándwich Place..... | 33 |
| Tabla 21 Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Sándwich Place..... | 33 |
| Tabla 22 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Sándwich Place..... | 34 |
| Tabla 23 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Sándwich Place..... | 34 |
| Tabla 24 Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Sándwich Place..... | 35 |
| Tabla 25 Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Sándwich Place..... | 36 |
| Tabla 26 Mediciones de calidad del cielo para local sándwich Place..... | 37 |
| Tabla 27 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local sándwich Place..... | 37 |
| Tabla 28 Características técnicas de luminarias de local Bogati heladería..... | 37 |
| Tabla 29 Mediciones de luminancia cd/m ² en Bogati Heladería, parte frontal..... | 39 |
| Tabla 30 Mediciones de luminancia cd/m ² en Bogati Heladería, frente izquierdo..... | 39 |
| Tabla 31 Mediciones de luminancia cd/m ² en Bogati Heladería, frente derecho..... | 40 |
| Tabla 32 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Bogati Heladería..... | 40 |
| Tabla 33 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Bogati Heladería..... | 40 |
| Tabla 34 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Bogati Heladería..... | 41 |
| Tabla 35 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Bogati Heladería..... | 41 |
| Tabla 36 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Bogati Heladería..... | 42 |
| Tabla 37 Computo de iluminancia de la parte derecha del local Bogati Heladería..... | 42 |
| Tabla 38 Cumplimiento de iluminancia frontal del local Bogati Heladería..... | 42 |
| Tabla 39 Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Bogati Heladería..... | 43 |
| Tabla 40 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Bogati Heladería..... | 43 |
| Tabla 41 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Bogati Heladería..... | 44 |
| Tabla 42 Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Bogati Heladería..... | 44 |
| Tabla 43 Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Bogati Heladería..... | 45 |
| Tabla 44 Mediciones de calidad del cielo para local Bogati heladería..... | 45 |
| Tabla 45 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local Bogati heladería..... | 45 |
| Tabla 46 Características técnicas de luminarias de local Doña menestra..... | 46 |
| Tabla 47 Mediciones de luminancia cd/m ² en Doña menestra, parte frontal..... | 48 |
| Tabla 48 Mediciones de luminancia cd/m ² en Doña menestra, frente izquierdo..... | 48 |
| Tabla 49 Mediciones de luminancia cd/m ² en Doña menestra, frente derecho..... | 48 |
| Tabla 50 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Doña menestra..... | 49 |
| Tabla 51 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Doña menestra..... | 49 |
| Tabla 52 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Doña menestra..... | 49 |
| Tabla 53 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Doña menestra..... | 50 |
| Tabla 54 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Doña menestra..... | 50 |

| | | |
|----------|--|----|
| Tabla 55 | Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Doña menestra | 51 |
| Tabla 56 | Cumplimiento de iluminancia frontal del local Doña menestra | 51 |
| Tabla 57 | Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Doña menestra | 51 |
| Tabla 58 | Cumplimiento de iluminancia derecha del local Doña menestra | 52 |
| Tabla 59 | Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Doña menestra | 52 |
| Tabla 60 | Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Doña menestra | 53 |
| Tabla 61 | Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Doña menestra | 53 |
| Tabla 62 | Mediciones de calidad del cielo para local Doña Menestra | 54 |
| Tabla 63 | Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas | 54 |
| Tabla 64 | Características técnicas de luminarias de local Simeone Beer Garden | 54 |
| Tabla 65 | Mediciones de luminancia cd/m ² en Simeone Beer Garden, parte frontal | 56 |
| Tabla 66 | Mediciones de luminancia cd/m ² en Simeone Beer Garden, frente izquierdo | 56 |
| Tabla 67 | Mediciones de luminancia cd/m ² en Simeone Beer Garden, frente derecho | 57 |
| Tabla 68 | Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Simeone Beer Garden | 57 |
| Tabla 69 | Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Simeone Beer Garden ... | 57 |
| Tabla 70 | Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Simeone Beer Garden | 58 |
| Tabla 71 | Computo de iluminancia de la parte frontal del local Simeone Beer Garden | 58 |
| Tabla 72 | Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Simeone Beer Garden | 59 |
| Tabla 73 | Computo de iluminancia de la parte derecha del local Simeone Beer Garden | 59 |
| Tabla 74 | Cumplimiento de luminancia frontal del local Simeone Beer Garden | 59 |
| Tabla 75 | Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Simeone Beer Garden | 60 |
| Tabla 76 | Cumplimiento de iluminancia derecha del local Simeone Beer Garden | 60 |
| Tabla 77 | Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Simeone Beer Garden | 60 |
| Tabla 78 | Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Simeone Beer Garden | 61 |
| Tabla 79 | Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Simeone Beer Garden | 61 |
| Tabla 80 | Mediciones de calidad del cielo para local Simeone Beer Garden | 62 |
| Tabla 81 | Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local Simeone Beer Garden | 62 |

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

En el transcurso de los años, en la ciudad de Cuenca el progreso de la misma se ha visto evidenciado en zonas comerciales, llamando así la atención de turistas y de los mismos locales a la vida nocturna.

Los restaurantes en su gran mayoría han optado por el uso de luminarias tipo led vintage, las cuales llaman la atención de quien circule por el lugar de manera frecuente ocasionando diferentes daños a: la vegetación, insectos, al ser humano y a su entorno en general. Por ello, se propone analizar las diferentes magnitudes luminotécnicas y el nivel de contaminación lumínica existente en: Sandwich Place, Doña Menestra, Bogati y Simeone Beer Garden, restaurantes de la ciudad.

Para cada establecimiento, se tomará mediciones acordes a niveles de iluminación y de polución lumínica. Toda la información se recopila durante un horario nocturno a partir de las 18:00 pm en adelante. Utilizando estos datos se procede a comprobar si sus valores se encuentran dentro de lo establecido por las normativas internacionales.

Este trabajo proporciona información y recomendaciones que se deberían manejar en las fachadas de comercios, donde el excesivo uso de iluminación provoca daños significativos, no solo estéticos también visuales para quien se encuentre alrededor.

1.2 Estado del arte

En la Ciudad de Puno los niveles de contaminación se presentan por medio de un estudio con el objetivo de determinar el nivel de contaminación visual y lumínica en el año 2019 [1]. El crecimiento de la población lleva a la creación de nuevas ciudades y con ello a la saturación de comercios, los mismos que producen contaminación lumínica en paisajes urbanos. Se opta por seguir una metodología con un enfoque descriptivo mediante la utilización de fotografías digitales, uso de una escala de valoración de mediciones de la contaminación lumínica mediante la evaluación in situ y uso del luxómetro para obtener mediciones de la intensidad de luz que contribuyan a determinar el grado de contaminación existente [1].

En Ecuador se usa comúnmente el término contaminación lumínica en el reglamento técnico Ecuatoriano INEC 069: La falta de investigación en esta área ha sido deficiente en el campo de investigación por esta razón, se han presentado estudios que se centran en el nivel de contaminación lumínica utilizando medidas que ya se han propuesto, en el Distrito Metropolitano de Quito, en base a sus 8 administraciones zonales una investigación de muestreo de campo y análisis estadístico; para lo cual se empleó una metodología de la cuadrícula con el fin de cubrir la zona de estudio con ayuda de GPS, ArcGIS y Excel para proceder a la zonificación y georreferenciación en lugares estratégicos – residenciales con un total de 31 puntos de muestro (15 zona norte, 6 centro – valle y 10 zona sur), donde se obtuvo los datos mediante el uso de equipo Sky Quality Meter, modelo SQM-LU-DL. Estos datos se obtuvieron bajo diferentes condiciones climáticas durante las fases lunares (temperatura, iluminación lunar y nubosidad), [2]. En conclusión, se puede decir que las autoridades respectivas implementan un plan de mantenimiento específicamente orientado a la iluminación general, lo que muestra nuevas posibilidades para que funcione en las condiciones adecuadas del entorno [2].

En la ciudad de Cuenca, se realizó un análisis de la percepción visual de las áreas patrimoniales con el uso de las nuevas tecnologías de luminarias, [3], Este enfoque tiene como objetivo determinar si la iluminación de fachadas y monumentos influye en las emociones y el comportamiento de los residentes, y cómo puede afectar la visión que se genera en los habitantes de las ciudades y su desarrollo directamente. así como también, realizar el análisis de las distintas formas o maneras de iluminación para la aplicación de diferentes tecnologías. Como un punto principal para el análisis se parte del concepto de percepción visual. De las mediciones realizadas durante el proyecto se puede concluir que los sistemas de iluminación implantados en los dos monumentos no se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento y por tanto no cumplen con los requisitos mínimos de iluminación establecidos, por el CIE ya que este establece un valor de 100 lux. En el caso de la iglesia, se puede entender que la situación lumínica actual es focalizada y solo resalta ciertos aspectos característicos del edificio, destacando que esta situación lumínica es la que tenían tanto la Iglesia de La Merced como la Catedral. En este proyecto se tuvieron que considerar las propuestas de iluminación general para la fachada de la iglesia con el fin de resaltar y fortalecer más estas propuestas [3].

En la iglesia San Sebastián de la ciudad de Cuenca, la polución lumínica se ve reflejada en por mala iluminación, mediante obtención de datos de iluminancia, temperatura interna del ambiente, humedad al interior de la iglesia y en forma general magnitudes eléctricas se permitió obtener conclusiones de la hipótesis planteada, que servirán de base para la determinación de los factores degradantes en las obras de arte de la iglesia mencionada. Con los registros de las mediciones y el uso de tablas se obtiene una base de datos que permite

verificar el estado actual y posteriormente simular el proyecto de la iluminación del templo y a su vez se permite simular el proyecto de iluminación del templo conjuntamente se permite aportar una mejor propuesta de iluminación para el mejoramiento de confort lumínico en el templo con niveles de iluminación normalizadas evitando el daño del arte religioso. Como conclusión, señalamos y enfatizamos que el mayor factor de degradación del arte religioso en los templos es el monóxido de carbono (CO₂) acumulado en la obra, no la iluminación de la obra. [4].

En el año 2010, se dispuso un modelo predictivo para medir de la contaminación lumínica en áreas naturales. El objetivo principal es el análisis de una serie de factores que afectan directamente a los espacios naturales expuestos a la contaminación lumínica. Los sitios fueron seleccionados en base a factores considerados como la principal característica de ser un área natural. y de acuerdo s los factores posibles. Se realizó trabajo de laboratorio para el procesamiento de los datos y se brindaron las pautas para el correcto desarrollo del estudio y el logro de los objetivos propuestos. Se recrearon mapas lumínicos estudio y se buscaron tendencias en los datos recopilados con base en herramientas estadísticas de correlación paramétrica, evidencia empírica que respalda las inferencias del estudio, [5]. Posteriormente se utilizó los datos recopilados para desarrollar un modelo propuesto que caracteriza la contaminación lumínica en un espacio afectado por la iluminación nocturna artificial de las fuentes de contaminación identificadas. Con ayuda de instrumentos adecuados se llevó a cabo una serie de mediciones lumínicas y recolección de datos de acuerdo a los factores de afección reconocidos en zonas determinadas próximas a los focos de influencia, en diferentes lugares de España y México.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar los niveles de iluminación en restaurantes y comercios de Cuenca, usando como guía las recomendaciones de normativas internacionales.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar normativas internacionales y formas de medición lumínicas.
- Levantar información existente en varios restaurantes y comercios pertenecientes a la ciudad de Cuenca.
- Medir los principales parámetros lumínicos de los restaurantes y zonas comerciales seleccionados.
- Analizar y comparar resultados obtenidos con los niveles recomendados por normativas internacionales.
- Proponer cambios en los sistemas de iluminación en los restaurantes cuyos parámetros lumínicos no estén dentro de las normativas internacionales.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Aspectos Generales

2.1.1 Tipos de contaminación lumínica

- Dispersión Lumínica

Esta anomalía aparece como una capa gris que se asemeja a una forma de nube brillante en el cielo. Estas partículas en suspensión proliferan la dispersión, de forma tal que mientras más contaminación existe en el ambiente más intenso es el fenómeno [6].

- Deslumbramiento

Es la incomodidad visual causada por el deslumbramiento que provocan los rayos luminosos debido al excesivo brillo en la iluminación [6].

- Luz Difusa

Es causada por la mala iluminación, afecta directamente al cielo en forma de rayos luminosos que generan un notorio haz de luz [7].

- Luz Intrusa

Es aquella luz que cae indebidamente sobre distintos espacios que están predestinados a iluminar [8].

- Iluminancia media horizontal (E_m)

Estos son datos básicos que no deben reducir la iluminación promedio de un área determinada.

- Uniformidad media de iluminancias (U_m)

Es la relación entre la iluminancia mínima calculada y la iluminancia media.

- Uniformidad General de iluminancias (U_g)

La relación que existe entre los valores mínimo y máximo de iluminancia distribuida sobre una superficie.

2.1.2 Efectos de la contaminación lumínica

2.1.2.1 Económicos

Desde el ámbito económico, hay un derroche de dinero en el campo público y privado. Esto se debe al consumo excesivo de energía o al uso inadecuado de la iluminación destinada a los diferentes espacios, que se evidencia al momento de generar sus diferentes facturas. [7].

2.1.2.2 Ambientales

Una de las afecciones más notables dentro de la flora se manifiesta mediante el espectro de color con el que se ilumina artificialmente la noche, al ser seres sedentarios su crecimiento y su sentido de orientación se ve afectado [9].

En la fauna los animales sufren notoriamente en su ecosistema al tener un exceso de luz, pues se ven afectados en ámbitos como: movimiento, forrajeo, reproducción y depredación [9].

2.1.2.3 Afecciones a la salud humana

La contaminación lumínica tiene como desventaja varias maneras en las que puede dañar la salud del ser humano entre estas se tiene:

El deslumbramiento, este efecto genera fatiga visual que conlleva a la pérdida de visión y estrés producto del brillo y de las luces intrusas [7].

Otro aspecto clave de este problema es que el ciclo cardíaco se distorsiona como resultado de las luces nocturnas artificiales, particularmente el gran bloqueo de la porción azul del espectro de luz. Afectando a los seres humanos y los ciclos del sueño [7].

Ejemplos obvios son las desventajas visuales causados por el deslumbramiento de fuentes de luz o superficies demasiado iluminadas, y a la mala distribución de iluminación que producen luminiscencia, desajuste y la incapacidad de distinguir diferentes objetos. El fenómeno del deslumbramiento afecta a la retina del ojo humano que, en comparación con la iluminación general, combina rápidamente las fuentes de luz más brillantes y combina lentamente las áreas iluminadas con áreas oscuras en intervalos de tiempo logrando de esta manera acoplarse a los diferentes ambientes que esté expuesto. Otro tipo de contaminación lumínica es la luz desagradable, esto es causado por el exceso de luz no deseada causada por la iluminación exterior, lo que provoca trastornos del sueño, estrés y otras molestias humanas.

2.1.2.4 Sociales

En cuanto a los efectos sociales producto de la contaminación lumínica se tiene:

- Altos niveles de estrés que repercuten al momento de interactuar con la sociedad.
- Pérdida de conexión con el estado natural debido a cambios en el ciclo biológico de plantas y animales.
- Los cambios en las temporadas de caza y siembra en las ciudades dedicadas a la ganadería y agricultura modifican sus costumbres y tradiciones.
- Cambio de entretenimientos nocturnos.
- Cambio en el modo de vida tradicional.

Como resultado de la contaminación lumínica, las ciudades se han aislado de su entorno, lo que hace imposible observar las estrellas en las condiciones climáticas adecuadas. También

puede provocar cambios en la vida social, que pueden volverse graves si no se corrigen. [10].

2.1.3 Causas de la contaminación lumínica

En el campo de la iluminación existen una variedad de términos entre los más comunes tenemos:

- Instalaciones eléctricas de iluminación general mal organizadas provocan que el flujo luminoso se despliegue hacia el cielo.
- Las luminarias expuestas a una atmosfera contaminada por partículas de polvo, gases, agua, etc. hacen que la luz se disperse en todas las direcciones y llegue a lugares no deseados.
- Falta de regulación de la contaminación lumínica para controlar y regular el exceso de iluminación.

2.1.4 Variables al medir la polución lumínica

2.1.4.1 Temperatura de color

Es aquella en la que un cuerpo negro llega a emitir una misma cantidad de luz aun mismo color. Se le conoce como cuerpo negro a un objeto que absorbe toda la energía radiante sobre la que incide en él, y a medida que aumenta la temperatura de este objeto, disminuye la longitud de onda de la radiación que emite. [11].

2.1.4.2 Humedad Atmosférica

Es la excesiva cantidad de agua que se encuentra en varias partes de la atmósfera, pero cuando se condensa forma nubes. [12].

2.1.4.3 Brillo del cielo nocturno

Se relaciona al brillo que se visualiza el cielo cuando no hay presencia de la luz de luna, la iluminación artificial resalta por ende sus contaminantes [6].

2.1.5 Soluciones para reducir la contaminación lumínica nocturna

Al buscar minimizar la contaminación lumínica se debe considerar medidas enfocadas a la mejora de la calidad de iluminancia ambiental.

- Implementar iluminación y que su flujo luminoso se dirija únicamente hacia abajo.
- Iluminar únicamente zonas que lo requieran sin dejar que la luz sobrepase las diferentes áreas.
- Impedir que cualquier proyecto envíe luz al cielo.
- Revisar y actualizar normativas aplicables en las zonas de interés.
- Apagar totalmente la iluminación que no sea necesaria.

- Restringir los permisos de nuevas instalaciones industriales, comerciales y recreativas para cumplir con las normas y estándares de minimización de la contaminación lumínica.

2.1.6 Escala de cielo Oscuro de Bortle

Este escalamiento sirve para determinar el grado de contaminación lumínica hacia el cielo, presentado en la Figura 1.









| MAGNITUD (MSAS) | SIGNIFICADO | COLOR |
|-------------------|---|---|
| SQM >21.90 | Cielo Oscuro Excelente. | Negro  |
| SQM 21.90 – 21.50 | Cielo oscuro verdadero típico. | Gris  |
| SQM 21.50-21.30 | Cielo rural oscuro | Azul  |
| SQM 21.30-20.80 | Cielo rural | Verde  |
| SQM 20.80-20.10 | Transición cielo rural / suburbano | Amarillo  |
| SQM 20.10-19.10 | Cielo Suburbano | Naranja  |
| SQM 19.10-18.00 | Cielo suburbano brillante y transición cielo suburbano / urbano | Rojo  |
| SQM <18.00 | Cielo urbano y cielo urbano central | Blanco  |

Fig. 1 Grado de contaminación lumínica de Cielo Oscuro de Bortle

Para evitar la emisión de luz al cielo es importante:

- Utilizar luminarias con reflector y cierres transparentes, preferiblemente de cristal plano o semicurva. No inclinar las luminarias más de 10° para vidrios planos o 5° para el resto.
- Utilizar luminarias certificadas por el IAC con un porcentaje radiante inferior al 2% (máximo del 5%) en el hemisferio superior instalado del flujo luminoso total emitido por la luminaria.
- Procurar usar proyectores asimétricos, con asimetrías adecuadas, sin inclinación (Máximo 10°) o simétricos con rejillas antideslumbrantes o deflectores.
- Evitar apuntamientos (dirección de la intensidad máxima) de proyectores con ángulos superiores a 70°. (Ello evita deslumbramiento a usuarios y vecinos).

2.1.7 Factores que afectan la visión

2.1.7.1 Contraste

Esta es la relación entre el brillo de un objeto y el brillo de su fondo inmediato.

2.1.7.2 Sombras suaves

Presenta una luz oscura, creada por el efecto de iluminación difusa del objeto.

2.1.7.3 Sombras fuertes

Este es el resultado de iluminar de manera directa un objeto distante.

2.1.7.4 Ambientes cromáticos

La iluminación tanto interior como exterior en espacios residenciales, comerciales y de edificación contribuye al estado de ánimo de las personas, ya que se debe respetar el color de la luz y su reproducción para adecuarla a la función visual o tarea que desarrolla.

2.1.8 Magnitudes de la Luminotecnia.

Tabla 1 Magnitudes de la Luminotecnia.

| Magnitud | Unidad |
|----------------------|---|
| Flujo Luminoso | lumen (lm) |
| Rendimiento Luminoso | lumen por vatio (lum/W) |
| Cantidad de Luz | lumen por hora (lum/h) |
| Intensidad de Luz | candela (Cd/h) |
| Iluminancia | lux (lux/(m ²)) |
| Luminancia | candela por metro cuadrado (Cd/(m ²)) |

2.1.8.1 Luminancia

Esta magnitud se define como la relación entre la intensidad de la luz en un sentido determinado y la superficie que es captada por el ojo humano en la misma dirección. Podemos observar a distintos cuerpos de mayor o menor manera [14].

Su representación es por medio de la letra L, y su unidad de medida es la candela por metro cuadrado.

$$L = \frac{I}{S \times \cos\beta} \left(\frac{cd}{m^2} \right)$$

Donde:

I: Intensidad luminosa en un sentido determinado.

S: Espacio o superficie vista por el observador.

β: Dirección de la superficie.

2.1.8.2 Iluminancia

La iluminancia es conocido como al flujo luminoso que repercute sobre una determinada superficie [16].

2.1.8.3 Flujo Luminoso

La potencia emitida en forma de radiación electromagnética, evaluada en función de la exposición a un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral se define según la curva visible estándar [17].

“El Sistema Internacional nos dice la Unidad de medida del flujo luminoso, establece que la potencia radiante fotométrica es el flujo luminoso radiado dentro de un ángulo sólido unitario desde una fuente puntual de luminosidad uniforme. De una cancela” [18].

2.1.8.4 Rendimiento Luminoso

Se le conoce también como eficacia luminosa que emite una fuente luminosa. “Es la Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa y la potencia de la misma” [18].

Su unidad de media es el lumen por vatio y se representa por medio de la letra griega (eta) representada de siguiente manera.

$$n = \frac{\Phi}{W} \left(\frac{lm}{W} \right)$$

En la que:

Φ : Es el flujo luminoso.

W : Potencia de la luminaria.

2.1.8.5 Cantidad de Luz

En base a la normativa RTE INEN 069 de “Alumbrado Público”, es la cantidad de luz se define como la energía en forma de ondas electromagnéticas [18]. La unidad de medida de la cantidad de luz es el lumen por hora indicada por la letra Q de la siguiente manera.

$$Q = \Phi * t$$

Donde:

Φ : Es el flujo luminoso,

t : Tiempo.

2.1.8.6 Intensidad luminosa

La normativa RTE INEN 069 “Alumbrado Público”. Establece a la intensidad luminosa como: “Cantidad de flujo luminoso en cada unidad de ángulo sólido en un mismo sentido”.

“Por lo tanto, es el flujo luminoso en el plano perpendicular a su dirección, dividido por el ángulo sólido definido por el plano de la fuente de luz” [18].

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \left(\frac{lm}{st} \right)$$

Donde:

Φ : Flujo luminoso sobre una pequeña superficie centrada.

ω : Angulo sólido en estereorradián.

2.1.8.7 Incidencia de luz

En general, la luz incidente es causada por fenómenos físicos como la reflexión, la refracción, la absorción y la polarización. es de gran utilidad conocer cada uno de estos fenómenos ya que es fundamental para poder tener un diseño correcto en los lugares que se los implementara [19].

2.1.8.8 Reflexión

Se le conoce con este nombre al cambio de dirección que experimenta la luz en el instante de chocar con diferentes cuerpos [19].

2.1.8.9 Dispersión del cielo

Ocurre cuando un accesorio de iluminación emite luz que interactúa con partículas en el aire y se dispersa en todas las direcciones.

2.1.8.10 Polarización

En el ámbito lumínico la polarización es de gran ayuda al momento de realizar los diseños lumínicos ya que con esto se puede alcanzar a reducir los deslumbramientos debido a que estas siguen diferentes direcciones que al final son llamados como vectores de dirección cuando uno de estos es paralelo a una línea fija del espacio se dice que esta polarizada linealmente [19].

2.2 Marco Legal

2.2.1 Normativas Nacionales

2.2.1.1 Regulación ARCERNNR 006/20. ECUADOR

Se aprobó en la resolución Nro.ARCERNNR-029-2020, por el director general de la ARC, la Agencia de Regulación y Gobernanza de la Energía y los Recursos Naturales No Renovables, el 30 de diciembre de 2020 [20]. Donde se resuelve: Expedir la regulación denominada «Prestación del Servicio de Alumbrado Público General» [20].

Este reglamento se aplica únicamente dentro del alumbrado público general, incluidos los sistemas de iluminación para la vía pública, el tráfico de vehículos y peatones. Esto incluye sistemas de iluminación para recintos deportivos de uso público y sistemas de iluminación para accesos no cerrados, descubiertos o no copropietarios. Excluye alumbrado de áreas comunes y alumbrado público decorativo para unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal. [21].

2.2.1.2 Norma RTE INEN 069

Mediante la Resolución No. 13 098 del 30 de abril de 2013 promulgada en el Registro Oficial No.59 del 17 de octubre de 2013, se oficializó con el carácter de Obligatorio el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 “ALUMBRADO PUBLICO” ’ [18].

Este reglamento se aplica al alumbrado público en general y comprende un conjunto de luminarias, redes y equipos necesarios para la prestación de los servicios de alumbrado público, que no forman parte del sistema de distribución. [18].

2.2.2 Normativas Internacionales

2.2.2.1 La Comisión Internacional de Iluminación (CIE).

Esta comisión es la principal autoridad internacional en el campo de la luz e iluminación, en artículos sobre contaminación lumínica, se evidencia en (CIE 126-1997), las directrices que se deben tomar para minimizar el brillo del cielo nocturno y en (CIE 150-2003). La guía se presenta para limitar los efectos destructivos de la luz de los dispositivos de iluminación para exteriores. [17].

(CIE 126-1997) Directrices para minimizar Sky Glow describe las principales fuentes de luz presentes y los cambios que ocurren en el cielo cuando estas fuentes de luz se proyectan hacia arriba. La causa de este problema es un diseño de iluminación deficiente, el uso excesivo y el uso insuficiente, así como la luz reflejada de objetos como anuncios, luces de edificios, monumentos, aeropuertos y farolas.

Asimismo, señala que existen varios métodos para medir la radiación del cielo. Comenzando con el estudio del área, recopilamos datos a través de estudios fotográficos, estudios continuos y evaluación de estrellas límite. También enumera los requisitos para cuatro zonas, dependiendo de la actividad a realizar en cada una. De esta forma, se puede determinar la base ecológica de la regulación, y se pueden determinar los límites de brillo del cielo según cada región.

En todos estos objetivos los términos “luz” e “iluminación” deben entenderse en el sentido más amplio e incluir temas básicos como:

- Realizar patrones básicos y procedimientos metrológicos en el campo de la luz y la iluminación [17].
- Brindar orientación sobre la aplicación de principios y procedimientos en el desarrollo de estándares nacionales e internacionales en el campo de la luz y la iluminación [17].
- Preparar y publicar normas, informes y otros textos relativos a las materias
 - propias de la luz y la iluminación [17].
 - Mantener enlaces e intercambios técnicos con otras organizaciones internacionales sobre temas científicos, técnicos, de normalización y artísticos en el campo de la luz y la iluminación [17].

El brillo máximo recomendado en (Cd/m^2) para la iluminación de fachadas de edificios o monumentos según la CIE [17] se determina en base a múltiplos de la iluminancia media y del factor de reflexión, de acuerdo a la zonificación presentada en la Tabla 2.

Tabla 2 Tolerancia recomendada de luminancia en fachadas (CIE).

| E1 | E2 | E3 | E4 |
|-------------|-------------|--------------|--------------|
| $5(Cd/m^2)$ | $5(Cd/m^2)$ | $10(Cd/m^2)$ | $25(Cd/m^2)$ |

2.2.2.2 Normativa Colombiana RETILAP.

Esta regulación colombiana tiene por objeto establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben cumplir las instalaciones de alumbrado exterior, con la finalidad de:

- Limitar el deslumbramiento de la luz nocturna y la contaminación luminosa reduciendo la luz intrusa o molesta [13].
- Mejor Eficiencia, Conservación de Energía y Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero [13].

Basados en la Normativa RETILAP se maneja una definición de zonas para la contaminación lumínica. De acuerdo con la Tabla 3.

Tabla 3 Niveles de iluminación vertical recomendado para fachadas.

| Observador | Reflectancia de fachada | Poco iluminado | Medianamente iluminado | Muy iluminado |
|---|--|----------------|------------------------|---------------|
| Fachadas para ser vistas desde adyacencias cercanas | Alta reflectancia entre 0.70 a 0.85 (claras) | 50 lux | 100 Lux | 150 Lux |
| Fachadas para ser vistas desde adyacencias cercanas | Reflectancia media entre 0.45 a 0.70 (grises) | 100 lux | 150 Lux | 200 Lux |
| Fachadas para ser vistas desde adyacencias cercanas | Reflectancia baja entre 0.20 a 0.45 (gris oscuro, negro) | 150 lux | 200 Lux | 300 Lux |
| Fachadas para ser vistas a distancia | Todas las fachadas | 150 lux | 200 Lux | 300 Lux |

Sobre las fachadas la reflectancia se recomienda tener en cuenta los valores de la Tabla 4.

Tabla 4 Valores de Reflexión.

| Tono | Color | Reflectancia | Superficies | Reflectancia |
|-----------|--------------|--------------|--------------------------|--------------|
| Muy Claro | Blanco Nuevo | 0.88 | Maple | 0.43 |
| Muy Claro | Blanco viejo | 0.76 | Nogal | 0.15 |
| Muy Claro | Azul verde | 0.76 | Caoba | 0.12 |
| Muy Claro | Crema | 0.81 | Pino | 0.48 |
| Muy Claro | Azul | 0.65 | Madera clara | 0.30 – 0.50 |
| Muy Claro | Miel | 0.76 | Madera Oscura | 0.10 – 0.25 |
| Muy Claro | Gris | 0.83 | Acabados metálicos | Reflectancia |
| Claro | Azul verde | 0.72 | Blanco Polarizado | 0.70 – 0.85 |
| Claro | Crema | 0.79 | Aluminio pulido | 0.75 |
| Claro | Azul | 0.55 | Aluminio mate | 0.75 |
| Claro | Miel | 0.7 | Aluminio claro | 0.59 – 0.79 |
| Claro | Gris | 0.73 | Acabados de construcción | Reflectancia |
| Mediano | Azul verde | 0.54 | Cantera clara | 0.18 |
| Mediano | Amarillo | 0.65 | Cemento | 0.27 |
| Mediano | Miel | 0.63 | Concreto | 0.4 |
| Mediano | Gris | 0.61 | Mármol blanco | 0.45 |
| Oscuro | Azul | 0.08 | Vegetación | 0.25 |
| Oscuro | Amarillo | 0.5 | Asfalto limpio | 0.07 |
| Oscuro | Café | 0.1 | Adoquín de roca | 0.17 |
| Oscuro | Gris | 0.25 | Grava | 0.13 |
| Oscuro | Verde | 0.07 | Ladrillo Claro | 0.30 – 0.50 |
| Oscuro | Negro | 0.03 | Ladrillo Oscuro | 0.15 – 0.25 |

De acuerdo con la Normativa RETILAP, el cálculo del flujo luminoso considera:

- Valores de Reflectancia: Estos valores se presentan en la Tabla 4 aproximados en % para colores y texturas.
- Factor de Mantenimiento: Tiene en cuenta la hermeticidad de la luminaria, deprecia el flujo luminoso de la bombilla, la clasificación del nivel de contaminación del sitio

y el tiempo de limpieza de la luminaria, en la Tabla 5 se detallan las consideraciones.

Tabla 5 Factor de Mantenimiento.

| Ambiente | Factor de mantenimiento (Fm) |
|----------|------------------------------|
| Limpio | 0.8 |
| Sucio | 0.6 |

- Factor de utilización, es la relación entre el flujo útil que llega a la calzada y el que emite la luminaria, en la Tabla 6 se evidencia dichos factores.

Tabla 6 Factor de Utilización.

| Room Index k | Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE) | | | | | | | | | | |
|--------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.80 | 0.80 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 0.50 | 0.50 | 0.30 | 0.30 | 0.00 |
| | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.30 | 0.30 | 0.10 | 0.30 | 0.10 | 0.00 |
| | 0.30 | 0.10 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.00 |
| 0.60 | 0.61 | 0.58 | 0.60 | 0.59 | 0.58 | 0.52 | 0.51 | 0.47 | 0.51 | 0.47 | 0.46 |
| 0.80 | 0.72 | 0.67 | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.61 | 0.60 | 0.56 | 0.60 | 0.56 | 0.55 |
| 1.00 | 0.81 | 0.75 | 0.79 | 0.77 | 0.74 | 0.69 | 0.68 | 0.64 | 0.67 | 0.64 | 0.62 |
| 1.25 | 0.89 | 0.81 | 0.87 | 0.83 | 0.80 | 0.75 | 0.75 | 0.71 | 0.74 | 0.71 | 0.69 |
| 1.50 | 0.94 | 0.86 | 0.92 | 0.88 | 0.85 | 0.80 | 0.79 | 0.76 | 0.78 | 0.75 | 0.73 |
| 2.00 | 1.03 | 0.92 | 1.00 | 0.95 | 0.91 | 0.87 | 0.86 | 0.83 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |
| 2.50 | 1.08 | 0.95 | 1.05 | 1.00 | 0.95 | 0.91 | 0.90 | 0.88 | 0.89 | 0.87 | 0.85 |
| 3.00 | 1.12 | 0.98 | 1.09 | 1.03 | 0.97 | 0.94 | 0.93 | 0.91 | 0.92 | 0.90 | 0.88 |
| 4.00 | 1.16 | 1.01 | 1.13 | 1.06 | 1.00 | 0.97 | 0.96 | 0.94 | 0.94 | 0.93 | 0.91 |
| 5.00 | 1.19 | 1.02 | 1.15 | 1.08 | 1.01 | 0.99 | 0.97 | 0.96 | 0.96 | 0.95 | 0.92 |

2.2.2.3 Real Decreto de España

Dentro del Real Decreto Español en su sección Instrucción Técnica Complementaria EA - 03, con el fin de minimizar los efectos de las luces perturbadoras o molesta de las instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que debe cumplir los niveles máximos establecidos [22].

Las superficies de los parámetros de los comercios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias, las limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior se ven reflejados de acuerdo con su zonificación en la Tabla 7.

Tabla 7 Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior.

| Parámetros Luminotécnicos | Observatorios astronómicos y parques naturales E1 | Zonas Urbanas Y áreas naturales E2 | Zonas urbanas residenciales E3 | Centros urbanos y áreas comerciales E4 |
|--|---|------------------------------------|--------------------------------|--|
| Iluminancia vertical (Ev) | 2 Lux | 5 Lux | 10 Lux | 25 Lux |
| Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I) | 2.500cd | 7.500 cd | 10.000 cd | 25.000 cd |
| Luminancia media en las fachadas (Lm) | 5cd/m ² | 5cd/m ² | 10cd/m ² | 25cd/m ² |
| Luminancia máxima en las fachadas (Lmax) | 10cd/m ² | 10cd/m ² | 60cd/m ² | 150 cd/m ² |
| Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (Lmax) | 50cd/m ² | 400cd/m ² | 800cd/m ² | 1000cd/m ² |

2.2.2.4 Normativa Chilena

La norma de Emisión para la regulación de la contaminación lumínica de acuerdo con el decreto supremo N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, establece los niveles máximos permisibles para regular la contaminación lumínica [23].

El objetivo de este es: Prevenir la contaminación lumínica en el cielo nocturno, mediante la regulación de la emisión lumínica preservar la calidad actual del cielo y evitar la degradación futura mediante la regulación de las emisiones de luz. [23].

Dentro de las disposiciones generales en el artículo N°5 se toma en cuenta para el alumbrado ambiental su ejecución en postes de baja altura (3 a 5 m), típicamente en áreas urbanas, que iluminan vías peatonales y comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos y vías de velocidad limitada.” [23].

2.2.2.5 Legislación Argentina

La Constitución Nacional de 1994, estableció un sistema que estipula que los gobiernos nacionales y locales tienen sus propias leyes ambientales. La ley 2567, dentro de sus artículos hace referencia a los presupuestos mínimos para una gestión adecuada y sostenible de los recursos ambientales [24].

La Ley 5771, Prohíbe el uso de dispositivos que no hayan sido previamente regulados y que liberen entre 300 y 1000nm, incluyendo la señalización en rutas [24].

Dentro del país argentino se han llevado a cabo una serie de implementaciones dentro del programa de iluminación siendo estos más eficientes a uno de ellos se le conoce con el nombre de ELI, por Efficient Lighting Initiative el mismo que se ubica en estado activo a partir del año 1999. ELIT es el encargado de realizar el reglamento para los diferentes dispositivos de iluminación eficiente. En el territorio Argentino Rosario fue una de las primeras ciudades en optar y tratar la polución lumínica dentro de la ordenanza 6939/1999 para que de esta manera puedan perseverar la oscuridad del cielo nocturno reduciendo la contaminación lumínica y llegando a conseguir los siguientes beneficios del mismo [14].

- “Reducir el consumo directo de energía, el consumo indirecto de combustible y las emisiones contaminantes de las centrales eléctricas” [14].
- “Salvaguardar el medio ambiente nocturno” [14].
- “Mejorar la seguridad vial eliminando el deslumbramiento” [14].
- “Mejorar la visualización para poder realizar estudios astronómicos” [14].

Este reglamento implanta la protección contra la contaminación lumínica que son generadas por distintas instalaciones en exteriores en la ciudad de Rosario [14].

La iluminación exterior se define como cualquier forma de iluminación exterior continua u ocasional. Tales como:

- “Alumbrado vial” [14].
- “Iluminación decorativa en plazas y parques” [14].
- “Letreros, anuncios luminosos y vallas publicitarias.” [14].
- “Iluminación para instalaciones de ocio y deportivas” [14].
- “Iluminación de seguridad” [14].
- “Iluminación exterior de casas privadas y edificios públicos.” [14].

El alcance de esta norma se aplica a todos los proyectos de iluminación en lugares públicos y privados de la Ciudad de Rosario. Se excluye el alumbrado exterior ya que se utiliza para la navegación fluvial y los organismos de vigilancia y seguridad pública. La Junta Ejecutiva establece las características necesarias para la iluminación exterior mediante reglamento. También especifica la cantidad máxima permitida de contaminantes, el tipo de lámparas, artefactos, pantallas y filtros aprobados [14].

Los organismos encargados de hacer cumplir la ley establecen por reglamento las horas nocturnas para cada temporada en las que deben reducirse los niveles de alumbrado público sin reducir la seguridad o la uniformidad del alumbrado. Si es necesario, el alumbrado público contara con dispositivos de control de flujo de luz y que este pueda reducirlo a un tercio de lo normal. Con la iluminación decorativa, se debe tener cuidado de dirigir el flujo de luz de arriba hacia abajo [14].

El destello de los anuncios, eslóganes y carteles deberá ser previamente aprobado. Solo se permitirán luminarias de tipo globo que no provoquen contaminación. Las luminarias tipo globo ya instaladas que no cumplan con los requisitos deben retirarse y modificarse para optimizar su salida de luz después de que esta regulación entre en vigencia, deben cumplir los requisitos de la siguiente manera [14]:

- “Alumbrado vial: desde el cambio de la lámpara o por un periodo no superior a 12 años” [14].
- “Iluminación decorativa de monumentos, edificios públicos y privados, parques, plazas y paseos, e iluminación de seguridad privada: en el momento de la sustitución de la lámpara o dentro de los 5 años” [14].
- “En el caso de escaparates comerciales, letreros luminosos y otros alumbrados con fines comerciales o publicitarios, las fuentes de emisión utilizadas durante el horario comercial para reducir la intensidad de la luz especificada por la Junta Ejecutiva se especificarán en el presente Reglamento en el momento de su entrada en vigor.” [14].

CAPITULO 3

METODOLOGÍA

3.1 Recopilación de información.

En este apartado se detalla un plan que recopile y analice datos de los altos niveles lumínicos que se manejan en Cuenca, para poder ser comparados con normativas internacionales que faciliten una estrategia de desarrollo que mejore los niveles lumínicos existentes dentro de los parámetros normativos.

Bajo un protocolo de adquisición que facilita el manejo de un conjunto de información, zonificación, uso de programas informáticos, métodos de medición, creación y verificación de una base de datos de resultados.

En primera instancia se recopilará de forma ordenada la información previa a la medición. Al momento de realizar las correspondientes mediciones se mantendrá un control de datos con las variables que intervendrán al momento de medir. Las más relevantes son: humedad, nubosidad, temperatura, contaminación atmosférica, debido a la reflexión de la luz que se tiene con relación al cielo.

3.2 Área de estudio

Al analizar los diferentes restaurantes de la ciudad de Cuenca, se procede a la obtención de datos lumínicos con la ayuda de los equipos mencionados.

El Luminancímetro se empleó desde las 19:00 pm hasta las 22:00 pm, horario en donde la iluminación externa en las zonas comerciales es abundante.

El medidor de calidad tomó información desde las 18:00 pm hasta las 6:00 am. Los datos que se procederán analizar estarán dentro de un rango de 20:30 hasta las 4:10 am del siguiente día. Este horario se elige en base a consideraciones técnicas que establecen una recolección de información de 2 horas después del atardecer y 2 horas antes del amanecer, para adquirir los datos de calidad.

–Sándwich Place

El lugar está ubicado en la Remigio Crespo Toral S/N, Cuenca 010203, tal como se evidencia en la Figura 2.

Generalidades

Sándwich Place es un sitio en donde se ofrece comida rápida, tiene dos ambientes: interior y exterior, en la parte de afuera su iluminación está conformada por bombillas tipo led cálidas a simple vista brindan un ambiente acogedor, no obstante, esta iluminación imperceptible afecta al ambiente que rodea el lugar.



Fig. 2 Ubicación: Sándwich Place.

– **Bogati**

El comercio se encuentra ubicado en la Avenida Remigio Crespo y Federico Proaño, tal como se presenta en la Figura 3.

Generalidades

El establecimiento ofrece una gran variedad de helados, postres y dulces. El lugar cuenta con un ambiente exterior en donde la luz led cálida brinda un ambiente llamativo, dando un exceso visual de iluminación.

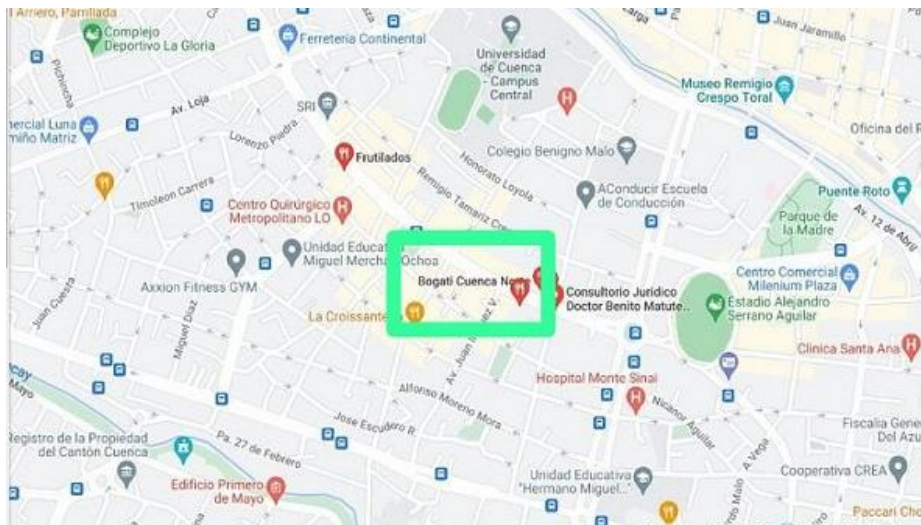


Fig. 3 Ubicación: Bogati

– **Doña Menestra**

El comercio se encuentra ubicado en la Avenida del Estadio, tal como se presenta en la Figura 4.

Generalidades

El restaurante ofrece un acogedor ambiente con platos a la cara donde su especialidad son los asados.

El establecimiento cuenta con iluminación en sus exteriores llamando la atención a quien circule por el lugar ya que se encuentra en zona del estadio de la ciudad.



Fig. 4 Ubicación Doña Menestra

–Simeone Beer Garden

El comercio se encuentra ubicado en la Avenida Francisco Moscoso 010107, junto al ECU 911, tal como se presenta en la Figura 5.

Generalidades

Simeone es un lugar que ofrece un ambiente al aire libre acogedor para sus visitantes, en su exterior el espacio cubierto este iluminado por bombillas de luz led cálida. Adicional a este tipo de iluminación cuenta con reflectores de luz blanca.



Fig. 5 Ubicación: Simeone Beer Garden

3.3 Instrumentos de medición

3.3.1 Luminancímetro

El luminancímetro es un equipo que nos permite determinar la intensidad luminosa de cualquier tipo de fuente de luz. A través del lente de este instrumento, se ve el campo que está siendo enfocado

y un círculo en el centro nos indica el área medida [25].

Para el estudio se trabajará con el luminancímetro de la marca GOSSEN (MAVO-SPOT2), que se muestra en la Figura 6.



Fig. 6 Luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]

3.3.1.2 Estructura

Partes del teclado Las diferentes funciones que tiene cada tecla del luminancímetro se detallan a continuación en la Figura 7 [26].

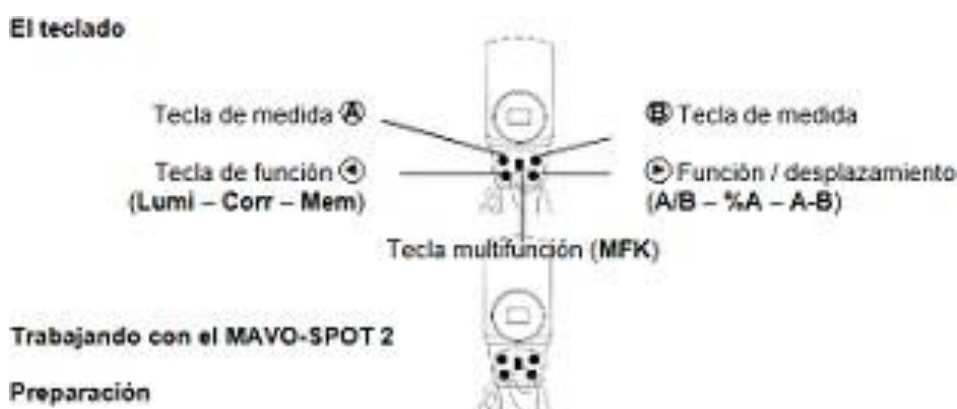


Fig. 7 Partes de teclado luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]

3.3.1.3 Parte interna del Luminancímetro

El luminancímetro GOSSEN (MAVO-SPOT2) en su display cuenta con una serie de parámetros y mediciones como se puede ver en la Figura 8.

1. Posición de memoria [26].
2. Valor medido o memorizado [26].
3. Unidad de medida [26].
4. Factores de factores corrección 1 y 2[26].
5. Diferencia [26].

6. Ratio [26].
7. Porcentaje de desviación [26].
8. Valor calculado, grupo de memoria [26].
9. Signo [26].
10. Estado de batería [26].
11. Indicador USB [26].
12. Función de medida [26].
13. Factor de factor corrección [26].
14. Función de memoria [26].
15. Función ratio [26].
16. Función de porcentaje de desviación [26].
17. Función de diferencia [26].

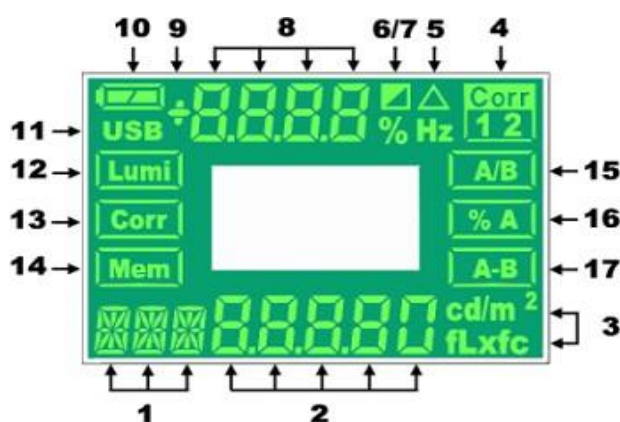


Fig. 8 Display luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]

Este equipo permite tomar mediciones solamente a un ángulo de 1 grado con una distancia mínima desde 1 metro y máxima hasta el infinito. Cabe destacar que en todas las mediciones lumínicas intervienen la luz ambiental [27].

Cada una de estas mediciones funcionan con una óptica reflex contando con un campo de visión de 15 grados [27]. Se puede realizar mediciones en diferentes ámbitos o ambientes entre estos tenemos:

- Pantallas de visualización para tomografías informatizadas [27].
- Medición de luminancia en carreteras [27].
- Túneles o aeropuertos [27].
- Reflexiones de luz en áreas de trabajo [27].
- Edificios públicos [27].

Para realizar la medición se debe enfocar mediante el punto que emite el lente del luminancímetro el área que se quiere analizar, esto debe ser mayor al punto de medida, posterior se presiona la tecla A y se toma el valor medido como se observa en la Figura 3.8 [26]

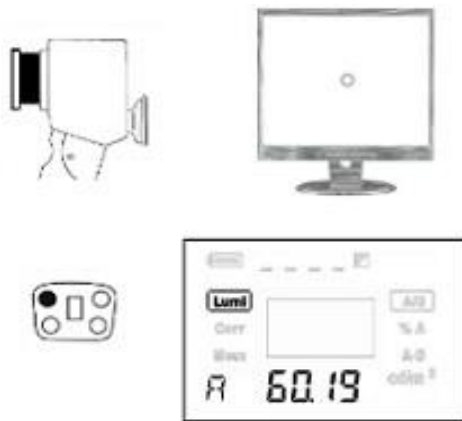


Fig. 9 Forma de medición luminancímetro (GOSSEN MAVO-SPOT2) [26]

Características del luminancímetro Gossen Mavo Spot2:

- Tipo: Luminancímetro basado en sensor con mirilla [26].
- Clasificación: Clase B según DIN 5032, parte 7, y DIN EN 13032, apéndice B [26].
- Sensor de Luz: Fotodiodo de silicio con filtro $V(\lambda)$ según DIN 5032, parte 7 – f1.6 % [26].
- Sistema óptico: 77 mm / f/1.8, luz de ambiente espúreo f2.2 %, Enfocable [26].
- Campo de visión: 15° diagonal Angulo de medida 1 [26].
- Controles: Fácil uso con 4 teclas y un interruptor deslizante. Microinterruptores de configuración en el comportamiento de baterías [26].
- Distancia de medida: De 1 metro a infinito. Con lentes de acercamiento hasta 31cm y medida de contacto con adaptador [26].
- Alcance de medida: 0.01 cd/m² a 99,990 cd/m², 0.01 fL a 30,000 fL Selección automática de alcance [26].
- Método de medida: Luminancia ABS – cd/m² / fL, ratio A/B, desviación porcentual A, diferencia A-B [26].
- Memoria valores medidos: Hasta 1000 valores individuales o 10 grupos de 100 valores individuales cada uno [26].

3.3.1.4 Límites de error del luminancímetro GOSSEN MAVO SPOT2

En la Tabla 9 se observa el límite y rango de error que se tiene al momento de realizar las mediciones, en este caso el equipo que se utilizó es de clase B.

Tabla 8 Limites de error Luminancímetro (GOSSEN MAVI - SPOT2) [13].

| Características | Error admisible según DIN 5032-7 clase B | Error típico MAVO-SPOT 2 USB |
|---|--|------------------------------|
| V (λ) Adaptación - f 1' | 6% | $\leq 3.0\%$ |
| Influencia luminancia del entorno - f 2(u) | 2% | $\leq 1.5\%$ |
| Linealidad - f 3 | 2% | $\leq 1.5\%$ |
| Coefficiente de temperatura - α_0, α_{25} | 1% /K | $\leq 0.5\% /K$ |
| Polarización - f 8 | 2% | $\leq 0.8\%$ |

[13]

3.3.2 Medidor de calidad del cielo SQM-LU-DL.

Este instrumento se utilizó para realizar mediciones del cielo en diversas zonas comerciales de la ciudad de Cuenca. El instrumento proporciona datos automáticos sobre ubicación geográfica, temperatura y niveles de contaminación lumínica como se muestra en el Figura 10.



Fig. 10 Medidor de calidad de cielo SQM

3.3.2.1 SQM en relación con las bandas fotométricas B – V

La relación entre estas bandas fotométricas B – V de Johnson se eligieron para analizar diferentes niveles de contaminación lumínica esto se hizo principalmente en trabajos previos realizados por los astrofísicos Pier Antonio Cinzano y Fabio Falchi de la Universidad de Padua Italia los mismos han realizado un modelamiento de cómo se esparce la luz artificial hacia la atmósfera. La banda V abarca a sensibilidad del ojo humano por otra parte la banda B favorece el control generalizado de luces con una fuente de emisión azul. Las curvas de sensibilidad de estas bandas son diferentes porque los estados de la banda B tienen un límite superior de $\lambda = 440\text{nm}$ y con un pico de emisión de 85nm , en tanto la banda V tiene un valor máximo de $\lambda = 530\text{nm}$ con un pico de emisión de 95nm [10].

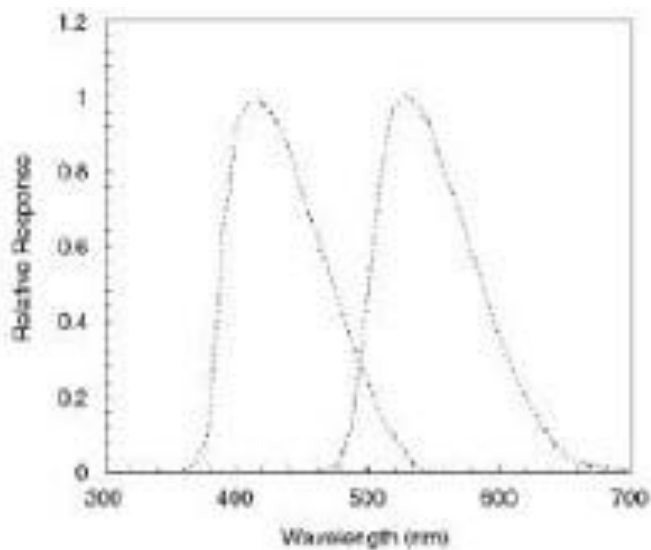


Fig. 11 Ondas Fotométricas B - V [10]

3.3.3 Condiciones de visión del ojo humano

Se deben considerar las condiciones de visualización, teniendo en cuenta las condiciones de iluminación a las que está expuesto el ojo humano. Cuando las condiciones de iluminación son buenas, como durante el día, la visión es clara y fina, y los colores se pueden distinguir fácilmente. Esto se llama visión fotópica. Por otro lado, cuando las condiciones de iluminación son inferiores, la visión y sensación del color son más sensibles a los tonos azules. La misma que se conoce con el nombre de visión escotópica. Por esta razón las curvas de sensibilidad del ojo humano tienen un máximo de $\lambda = 555\text{nm}$ (amarillo verdoso) en lo que compete a la visión fotópica, por otra parte, tenemos un máximo de $\lambda = 480\text{ nm}$ (azul verdoso) para la visión escotópica [10].

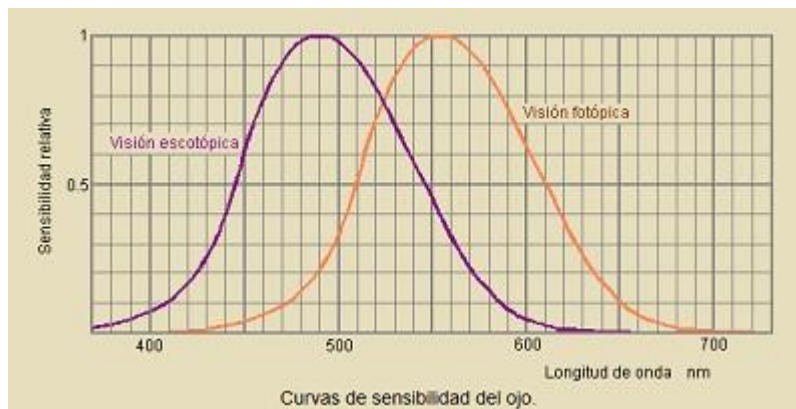


Fig. 12 Curvas de sensibilidad del ojo humano.

Al momento de emplear este equipo se debe considerar aspectos dentro de la configuración que facilitaran la obtención correcta de los datos de medición:

Conectar el instrumento de medición SQM-LU-DL mediante el cable USB para que el software pueda reconocerlo.

- Abrir el programa Software Administrador de Dispositivos Unihedron, que debió ser instalado con anterioridad.
- Como siguiente punto se procede a dar click en “Find” esta pestaña no ayuda a detectar el equipo.
- Dirigirse a la pestaña “Data Logging”.
- Verificar que en el espacio de” Set” se mantenga cero.
- En la sección de “Trigger” mantener la opción de 10 minutos, echo esto se podrán tomar datos en ese lapso.
- En la sección “Header” se deben ingresar los datos del sector en donde se procederá a tomar las mediciones.
- Dirigirse a “Firmware”, seleccionar el firmware en la pestaña “select firmware”, dar click en “Load firmware” para cargar el equipo, se recomienda utilizar el ultimo firmware.
- Desconectar el equipo.

Se recomienda realizar las mediciones en un periodo de funcionamiento de las baterías del equipo, validando los datos que estén dentro del 86% de visibilidad de la superficie lunar. El análisis de los datos medidos debe tener en cuenta que otras fuentes de luz influyen en los valores estimados, y la validación tiene en cuenta estos valores desde las 20:30 hasta las 4h10 del siguiente día, debido a recomendaciones técnicas se toma dos horas antes del amanecer, para poder obtener datos más precisos. Al extraer datos, es importante trabajar con símbolos que presenta la Royal Astronomical Society (Real Sociedad Astronómica) Tabla 9.

Tabla 9 Escalamiento de contaminación lumínica (Real Sociedad Astronómica).

| Dimensiones (MSAS) | Aceptación |
|--------------------|--------------------------|
| SQM < 18.8 | Muy Contaminado |
| SQM 18.8- 19.8 | Contaminado |
| SQM 19.8 – 20.5 | Medianamente Contaminado |
| SQM 20.5 – 21.2 | Ligeramente Contaminado |
| SQM 21.2 – 21.6 | Aceptable |

3.4 Procesamiento de Datos

Mediante el software Unihedron Device Manager se configura el equipo del Medidor de Calidad de Cielo para poder extraer la data que se exportara al programa Excel donde se analizara los datos acordes al nivel de contaminación lumínica, Al obtener información del luminancimetro las mediciones obtenidas serán exportadas hacia una hoja de Excel que facilitara su interpretación y permitirá mantener un orden y manejo de tablas para cada uno de los casos analizado

CAPITULO 4

RESULTADOS

En este capítulo se detalla el estado de la iluminación actual, la selección de las superficies y localización de los puntos de medición, la toma de mediciones de luminancia y el cálculo de la iluminancia para fachadas de cada local seleccionado para el estudio.

4.1 Sándwich Place

4.1.1. Condición de la iluminación existente

Sándwich Place es un local dedicado a la venta de alimentos, ubicado en la calle Remigio Crespo Toral junto a la heladería Bogati. Las características técnicas y los tipos de luminarias que posee el establecimiento se detallan en la Tabla 10.

Tabla 10 Características técnicas de luminarias de local Sándwich Place.

| # | Clase de luminaria | Nivel de voltaje | Potencia | Lúmenes | Temperatura de luz |
|---|--------------------|------------------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Led Vintage | 112/220 IP20 | 8.5W | 800 lm | 2200 K - luz cálida |

Fuente: autor

4.1.2. Elección de superficies

Se divide las superficies existentes del comercio sándwich Place en tres vistas, la fachada, el lado derecho y el lado izquierdo. Además, en función de la cantidad de luz natural, el color, la forma y el material de construcción que componen la fachada, se eligieron diversas superficies para cada uno de estos cortes.

Parte frontal: como se detalla en la Figura 13, se eligen un total de 20 superficies para componer toda la fachada frontal del local sándwich Place.

Parte izquierda: para el frente del lado izquierdo del local sándwich Place se escogen 16 superficies (Figura 14).

Parte derecha: se definen un total de 24 superficies a lo largo de la fachada lateral derecha del local sándwich Place (Figura 15).



Fig. 13 Perspectiva central de local Sándwich Place (Distancia 3m).

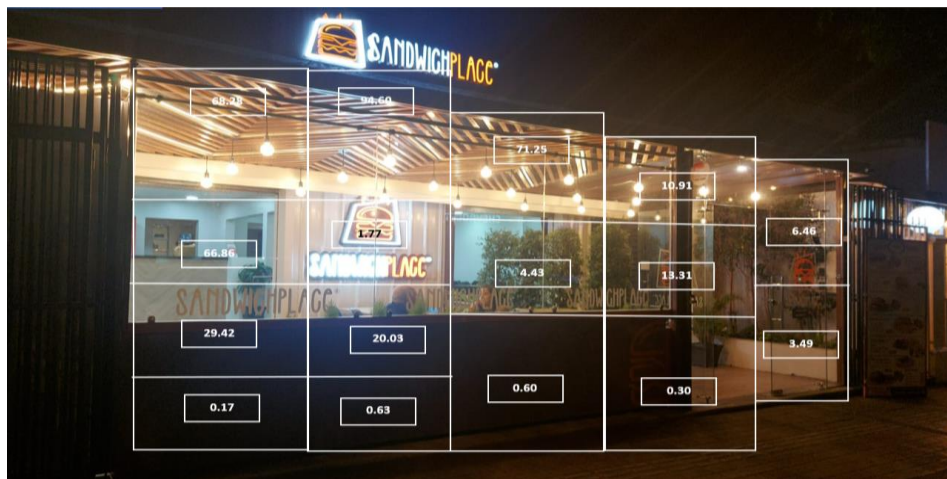


Fig. 14 Perspectiva lado izquierdo de local sándwich Place (distancia de 3m)

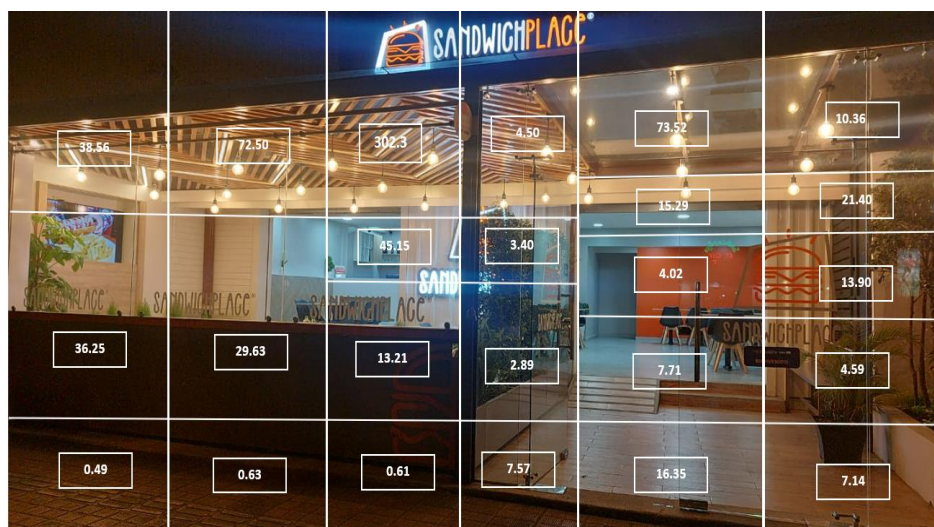


Fig. 15 Perspectiva lado derecho de local sándwich Place (distancia de 3m)

4.1.3. Cuantificación de valores de luminancia

Parte frontal: en toda la fachada frontal se han tomado 20 medidas. De tal manera que, los valores de luminancia medidos para cada superficie se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11 Mediciones de luminancia cd/m² en Sándwich Place, parte frontal.

| | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 39,75 | 10 | 67,71 |
| | 2 | 37,65 | 13 | 194,3 |
| | 5 | 104,9 | 14 | 75,64 |
| | 6 | 49,84 | 17 | 29,25 |
| | 9 | 65,53 | 18 | 12,14 |
| Medio | 3 | 22,72 | 15 | 21,07 |
| | 7 | 4,14 | 19 | 6 |
| | 11 | 47,36 | | |
| Inferior | 4 | 0,47 | 12 | 0,47 |
| | 8 | 0,64 | 16 | 0,58 |
| | | | 20 | 0,6 |

Fuente: autor

Parte izquierda: la Tabla 12 contiene las magnitudes resultantes de las 16 medidas de luminancia cuantificadas en el frente izquierdo del local Sándwich Place.

Tabla 12 Mediciones de luminancia cd/m² en sándwich Place, frente izquierdo.

| | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 68,28 | 10 | 4,43 |
| | 2 | 66,87 | 12 | 10,91 |
| | 5 | 94,6 | 13 | 13,3 |
| | 6 | 20,03 | 15 | 6,46 |
| | 9 | 71,95 | | |
| Medio | 3 | 29,42 | 7 | 1,77 |
| | 16 | 3,49 | | |
| Inferior | 4 | 0,17 | 14 | 0,3 |
| | 8 | 0,63 | 11 | 0,6 |

Fuente: autor

Parte derecha: para obtener los datos relevantes de la fachada lateral derecha, se realizaron 24 mediciones en los puntos correspondientes de cada superficie (Tabla 13).

Tabla 13 Mediciones de luminancia cd/m² en Sándwich Place, frente derecho.

| | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 38,56 | 20 | 10,36 |
| | 4 | 72,59 | 15 | 73,52 |
| | 7 | 302,3 | 11 | 4,5 |
| Medio | 2 | 36,25 | 16 | 15,29 |
| | 5 | 29,63 | 17 | 4,02 |
| | 8 | 45,15 | 18 | 7,71 |
| | 9 | 13,21 | 21 | 21,4 |
| | 12 | 3,4 | 22 | 13,9 |
| | 13 | 2,89 | 23 | 4,59 |
| Inferior | 3 | 0,49 | 14 | 7,57 |
| | 6 | 0,63 | 19 | 16,35 |
| | 10 | 0,61 | 24 | 7,14 |

Fuente: autor

4.1.4. Estimación de luminancia media y máxima

Los puntos de medición de la parte superior de la parte frontal, que se enumeran en la Tabla 11, se utilizan como guía para la explicación del cálculo de la luminancia promedio que se expone a continuación.

$$L_m = \frac{P1 + P2 + P5 + P6 + P9 + P10 + P13 + P14 + P17 + P18}{10}$$

$$L_m = \frac{39.75 + 37.65 + 104.9 + 49.84 + 65.53 + 67.71 + 194.3 + 75.64 + 29.25 + 12.14}{10}$$

$$L_m = 67.67 \text{ cd/m}^2$$

Este procedimiento matemático se utilizó para calcular las luminancias promedio de todas las superficies de la parte frontal, izquierda y derecha del local Sándwich Place. Por otro lado, el valor más alto entre los puntos de referencia de la superficie corresponde a luminancia máxima.

$$L_{max} = \max (P1 + P2 + P5 + P6 + P9 + P10 + P13 + P14 + P17 + P18)$$

$$L_{max} = 194.3 \text{ cd/m}^2$$

Parte frontal: la luminosidad media y máxima calculada para la fachada frontal se describen en la Tabla 14.

Tabla 14 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Sándwich Place.

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 67,671 | 194,3 |
| Medio | 20,258 | 47,36 |
| Inferior | 0,552 | 0,64 |

Fuente: autor

Parte izquierda: se determinaron los valores de luminancia media y máxima para las superficies que componen la parte izquierda de la fachada del local Sándwich Place utilizando el mismo procedimiento matemático descrito anteriormente (Tabla 15).

Tabla 15 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Sándwich Place.

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 35,683 | 94,6 |
| Medio | 11,56 | 29,42 |
| Inferior | 0,425 | 0,63 |

Fuente: autor

Parte derecha: la fachada derecha del local Sándwich Place se sometió al procedimiento de cálculo para determinar el valor promedio y máximo de luminancia de cada superficie, arrojando los resultados que se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Sándwich Place.

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 39,426 | 94,60 |
| Medio | 11,560 | 29,42 |
| Inferior | 0,467 | 0,63 |

Fuente: autor

4.1.5. Estimación de iluminancia

Estos datos se calculan a partir de los valores de luminancia de las Tablas 5, 6 y 7, con el fin de obtener y comparar los valores de iluminancia con los límites aceptables para locales comerciales. Además, se consideran las propiedades de la superficie basadas en el color y la textura asociadas a una reflectancia. Para una mejor comprensión, se detallan los cálculos realizados para el primer punto de las medidas de luminancia de la parte frontal del local Sándwich Place.

Datos

-Clase de superficie: Caoba - Reflectancia asociada: 0.12 - Luminancia de superficie: 39.75 cd/m².

$$E = L \frac{\pi}{\rho}$$

$$E = 39.75 \frac{\pi}{0.12}$$

$$E = 39.75 \frac{\pi}{0.12}$$

$$E = 1030 \text{ lux}$$

Iluminancia de parte frontal: se presentan los valores resultantes de la conversión de los valores de luminancia a iluminancia, para lo cual se empleó el procedimiento descrito anteriormente (Tabla 17).

Tabla 17 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 39,75 | Vidrio | 1 | 124,88 |
| superior | 37,65 | Vidrio | 1 | 118,28 |
| superior | 104,90 | Vidrio | 1 | 329,55 |
| superior | 49,84 | Vidrio | 1 | 156,58 |
| superior | 65,53 | Vidrio | 1 | 205,87 |
| superior | 67,71 | Vidrio | 1 | 212,72 |
| superior | 194,30 | Vidrio | 1 | 610,41 |
| superior | 75,64 | Vidrio | 1 | 237,63 |
| superior | 29,25 | Vidrio | 1 | 91,89 |
| superior | 12,14 | Vidrio | 1 | 38,14 |
| centro | 22,72 | Vidrio | 1 | 71,38 |
| centro | 4,14 | Vidrio | 1 | 13,01 |
| centro | 47,36 | Vidrio | 1 | 148,79 |
| centro | 21,07 | Vidrio | 1 | 66,19 |
| centro | 6,00 | Vidrio | 1 | 18,85 |
| inferior | 0,47 | Madera | 0,12 | 12,30 |
| inferior | 0,64 | Madera | 0,12 | 16,76 |
| inferior | 0,47 | Madera | 0,12 | 12,30 |
| inferior | 0,58 | Madera | 0,12 | 15,18 |
| inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,71 |

Fuente: autor

Parte izquierda: los valores de iluminancia se calcularon mediante el procedimiento matemático descrito en RETILAP [13], partiendo de los puntos de referencia medidos en la fachada lateral izquierda del local Sándwich Place, como se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 68,28 | Vidrio | 1 | 214,51 |
| superior | 66,87 | Vidrio | 1 | 210,08 |
| superior | 94,60 | Vidrio | 1 | 297,19 |
| superior | 20,03 | Vidrio | 1 | 62,93 |
| superior | 71,95 | Vidrio | 1 | 226,04 |
| superior | 4,43 | Vidrio | 1 | 13,92 |
| superior | 10,91 | Vidrio | 1 | 34,27 |
| superior | 13,30 | Vidrio | 1 | 41,78 |
| superior | 6,46 | Vidrio | 1 | 20,29 |
| centro | 29,42 | Vidrio | 1 | 92,43 |
| centro | 1,77 | Vidrio | 1 | 5,56 |
| centro | 3,49 | Vidrio | 1 | 10,96 |
| inferior | 0,17 | Madera | 0,12 | 4,45 |
| inferior | 0,63 | Madera | 0,12 | 16,49 |
| inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,71 |
| inferior | 0,30 | Madera | 0,12 | 7,85 |

Fuente: autor

Parte derecha: en la Tabla 19 se presentan los resultados de la conversión de los valores de luminancia (cd/m^2) a iluminancia (lux).

Tabla 19 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m^2 | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 38,56 | Vidrio | 1 | 121,14 |
| superior | 72,59 | Vidrio | 1 | 228,05 |
| superior | 302,30 | Vidrio | 1 | 949,70 |
| superior | 4,50 | Vidrio | 1 | 14,14 |
| superior | 73,52 | Vidrio | 1 | 230,97 |
| superior | 10,36 | Vidrio | 1 | 32,55 |
| centro | 36,25 | Vidrio | 1 | 113,88 |
| centro | 29,63 | Vidrio | 1 | 93,09 |
| centro | 45,15 | Vidrio | 1 | 141,84 |
| centro | 13,21 | Vidrio | 1 | 41,50 |
| centro | 3,40 | Vidrio | 1 | 10,68 |
| centro | 2,89 | Vidrio | 1 | 9,08 |
| centro | 15,29 | Vidrio | 1 | 48,03 |
| centro | 4,02 | Vidrio | 1 | 12,63 |
| centro | 7,71 | Vidrio | 1 | 24,22 |
| centro | 21,40 | Vidrio | 1 | 67,23 |
| centro | 13,90 | Vidrio | 1 | 43,67 |
| centro | 4,59 | Vidrio | 1 | 14,42 |
| inferior | 0,49 | Madera | 0,12 | 12,83 |
| inferior | 0,63 | Madera | 0,12 | 16,49 |
| inferior | 0,61 | Madera | 0,12 | 15,97 |
| inferior | 7,57 | Madera | 0,12 | 198,18 |
| inferior | 16,35 | Madera | 0,12 | 428,04 |
| inferior | 7,14 | Madera | 0,12 | 186,92 |

Fuente: autor

4.1.6. Resultados de luminancia

Basado en los resultados de los cálculos de luminancia media y máxima para el local Sándwich Place descritos con anterioridad en la sección 5.14, se procede a realizar la comparación con los rangos de luminancia admisibles que se describen en el Real Decreto español 1890 /2008. En este contexto, Sándwich Place se clasifica como zona E4, por ubicarse en un área urbana, por consiguiente, los rangos admisibles se presentan a continuación.

$$L_m = 25 \text{ cd}/\text{m}^2$$

$$L_{max} = 150 \text{ cd}/\text{m}^2$$

Las tablas que figuran a continuación proporcionan información sobre cómo analizar los resultados de iluminancia de todas las superficies que componen la fachada frontal y las fachadas laterales del local Sándwich Place. Las tablas incluyen una columna para la

comprobación del cumplimiento de la luminancia media y máxima respectivamente.

Parte frontal: al analizar las medidas, queda claro que la superficie inferior de la fachada frontal tiene niveles extremadamente bajos. Esto se debe a que no existe un accesorio de iluminación específico para llamar la atención sobre esta parte del local *Sándwich Place*. Por otro lado, debido a que la iluminación de la calle afecta directamente a la fachada del local, la superficie superior presenta una sobre iluminación. Por lo tanto, las superficies medias e inferiores cumplen con la luminancia media y máxima, mientras que, la superficie superior no da cumplimiento con ningún de las dos (Tabla 20).

Tabla 20 Cumplimiento de iluminación frontal del local *Sándwich Place*.

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L- media | Cumplimiento L- máx. |
|------------|---------------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| Superior | 67,67 | 194,30 | No Cumple | No Cumple |
| Medio | 20,26 | 47,36 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 0,55 | 0,64 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte izquierda: los resultados de luminancia media y máxima para la mayoría de las superficies de la fachada izquierda revelan que la iluminación es uniforme, aunque existe una excepción con la luminancia media de la superficie superior. Esto se debe a que existen fuentes luz operativas en los postes que alumbran la calle, las cuales contribuyen de forma indirecta a la iluminación de la fachada del local *Sándwich Place*. En cuanto a la luminancia media, las superficies media e inferior cumplen con la normativa, mientras que, la superficie superior no cumple. Asimismo, todas las superficies cumplen con la luminancia máxima (Tabla 21).

Tabla 21 Cumplimiento de iluminación izquierda del local *Sándwich Place*.

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L- media | Cumplimiento L-máx. |
|------------|---------------------------------------|--|--------------------------|------------------------|
| Superior | 35,68 | 94,60 | No Cumple | Cumple |
| Medio | 11,56 | 29,42 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 0,43 | 0,63 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte derecha: debido a la existencia de luminarias en los postes que alumbran la calzada, la superficie superior tiene altos valores de luminancia. Por el contrario, el área inferior describe una luminancia baja, lo cual es comprensible puesto que a nivel del piso debería existir una magnitud de luminancia nula (Tabla 22).

Tabla 22 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L- media | Cumplimiento de L- máx. |
|------------|---------------------------------------|--|--------------------------|----------------------------|
| Superior | 83,64 | 302,30 | No Cumple | No Cumple |
| Medio | 16,45 | 45,15 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 5,47 | 16,35 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

4.1.7. Resultados de iluminancia

La iluminación se calcula en función de la superficie a la que corresponde, teniendo en cuenta las características de cada región como la reflectancia y el tipo de acabado constructivo. Además, se tienen en cuenta los valores de iluminación obtenidos en cada zona seleccionada del local Sándwich Place.

En base a la iluminación encontrada en cada superficie, se puede realizar el análisis correspondiente para comparar los datos de las mediciones de campo contra los rangos establecidos por la norma “Retilap”, según el tipo de construcción y de la fachada correspondiente.

Parte frontal: los resultados de iluminación promedio y el nivel de iluminación para las superficies de la fachada frontal del local Sándwich Place se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Superior | 39,75 | Vidrio | 1 | 124,88 | Medianamente iluminado |
| Superior | 37,65 | Vidrio | 1 | 118,28 | Medianamente iluminado |
| Superior | 104,90 | Vidrio | 1 | 329,55 | Muy iluminado |
| Superior | 49,84 | Vidrio | 1 | 156,58 | Muy iluminado |
| Superior | 65,53 | Vidrio | 1 | 205,87 | Muy iluminado |
| Superior | 67,71 | Vidrio | 1 | 212,72 | Muy iluminado |
| Superior | 194,30 | Vidrio | 1 | 610,41 | Muy iluminado |
| Superior | 75,64 | Vidrio | 1 | 237,63 | Muy iluminado |
| Superior | 29,25 | Vidrio | 1 | 91,89 | Medianamente iluminado |
| Superior | 12,14 | Vidrio | 1 | 38,14 | Poco iluminado |
| Centro | 22,72 | Vidrio | 1 | 71,38 | Medianamente iluminado |
| Centro | 4,14 | Vidrio | 1 | 13,01 | Poco iluminado |
| Centro | 47,36 | Vidrio | 1 | 148,79 | Medianamente iluminado |
| Centro | 21,07 | Vidrio | 1 | 66,19 | Medianamente iluminado |
| Centro | 6,00 | Vidrio | 1 | 18,85 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,47 | Madera | 0,12 | 12,30 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,64 | Madera | 0,12 | 16,76 | Poco iluminado |

| | | | | | |
|----------|------|--------|------|-------|----------------|
| Inferior | 0,47 | Madera | 0,12 | 12,30 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,58 | Madera | 0,12 | 15,18 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,71 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte izquierda: la iluminancia promedio de cada superficie de esta fachada se calculó en base al estándar, y los resultados se describen en la Tabla 24.

Tabla 24 Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| Superior | 68,28 | Vidrio | 1 | 214,51 | Muy iluminado |
| Superior | 66,87 | Vidrio | 1 | 210,08 | Muy iluminado |
| Superior | 94,60 | Vidrio | 1 | 297,19 | Muy iluminado |
| Superior | 20,03 | Vidrio | 1 | 62,93 | Medianamente iluminado |
| Superior | 71,95 | Vidrio | 1 | 226,04 | Muy iluminado |
| Superior | 4,43 | Vidrio | 1 | 13,92 | Poco iluminado |
| Superior | 10,91 | Vidrio | 1 | 34,27 | Poco iluminado |
| Superior | 13,30 | Vidrio | 1 | 41,78 | Poco iluminado |
| Superior | 6,46 | Vidrio | 1 | 20,29 | Poco iluminado |
| Centro | 29,42 | Vidrio | 1 | 92,43 | Medianamente iluminado |
| Centro | 1,77 | Vidrio | 1 | 5,56 | Poco iluminado |
| Centro | 3,49 | Vidrio | 1 | 10,96 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,17 | Madera | 0,12 | 4,45 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,63 | Madera | 0,12 | 16,49 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,71 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,30 | Madera | 0,12 | 7,85 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte derecha: a continuación, se relacionan los valores medios de iluminancia obtenidos de las superficies de la fachada lateral derecha, así como el nivel de iluminación al que corresponde cada valor en base a un análisis mediante el Estándar "Retilap", presentados en la Tabla 25.

Tabla 25 Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Sándwich Place.

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 38,56 | Vidrio | 1 | 121,14 | Medianamente iluminado |
| superior | 72,59 | Vidrio | 1 | 228,05 | Muy iluminado |
| superior | 302,30 | Vidrio | 1 | 949,70 | Muy iluminado |
| superior | 4,50 | Vidrio | 1 | 14,14 | Poco iluminado |
| superior | 73,52 | Vidrio | 1 | 230,97 | Muy iluminado |
| superior | 10,36 | Vidrio | 1 | 32,55 | Poco iluminado |
| centro | 36,25 | Vidrio | 1 | 113,88 | Medianamente iluminado |
| centro | 29,63 | Vidrio | 1 | 93,09 | Medianamente iluminado |
| centro | 45,15 | Vidrio | 1 | 141,84 | Medianamente iluminado |
| centro | 13,21 | Vidrio | 1 | 41,50 | Poco iluminado |
| centro | 3,40 | Vidrio | 1 | 10,68 | Poco iluminado |
| centro | 2,89 | Vidrio | 1 | 9,08 | Poco iluminado |
| centro | 15,29 | Vidrio | 1 | 48,03 | Poco iluminado |
| centro | 4,02 | Vidrio | 1 | 12,63 | Poco iluminado |
| centro | 7,71 | Vidrio | 1 | 24,22 | Poco iluminado |
| centro | 21,40 | Vidrio | 1 | 67,23 | Medianamente iluminado |
| centro | 13,90 | Vidrio | 1 | 43,67 | Poco iluminado |
| centro | 4,59 | Vidrio | 1 | 14,42 | Poco iluminado |
| inferior | 0,49 | Madera | 0,12 | 12,83 | Poco iluminado |
| inferior | 0,63 | Madera | 0,12 | 16,49 | Poco iluminado |
| inferior | 0,61 | Madera | 0,12 | 15,97 | Poco iluminado |
| inferior | 7,57 | Madera | 0,12 | 198,18 | Medianamente iluminado |
| inferior | 16,35 | Madera | 0,12 | 428,04 | Muy iluminado |
| inferior | 7,14 | Madera | 0,12 | 186,92 | Medianamente iluminado |

Fuente: autor

4.1.8. Resultados de SQM

La cuantificación de las magnitudes fotométricas se realizó desde la 20:30 pm hasta las 4:10 del siguiente día (Tabla 26). Este horario se elige en base a que las consideraciones técnicas establecen que se debe recolectar la información 2 horas antes del atardecer y 2 horas antes del amanecer, para obtener datos de calidad. Además, se realiza un análisis desde las 20:30 pm hasta las 00:00 am donde permanecen encendidas las luminarias, y en el horario desde las 00:10 am hasta las 4:10 donde las luminarias se apagan (Tabla 27). De esta forma se determinará el grado de contaminación que implican las luminarias del local.

Tabla 26 Mediciones de calidad del cielo para local sándwich Place.

| | Día 1-2 | | Día 2-3 | | Día 3-4 | | Día 4 - 5 | | Día 5 - 6 | | Día 6-7 | |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² |
| Mínimo | 13,40 | 0,15 | 13,34 | 0,17 | 13,26 | 0,23 | 13,63 | 0,17 | 13,21 | 0,17 | 13,30 | 0,18 |
| Máximo | 14,66 | 0,47 | 14,51 | 0,50 | 14,20 | 0,54 | 14,48 | 0,38 | 14,51 | 0,56 | 14,42 | 0,52 |
| Promedio | 14,03 | 0,28 | 14,02 | 0,28 | 13,70 | 0,36 | 14,08 | 0,26 | 13,90 | 0,31 | 14,10 | 0,25 |
| Nivel de contaminación | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | |

Fuente: autor

Tabla 27 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local sándwich Place.

| | Con luminarias 20:30 pm - 00:00 am mag/arcsec ² | Sin luminarias 00:10 pm - 4:10 am mag/arcsec ² | Diferencia mag/arcsec ² |
|----------|--|---|---------------------------------------|
| Min | 11,85 | 13,51 | 1,66 |
| máx. | 14,58 | 14,66 | 0,08 |
| promedio | 13,92 | 14,05 | 0,13 |

Fuente: autor

De acuerdo con las mediciones promedio de calidad del cielo obtenidas en sándwich Place se demuestra que todas las magnitudes son inferiores a 15.4 mag/arcsec², por consiguiente, el nivel de contaminación según la Royal Astronomical Society (Real sociedad Astronómica) es de muy contaminado, ya que, la normativa establece que todas las mediciones que se encuentren en el rango inferior a 18.8 mag/arcsec² se asocia con el nivel más alto de contaminación [2].

Por otro lado, las magnitudes cuantificadas en el horario de 20:30 pm - 00:00 am son inferiores a las obtenidas en el horario de 00:10 pm - 4:10 am. Esto implica que las luminarias de sándwich Place contribuyen a la contaminación lumínica con 0.13 mag/arcsec².

4.2. Bogati heladería

4.2.1. Condición de la iluminación existente

En la calle Remigio Crespo Toral se sitúa la heladería Bogati. Las características de las luminarias instaladas en el espacio comercial se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28 Características técnicas de luminarias de local Bogati heladería.

| # | Clase de luminaria | Nivel de voltaje | Potencia | Lúmenes | Temperatura de luz |
|---|--------------------|------------------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Led Vintage | 112/220 IP20 | 7 W | 800 lm | 2200 K - luz cálida |

Fuente: autor

4.2.2. Elección de superficies

La fachada del sitio se distribuye en vistas frontales, centrales y laterales para que sea fácil de distinguir. Las superficies de cada vista se eligieron teniendo en cuenta las cualidades únicas que cada una poseía, como textura, color y acabado. Los puntos de referencia se eligen uniformemente en cada superficie para calcular la luminancia usando el instrumento de medición.

Parte frontal: en la fachada frontal se tomaron 12 medidas de acuerdo con la ubicación de los puntos de referencia (Figura 16).

Parte izquierda: empleando el medidor de luminancia en la fachada lateral izquierda y las ubicaciones de los puntos de referencia se tomaron 9 mediciones (Figura 17).

Parte derecha: se definieron un total de 12 superficies a lo largo de la fachada lateral derecha del local comercial Bogati (Figura 18).



Fig. 16 Perspectiva central de local Bogati heladería. (distancia de 7m).

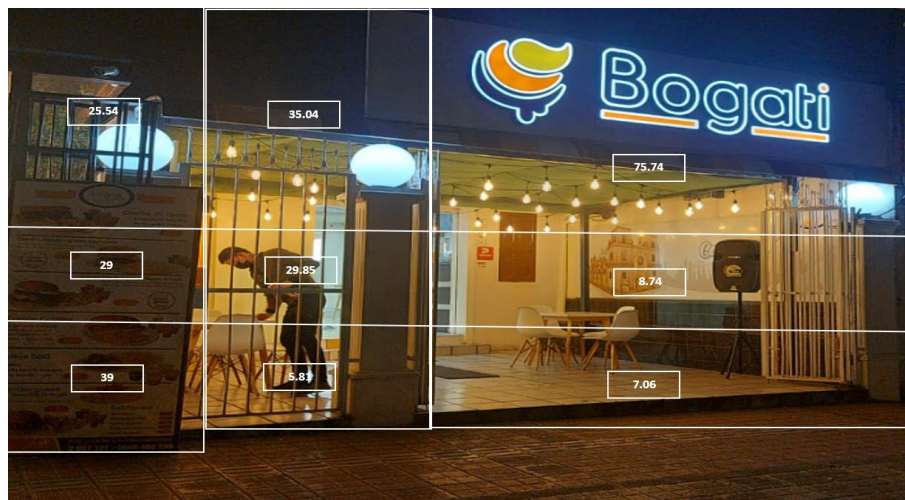


Fig. 17 Perspectiva del lado izquierdo de local Bogati heladería (distancia de 7m).

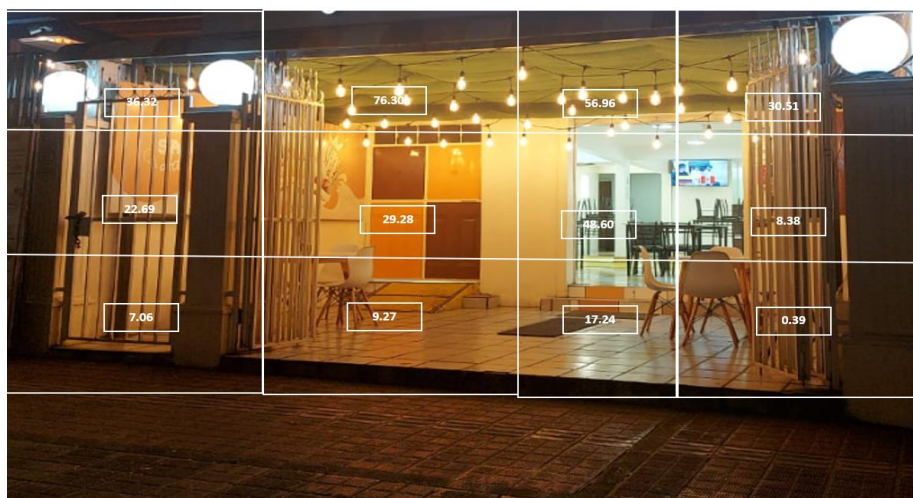


Fig. 18 Perspectiva lado derecho de local Bogati heladería (distancia de 7m).

4.2.3. Cuantificación de valores de luminancia

Parte frontal: de acuerdo con la ubicación de los puntos de referencia descritos anteriormente, se tomaron 12 mediciones en la fachada frontal (Tabla 29).

Tabla 29 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati Heladería, parte frontal.

| 7m centro | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 4,02 | 10 | 37,83 |
| | 4 | 19,24 | 7 | 21,78 |
| Medio | 2 | 14,92 | 11 | 30,18 |
| | 5 | 71,02 | 8 | 19,63 |
| Inferior | 3 | 7,66 | 12 | 5,47 |
| | 6 | 26,15 | 9 | 11,13 |

Fuente: autor

Parte izquierda: en base a las superficies seleccionadas con anterioridad se obtienen 9 puntos de medición (Tabla 30).

Tabla 30 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati Heladería, frente izquierdo.

| 7m izquierda | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|--------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 25,54 |
| | 4 | 35,04 |
| | 7 | 75,74 |
| Medio | 2 | 29 |
| | 5 | 29,85 |
| | 8 | 8,74 |
| Inferior | 3 | 39 |
| | 6 | 5,81 |
| | 9 | 7,06 |

Fuente: autor

Parte derecha: se realizaron 24 mediciones en los lugares correspondientes de cada superficie para recabar la información pertinente a la fachada lateral derecha (Tabla 31).

Tabla 31 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati Heladería, frente derecho.

| 7m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 36,32 |
| | 4 | 76,3 |
| | 7 | 56,96 |
| | 10 | 30,51 |
| Medio | 2 | 22,69 |
| | 5 | 29,28 |
| | 8 | 48,6 |
| | 11 | 8,38 |
| Inferior | 3 | 7,06 |
| | 6 | 9,27 |
| | 9 | 17,24 |
| | 12 | 0,39 |

Fuente: autor

4.2.4. Estimación de luminancia media y máxima.

Parte frontal: en la Tabla 32 se detalla la luminosidad media y máxima calculada de la fachada frontal.

Tabla 32 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Bogati Heladería

| | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Superior | 20,72 | 37,83 |
| Medio | 33,94 | 71,02 |
| Inferior | 12,60 | 26,15 |

Fuente: autor

Parte izquierda: se usó el mismo procedimiento matemático que el anterior local (Sándwich Place) para calcular los valores de luminancia media y máxima en las superficies que conforman el lado izquierdo del local Bogati Heladería (Tabla 33).

Tabla 33 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Bogati Heladería

| | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Superior | 34,08 | 75,74 |
| Medio | 22,53 | 29,85 |
| Inferior | 17,29 | 39 |

Fuente: autor

Parte derecha: para calcular los valores de luminancia promedio y máximo de cada superficie en la fachada derecha de Bogati Heladería, se utilizó un procedimiento de cálculo asociado al promedio y al elemento máximo (Tabla 34).

Tabla 34 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Bogati Heladería

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 50,02 | 76,30 |
| Medio | 27,24 | 48,60 |
| Inferior | 8,49 | 17,24 |

Fuente: autor

4.2.5. Estimación de iluminancia

La conversión de luminancia a iluminancia se lleva a cabo para comparar los valores de iluminancia con los establecidos por el estándar de manera adecuada. Las magnitudes de luminancia enumerados en las Tablas 32, 33 y 34 sirven como punto de partida. Además, deben tenerse en cuenta las características de las superficies y sus reflectancias individuales.

Iluminancia de parte frontal: la Tabla 35 muestra los valores obtenidos después de aplicar el procedimiento de conversión para transformar los valores de luminancia a iluminancia.

Tabla 35 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| superior | 4,02 | Mármol blanco | 0,45 | 28,06 |
| superior | 19,24 | Mármol blanco | 0,45 | 134,32 |
| superior | 21,78 | Mármol blanco | 0,45 | 152,05 |
| superior | 37,83 | Mármol blanco | 0,45 | 264,10 |
| centro | 14,92 | Mármol blanco | 0,45 | 104,16 |
| centro | 71,02 | Mármol blanco | 0,45 | 495,81 |
| centro | 19,63 | Mármol blanco | 0,45 | 137,04 |
| centro | 30,18 | Mármol blanco | 0,45 | 210,70 |
| inferior | 7,66 | Baldosa | 0,63 | 38,20 |
| inferior | 26,15 | Baldosa | 0,63 | 130,40 |
| inferior | 11,13 | Baldosa | 0,63 | 55,50 |
| inferior | 5,47 | Baldosa | 0,63 | 27,28 |

Fuente: autor

Parte izquierda: como se muestra en la Tabla 36, los valores de luminancia se determinaron a partir de los puntos de referencia medidos con el medidor de luminancia en la fachada del lado izquierdo de Bogati Heladería utilizando el procedimiento matemático descrito en RETILAP [13].

Tabla 36 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| superior | 25,54 | Mármol blanco | 0,45 | 178,3028364 |
| superior | 35,04 | Mármol blanco | 0,45 | 244,625348 |
| superior | 75,74 | Mármol blanco | 0,45 | 528,7649502 |
| centro | 29 | Mármol blanco | 0,45 | 202,4581932 |
| centro | 29,85 | Mármol blanco | 0,45 | 208,3923127 |
| centro | 8,74 | Mármol blanco | 0,45 | 61,01671065 |
| inferior | 39 | Baldosa | 0,63 | 194,4795452 |
| inferior | 5,81 | Baldosa | 0,63 | 28,97246558 |
| inferior | 7,06 | Baldosa | 0,63 | 35,20578434 |

Fuente: autor

Parte derecha: los resultados de convertir valores de luminancia (medidos en cd/m²) a iluminancia (expresados en lux) se muestran en la Tabla 37.

Tabla 37 Computo de iluminancia de la parte derecha del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 36,32 | Vidrio | 0,45 | 253,56 |
| superior | 76,30 | Vidrio | 0,45 | 532,67 |
| superior | 56,96 | Vidrio | 0,45 | 397,66 |
| superior | 30,51 | Vidrio | 0,45 | 213,00 |
| centro | 22,69 | Vidrio | 0,45 | 158,41 |
| centro | 29,28 | Vidrio | 0,45 | 204,41 |
| centro | 48,60 | Vidrio | 0,45 | 339,29 |
| centro | 8,38 | Vidrio | 0,45 | 58,50 |
| inferior | 7,06 | Madera | 0,63 | 35,21 |
| inferior | 9,27 | Madera | 0,63 | 46,23 |
| inferior | 17,24 | Madera | 0,63 | 85,97 |
| inferior | 0,39 | Madera | 0,63 | 1,94 |

Fuente: autor

4.2.6. Resultados de luminancia

Parte frontal: es evidente, a partir de las mediciones, que la superficie intermedia asociada a la luminancia media no cumple con el estándar, ya que posee un valor superior a los 25 cd/m². Esto se debe a la influencia de las fuentes de iluminación de la calzada, las cuales, contribuyen a la luminancia de Bogati heladería (Tabla 38).

Tabla 38 Cumplimiento de iluminancia frontal del local Bogati Heladería

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 20,72 | 37,83 | Cumple | Cumple |
| Medio | 33,94 | 71,02 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 12,60 | 26,15 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte izquierda: la mayoría de los resultados de luminancia media y máxima de las superficies de la fachada izquierda muestran que la iluminación es uniforme, con la excepción de la luminancia media de la superficie superior. Esto se debe al hecho de que los postes de alumbrado público contribuyen de forma parcial a la luminancia de la fachada izquierda. Las superficies medias y bajo cumplen con la luminancia promedio requerida, pero la superficie superior no. De manera similar, todas las superficies cumplen con la luminancia máxima (Tabla 39).

Tabla 39 Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Bogati Heladería

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 34,08 | 75,74 | No Cumple | Cumple |
| Medio | 22,53 | 29,85 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 17,29 | 39 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte derecha: la luminancia media de la parte superior y parte del medio describe una magnitud muy elevada, lo cual se atribuye a la contribución de las luminarias de alumbrado público a la iluminación de la fachada del local Bogati Heladería. Por otro lado, la luminancia media inferior presenta una magnitud muy baja, lo cual se asocia a la carencia de una luminaria focalizada (Tabla 40).

Tabla 40 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Bogati Heladería

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 50,0225 | 76,3 | No Cumple | Cumple |
| Medio | 27,2375 | 48,6 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 8,49 | 17,24 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

4.2.7. Resultados de iluminancia

Cada una de las superficies tiene un resultado de iluminancia promedio, que se utiliza para analizar la reflectancia de los acabados de construcción y determinar el nivel de iluminancia correspondiente.

Parte frontal: la siguiente tabla muestra los resultados de iluminación promedio para las superficies de la fachada frontal de Bogati Heladería, se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| Superior | 4,02 | Mármol blanco | 0,45 | 28,06 | Poco iluminado |
| Superior | 19,24 | Mármol blanco | 0,45 | 134,32 | Medianamente iluminado |
| Superior | 21,78 | Mármol blanco | 0,45 | 152,05 | Muy iluminado |
| Superior | 37,83 | Mármol blanco | 0,45 | 264,10 | Muy iluminado |
| Centro | 14,92 | Mármol blanco | 0,45 | 104,16 | Medianamente iluminado |
| Centro | 71,02 | Mármol blanco | 0,45 | 495,81 | Muy iluminado |
| Centro | 19,63 | Mármol blanco | 0,45 | 137,04 | Medianamente iluminado |
| Centro | 30,18 | Mármol blanco | 0,45 | 210,70 | Muy iluminado |
| Inferior | 7,66 | Baldosa | 0,63 | 38,20 | Poco iluminado |
| Inferior | 26,15 | Baldosa | 0,63 | 130,40 | Medianamente iluminado |
| Inferior | 11,13 | Baldosa | 0,63 | 55,50 | Poco iluminado |
| Inferior | 5,47 | Baldosa | 0,63 | 27,28 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte izquierda: a continuación, se describen los resultados del cálculo de la luminancia media de cada superficie de esta fachada utilizando el estándar, se muestran en la Tabla 42.

Tabla 42 Computo de los niveles de iluminancia izquierda del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| Superior | 25,54 | Mármol blanco | 0,45 | 178,30 | Muy iluminado |
| Superior | 35,04 | Mármol blanco | 0,45 | 244,63 | Muy iluminado |
| Superior | 75,74 | Mármol blanco | 0,45 | 528,76 | Muy iluminado |
| Centro | 29 | Mármol blanco | 0,45 | 202,46 | Muy iluminado |
| Centro | 29,85 | Mármol blanco | 0,45 | 208,39 | Muy iluminado |
| Centro | 8,74 | Mármol blanco | 0,45 | 61,02 | Poco iluminado |
| Inferior | 39 | Baldosa | 0,63 | 194,48 | Muy iluminado |
| Inferior | 5,81 | Baldosa | 0,63 | 28,97 | Poco iluminado |
| Inferior | 7,06 | Baldosa | 0,63 | 35,21 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte derecha: a continuación, se enumeran las medidas de iluminancia media tomadas de las superficies de la fachada lateral derecha, junto con el nivel de iluminancia al que se refiere cada medida en base a un análisis utilizando el estándar "Retilap", se muestran en la Tabla 43.

Tabla 43 Computo de los niveles de iluminancia derecha del local Bogati Heladería

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| superior | 36,32 | Vidrio | 0,45 | 253,56 | Muy iluminado |
| superior | 76,3 | Vidrio | 0,45 | 532,67 | Muy iluminado |
| superior | 56,96 | Vidrio | 0,45 | 397,66 | Muy iluminado |
| superior | 30,51 | Vidrio | 0,45 | 213,00 | Muy iluminado |
| centro | 22,69 | Vidrio | 0,45 | 158,41 | Muy iluminado |
| centro | 29,28 | Vidrio | 0,45 | 204,41 | Muy iluminado |
| centro | 48,6 | Vidrio | 0,45 | 339,29 | Muy iluminado |
| centro | 8,38 | Vidrio | 0,45 | 58,50 | Poco iluminado |
| inferior | 7,06 | Madera | 0,63 | 35,21 | Poco iluminado |
| inferior | 9,27 | Madera | 0,63 | 46,23 | Poco iluminado |
| inferior | 17,24 | Madera | 0,63 | 85,97 | Poco iluminado |
| inferior | 0,39 | Madera | 0,63 | 1,94 | Poco iluminado |

Fuente: autor

4.2.8. Resultados de SQM

Entre las 20:30 y las 4:10 del día siguiente se cuantificaron las magnitudes fotométricas (Tabla 44). Los requisitos técnicos requerían que la recopilación de datos se realizara dos horas antes de la puesta del sol y dos horas antes del amanecer, por lo que este programa se creó para adaptarse a esos requisitos. El mismo experimento se realiza entre las 8:30 p.m. y las 0:00 am con las luces encendidas, mientras que, entre las 0:10 am y las 4:10 am con las luces apagadas (Tabla 45). De esta forma se mide el volumen de contaminación

Tabla 44 Mediciones de calidad del cielo para local Bogati heladería

| | Día 1-2 | | Día 2-3 | | Día 3-4 | | Día 4 - 5 | | Día 5 - 6 | | Día 6-7 | |
|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² |
| Mínimo | 13,40 | 0,15 | 13,34 | 0,17 | 13,26 | 0,23 | 13,63 | 0,17 | 13,21 | 0,17 | 13,30 | 0,18 |
| Máximo | 14,66 | 0,47 | 14,51 | 0,50 | 14,20 | 0,54 | 14,48 | 0,38 | 14,51 | 0,56 | 14,42 | 0,52 |
| Promedio | 14,03 | 0,28 | 14,02 | 0,28 | 13,70 | 0,36 | 14,08 | 0,26 | 13,90 | 0,31 | 14,10 | 0,25 |
| Nivel de contaminación | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | |

Fuente: autor

Tabla 45 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local Bogati heladería

| | Con luminarias 20:30 pm - 00:00 am mag/arcsec ² | Sin luminarias 00:10 pm - 4:10 am mag/arcsec ² | Diferencia mag/arcsec ² |
|----------|--|---|---------------------------------------|
| Min | 11,85 | 13,51 | 1,66 |
| máx. | 14,58 | 14,66 | 0,08 |
| promedio | 13,92 | 14,05 | 0,13 |

Fuente: autor

Según las mediciones de la calidad promedio del cielo tomadas en la heladería Bogati, la Royal

Astronomical Society afirma que hay una cantidad significativa de contaminación en la atmósfera. Dado que la regla establece que el nivel de contaminación más alto corresponde a todas las mediciones por debajo de 18,8 mag/arcsec² [2]. Además, las magnitudes medidas entre las 20:30 y las 00:00 horas son menores que las medidas entre las 00:10 y las 4:10 am horas. Esto indica que las luminarias de la heladería Bogati aportan 0,13 mag/arcse² a la contaminación lumínica.

4.3. Doña Menestra

4.3.1. Condición de la iluminación existente

El local de Doña menestra está ubicado en el sector del estadio. Las especificaciones eléctricas de las luminarias instaladas en el área comercial se muestran en la Tabla 46.

Tabla 46 Características técnicas de luminarias de local Doña menestra

| # | Clase de luminaria | Nivel de voltaje | Potencia | Lúmenes | Temperatura de luz |
|---|--------------------|------------------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Led Vintage | 112/220 IP20 | 7 W | 725 lm | 2700 K - luz cálida |

Fuente: autor

4.3.2. Elección de superficies

La fachada del sitio está dividida en vistas frontal, central y lateral para una fácil distinción. Cada tipo de superficie se selecciona en función de sus propiedades únicas, como textura, color y acabado. Los puntos de referencia se seleccionan uniformemente en cada superficie para el cálculo de la luminancia mediante un instrumento de medición.

Parte frontal: se realizaron 12 mediciones en la fachada según la posición de los puntos de referencia (Figura 19).

Parte izquierda: utilizando el instrumento de medida en la fachada izquierda y la posición de los puntos de referencia, se realizaron 12 mediciones (Figura 20).

Parte derecha: a lo largo de la fachada derecha del restaurante Doña menestra se han identificado 12 superficies (Figura 21).



Fig. 19 Perspectiva central de local Doña menestra (distancia 22m)



Fig. 20 Perspectiva lado izquierdo de local Doña menestra (distancia 22m)



Fig. 21 Perspectiva del lado derecho de local Doña menestra (distancia 22m)

4.3.3. Cuantificación de valores de luminancia

Parte frontal: se realizaron 12 mediciones a lo largo de toda la fachada. Por lo tanto, los valores de luminancia medidos para cada superficie se muestran en la Tabla 47.

Tabla 47 Mediciones de luminancia cd/m² en Doña menestra, parte frontal

| 22m centro | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 5 | 2,6 | 9 | 10,2 |
| Medio | 6 | 4,05 | | |
| | 10 | 3,04 | | |
| Inferior | 1 | 19,48 | 8 | 32,21 |
| | 2 | 17,18 | 11 | 28,41 |
| | 3 | 49,01 | 12 | 81,62 |
| | 4 | 9,13 | 7 | 20,35 |

Fuente: autor

Parte izquierda: La Tabla 48 contiene valores obtenidos de 12 mediciones de luminancia cuantificadas en la vista frontal izquierda de Doña menestra.

Tabla 48 Mediciones de luminancia cd/m² en Doña menestra, frente izquierdo

| 9 | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 5 | 3,97 | 9 | 7,17 |
| Medio | 6 | 4,98 | 10 | 7,3 |
| Inferior | 1 | 33,88 | 11 | 87,88 |
| | 2 | 28,58 | 12 | 14,08 |
| | 3 | 9,72 | 7 | 18,71 |
| | 4 | 12,02 | 8 | 35,14 |

Fuente: autor

Parte derecha: para obtener datos relevantes para esta fachada, se realizaron 12 mediciones en los puntos apropiados de cada superficie (Tabla 49).

Tabla 49 Mediciones de luminancia cd/m² en Doña menestra, frente derecho

| 22m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 5 | 2,18 | 9 | 3,03 |
| Medio | 6 | 2,88 | 10 | 3,79 |
| Inferior | 1 | 15,84 | 11 | 17,93 |
| | 2 | 10,22 | 12 | 17,77 |
| | 3 | 14,53 | 7 | 25,06 |
| | 4 | 11,46 | 8 | 23,3 |

Fuente: autor

4.3.4. Estimación de luminancia media y máxima

Parte frontal: los brillos medios y máximos calculados para la superficie se muestran en la Tabla 50.

Tabla 50 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Doña menestra

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 6,40 | 10,20 |
| Medio | 3,55 | 4,05 |
| Inferior | 32,17 | 81,62 |

Fuente: autor

Parte izquierda: en la Tabla 51 se presentan los valores de luminancia promedio y máximo de las superficies que conforman el lado izquierdo de Doña menestra.

Tabla 51 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Doña menestra

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 5,57 | 7,17 |
| Medio | 6,14 | 7,30 |
| Inferior | 30,00 | 87,88 |

Fuente: autor

Parte derecha: a la fachada derecha de Doña menestra se le aplicó un procedimiento de cálculo para determinar los valores de brillo promedio y máximo de cada superficie, dando como resultado los resultados que se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Doña menestra

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 2,61 | 3,03 |
| Medio | 3,34 | 3,79 |
| Inferior | 17,01 | 25,06 |

Fuente: autor

4.3.5. Estimación de iluminancia

Iluminancia de parte frontal: la Tabla 53 presenta los valores obtenidos de la conversión de luminancia al valor de iluminancia.

Tabla 53 Compuo de iluminancia de la parte frontal del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 2,60 | Nogal | 0,16 | 51,05 |
| superior | 10,20 | Nogal | 0,16 | 200,28 |
| centro | 4,05 | Cemento | 0,27 | 47,12 |
| centro | 3,04 | Cemento | 0,27 | 35,37 |
| inferior | 19,48 | Baldosa | 0,63 | 97,14 |
| inferior | 17,18 | Baldosa | 0,63 | 85,67 |
| inferior | 49,01 | Baldosa | 0,63 | 244,40 |
| inferior | 9,13 | Baldosa | 0,63 | 45,53 |
| inferior | 20,35 | Baldosa | 0,63 | 101,48 |
| inferior | 32,21 | Baldosa | 0,63 | 160,62 |
| inferior | 28,41 | Baldosa | 0,63 | 141,67 |
| inferior | 81,62 | Baldosa | 0,63 | 407,01 |

Fuente: autor

Parte izquierda: como se muestra en la Tabla 54, los valores de iluminancia se calcularon a partir de puntos de referencia medidos con un luminancímetro en el frente izquierdo de Doña menestra.

Tabla 54 Compuo de iluminancia de la parte izquierda del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 3,97 | Nogal | 0,16 | 77,95 |
| superior | 7,17 | Nogal | 0,16 | 140,78 |
| centro | 4,98 | Cemento | 0,27 | 57,94 |
| centro | 7,3 | Cemento | 0,27 | 84,94 |
| inferior | 33,88 | Baldosa | 0,63 | 168,95 |
| inferior | 28,58 | Baldosa | 0,63 | 142,52 |
| inferior | 9,72 | Baldosa | 0,63 | 48,47 |
| inferior | 12,02 | Baldosa | 0,63 | 59,94 |
| inferior | 18,71 | Baldosa | 0,63 | 93,30 |
| inferior | 35,14 | Baldosa | 0,63 | 175,23 |
| inferior | 87,88 | Baldosa | 0,63 | 438,23 |
| inferior | 14,08 | Baldosa | 0,63 | 70,21 |

Fuente: autor

Parte derecha: la Tabla 55 muestra los resultados de convertir los valores de iluminancia (cd/m²) a iluminancia (lux).

Tabla 55 Computo de iluminancia de la parte izquierda del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 2,18 | Nogal | 0,16 | 42,80 |
| superior | 3,03 | Nogal | 0,16 | 59,49 |
| centro | 2,88 | Cemento | 0,27 | 33,51 |
| centro | 3,79 | Cemento | 0,27 | 44,10 |
| inferior | 15,84 | Baldosa | 0,63 | 78,99 |
| inferior | 10,22 | Baldosa | 0,63 | 50,96 |
| inferior | 14,53 | Baldosa | 0,63 | 72,46 |
| inferior | 11,46 | Baldosa | 0,63 | 57,15 |
| inferior | 25,06 | Baldosa | 0,63 | 124,97 |
| inferior | 23,3 | Baldosa | 0,63 | 116,19 |
| inferior | 17,93 | Baldosa | 0,63 | 89,41 |
| inferior | 17,77 | Baldosa | 0,63 | 88,61 |

Fuente: autor

4.3.6. Resultados de luminancia

Parte frontal: los resultados de la luminancia muestran que existe una sobre iluminación en la parte inferior de la parte frontal de local Doña menestra. Esto se debe a que, en la entrada a local existe un número considerable de luminarias que alumbran el sitio. Por otro lado, la parte superior describe una luminancia baja, lo cual se debe a que el letrero que dispone el local no es luminoso, se muestran en la Tabla 56.

Tabla 56 Cumplimiento de iluminancia frontal del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento L-máx. |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Superior | 6,40 | 10,20 | Cumple | Cumple |
| Medio | 3,55 | 4,05 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 32,17 | 81,62 | No Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte izquierda: según las mediciones obtenidas es evidente que la prevalencia de una sobre iluminación en la parte inferior es consistente. Esto se debe a que existen algunas luminarias instaladas en la parte izquierda de la entrada al local. Por otro lado, en la parte superior se tiene una luminancia baja debido a la carencia de un letrero luminoso, se muestran en la Tabla 57.

Tabla 57 Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento L-máx. |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Superior | 5,57 | 7,17 | Cumple | Cumple |
| Medio | 6,14 | 7,30 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 30,00 | 87,88 | No Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte derecha: la prevalencia de una luminancia elevada persiste en el lado derecho del local, sin embargo, cumple con los límites establecidos por la normativa. Asimismo, la parte superior se mantiene con un nivel bajo de luminancia se muestran en la Tabla 58.

Tabla 58 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 2,61 | 3,03 | Cumple | Cumple |
| Medio | 3,34 | 3,79 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 17,01 | 25,06 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

4.3.7. Resultados de iluminancia

Cada superficie tiene una puntuación de iluminación promedio, que se utiliza para analizar la reflectividad del acabado del edificio y determinar el nivel de iluminación correspondiente.

Parte frontal: el efecto de iluminancia promedio y el nivel de iluminancia del área frontal de Doña menestra se muestran en la siguiente tabla, se muestran en la Tabla 59.

Tabla 59 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 2,60 | Nogal | 0,16 | 51,05 | Poco iluminado |
| superior | 10,20 | Nogal | 0,16 | 200,28 | Muy iluminado |
| Centro | 4,05 | Cemento | 0,27 | 47,12 | Poco iluminado |
| Centro | 3,04 | Cemento | 0,27 | 35,37 | Poco iluminado |
| inferior | 19,48 | Baldosa | 0,63 | 97,14 | Poco iluminado |
| inferior | 17,18 | Baldosa | 0,63 | 85,67 | Poco iluminado |
| inferior | 49,01 | Baldosa | 0,63 | 244,40 | Muy iluminado |
| inferior | 9,13 | Baldosa | 0,63 | 45,53 | Poco iluminado |
| inferior | 20,35 | Baldosa | 0,63 | 101,48 | Medianamente iluminado |
| inferior | 32,21 | Baldosa | 0,63 | 160,62 | Muy iluminado |
| inferior | 28,41 | Baldosa | 0,63 | 141,67 | Medianamente iluminado |
| inferior | 81,62 | Baldosa | 0,63 | 407,01 | Muy iluminado |

Fuente: autor

Parte izquierda: la iluminación promedio para cada lado de la fachada se calcula de acuerdo con el estándar, los resultados se muestran en la Tabla 60.

Tabla 60 Compuo de los niveles de iluminancia izquierda del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 3,97 | Nogal | 0,16 | 77,95 | Poco iluminado |
| superior | 7,17 | Nogal | 0,16 | 140,78 | Poco iluminado |
| centro | 4,98 | Cemento | 0,27 | 57,94 | Poco iluminado |
| centro | 7,30 | Cemento | 0,27 | 84,94 | Poco iluminado |
| inferior | 33,88 | Baldosa | 0,63 | 168,95 | Muy iluminado |
| inferior | 28,58 | Baldosa | 0,63 | 142,52 | Medianamente iluminado |
| inferior | 9,72 | Baldosa | 0,63 | 48,47 | Poco iluminado |
| inferior | 12,02 | Baldosa | 0,63 | 59,94 | Poco iluminado |
| inferior | 18,71 | Baldosa | 0,63 | 93,30 | Poco iluminado |
| inferior | 35,14 | Baldosa | 0,63 | 175,23 | Muy iluminado |
| inferior | 87,88 | Baldosa | 0,63 | 438,23 | Muy iluminado |
| inferior | 14,08 | Baldosa | 0,63 | 70,21 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte derecha: A continuación, se muestran los valores medios de iluminancia obtenidos de la superficie de fachada derecha y el nivel de iluminancia de cada valor según el análisis realizado con el estándar “Retilap”, se muestran en la Tabla 61.

Tabla 61 Compuo de los niveles de iluminancia derecha del local Doña menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 2,18 | Nogal | 0,16 | 42,80 | Poco iluminado |
| superior | 3,03 | Nogal | 0,16 | 59,49 | Poco iluminado |
| centro | 2,88 | Cemento | 0,27 | 33,51 | Poco iluminado |
| centro | 3,79 | Cemento | 0,27 | 44,10 | Poco iluminado |
| inferior | 15,84 | Baldosa | 0,63 | 78,99 | Poco iluminado |
| inferior | 10,22 | Baldosa | 0,63 | 50,96 | Poco iluminado |
| inferior | 14,53 | Baldosa | 0,63 | 72,46 | Poco iluminado |
| inferior | 11,46 | Baldosa | 0,63 | 57,15 | Poco iluminado |
| inferior | 25,06 | Baldosa | 0,63 | 124,97 | Medianamente iluminado |
| inferior | 23,3 | Baldosa | 0,63 | 116,19 | Medianamente iluminado |
| inferior | 17,93 | Baldosa | 0,63 | 89,41 | Poco iluminado |
| inferior | 17,77 | Baldosa | 0,63 | 88,61 | Poco iluminado |

Fuente: autor

4.3.8. Resultados de SQM

La cuantificación las magnitudes fotométricas se realizó desde las 20:30 hasta las 4:10 del día siguiente (Tabla 62). Se eligió este momento debido a consideraciones técnicas, las cuales establecen que, la recopilación de datos debe realizarse 2 horas antes de la puesta del sol y 2 horas antes de la salida del sol para obtener resultados de alta calidad. Además, se hizo una comparación entre las horas en que los dispositivos estaban apagados, de 00:10 a 4:10, y las horas en que aún estaban encendidos, de 20:30 a 00:00 (Tabla 63). De esta forma, sabrás el

grado de contaminación que representa las luminarias de Doña menestra.

Tabla 62 Mediciones de calidad del cielo para local Doña Menestra

| | Día 1-2 | | Día 2-3 | | Día 3-4 | | Día 4 - 5 | | Día 5 - 6 | | Día 6-7 | |
|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² | mag/arcsec ² | cd/m ² |
| Mínimo | 12,75 | 0,10 | 12,92 | 0,10 | 13,26 | 0,06 | 12,87 | 0,10 | 13,11 | 0,13 | 13,39 | 0,05 |
| Máximo | 15,05 | 0,86 | 15,12 | 0,73 | 15,71 | 0,54 | 15,04 | 0,77 | 14,77 | 0,62 | 15,75 | 0,48 |
| Promedio | 13,92 | 0,34 | 13,98 | 0,33 | 14,64 | 0,20 | 14,01 | 0,30 | 13,92 | 0,32 | 14,97 | 0,14 |
| Nivel de contaminación | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | |

Fuente: autor

Tabla 63 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas

| | Con luminarias 20:30 pm - 00:00 am mag/arcsec ² | Sin luminarias 00:10 pm - 4:10 am mag/arcsec ² | Diferencia mag/arcsec ² |
|----------|--|---|---------------------------------------|
| Min | 12,5 | 13,56 | 1.06 |
| máx. | 14,38 | 15,05 | 0.67 |
| promedio | 13,50 | 14,33 | 0.82 |

Fuente: autor

La lectura promedio del cielo tomada en Dona Menestra muestra que la magnitud general es inferior a 15,4 mag/arcsec², por lo que el nivel de contaminación está asociado con un alto nivel de contaminación, según la Royal Astronomical Society [2]. Por otro lado, la frecuencia calculada entre las 20:30 y las 00:00 horas fue menor que la frecuencia obtenida entre las 00:10 y las 04:10 horas. Esto significa que las luces de Dona Menestra proporcionan una contaminación lumínica de 1,06 mag/arcsec².

4.4 Simeone Beer Garden

4.4.1. Condición de la iluminación existente

En la avenida Francisco Moscoso se encuentra el restaurante Simeone Beer Garden. La situación eléctrica de las luminarias en el local comercial se muestra en la Tabla 64.

Tabla 64 Características técnicas de luminarias de local Simeone Beer Garden.

| # | Clase de luminaria | Nivel de voltaje | Potencia | Lúmenes | Temperatura de luz |
|---|--------------------|------------------|----------|---------|---------------------|
| 1 | Led Vintage | 112/220 IP20 | 7 W | 725 lm | 2700 K - luz cálida |

Fuente: autor

4.4.2. Elección de superficies

Para mayor comodidad, la fachada del sitio se divide en vistas frontal, central y lateral. Cada

tipo de superficie se elige en función de sus distintas cualidades, como textura, color y acabado. Los puntos de referencia se eligen uniformemente en cada superficie para la medición de la luminancia.

Parte frontal: según la ubicación de los puntos de referencia, se tomaron 20 medidas en la fachada (Figura 22).

Parte izquierda: se tomaron 12 medidas (Figura 23), utilizando el aparato de medición de la fachada izquierda y la ubicación de los puntos de referencia.

Parte derecha: se han localizado 7 superficies a lo largo de la fachada derecha del restaurante Simeone Beer Garden (Figura 24).



Fig. 22 Perspectiva lado central de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m)



Fig. 23 Perspectiva lado izquierdo de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m)

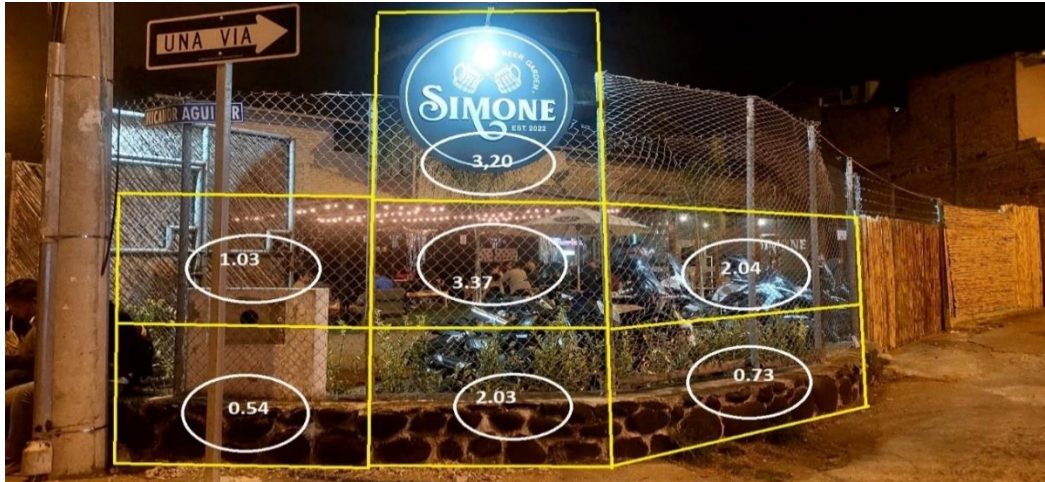


Fig. 24 Perspectiva lado derecho de local Simeone Beer Garden (distancia de 3m).

4.4.3. Cuantificación de valores de luminancia

Parte frontal: se tomaron doce medidas a lo largo de la fachada. Por lo tanto, los valores de luminancia medidos para cada superficie se muestran en la Tabla 65.

Tabla 65 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Simeone Beer Garden, parte frontal

| 3m centro | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 4,8 | 17 | 2,37 |
| | 5 | 11,92 | 9 | 1,39 |
| | | | 13 | 1,82 |
| Medio | 2 | 2,79 | 11 | 24,21 |
| | 3 | 1,89 | 14 | 3,14 |
| | 6 | 1,95 | 15 | 25,1 |
| | 7 | 1,72 | 18 | 25,15 |
| | 10 | 1,54 | 19 | 1,8 |
| Inferior | 4 | 4,3 | 16 | 0,95 |
| | 8 | 1,39 | 20 | 2,51 |
| | 12 | 0,71 | | |

Fuente: autor

Parte izquierda: los valores de 12 mediciones de luminancia que se cuantificaron en la vista frontal izquierda Simeone Beer Garden se muestran en la Tabla 66.

Tabla 66 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Simeone Beer Garden, frente izquierdo

| 3m izquierda | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|--------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 7 | 0,34 | 10 | 1,81 |
| Medio | 1 | 55,15 | 8 | 1,66 |
| | 3 | 27,03 | 11 | 0,99 |

| | | | | |
|----------|---|------|----|------|
| | 5 | 2,15 | | |
| Inferior | 2 | 1,91 | 9 | 2,86 |
| | 4 | 1,67 | 12 | 3,61 |
| | 6 | 2,29 | | |

Fuente: autor

Parte derecha: se realizaron 7 mediciones en lugares apropiados de cada superficie con el fin de recopilar información pertinente para esta fachada (Tabla 67).

Tabla 67 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Simeone Beer Garden, frente derecho

| 3m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|
| Superior | 3 | 3,2 |
| Medio | 1 | 1,03 |
| | 4 | 3,37 |
| | 6 | 2,04 |
| Inferior | 2 | 0,54 |
| | 5 | 2,03 |
| | 7 | 0,73 |

Fuente: autor

4.4.4. Estimación de luminancia media y máxima

Parte frontal: la Tabla 68 muestra la luminancia promedio y máximo medido de esta superficie.

Tabla 68 Cálculo de luminancia de la parte frontal del local Simeone Beer Garden

| Frontal | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Superior | 4,46 | 11,92 |
| Medio | 8,93 | 25,15 |
| Inferior | 1,97 | 4,30 |

Fuente: autor

Parte izquierda: los valores de luminancia media y máxima de las superficies que componen el lado izquierdo de Simeone Beer Garden se muestran en la Tabla 69.

Tabla 69 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte izquierda del local Simeone Beer Garden

| Izquierda | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Superior | 84,60 | 170 |
| Medio | 37,94 | 101 |
| Inferior | 2,01 | 5,21 |

Fuente: autor

Parte derecha: para determinar los valores de luminancia promedio y máximo de cada superficie en la fachada derecha de Simeone Beer Garden, se utilizó un procedimiento de cálculo, cuyos resultados se muestran en la Tabla 70.

Tabla 70 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte derecha del local Simeone Beer Garden

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 48,35 | 87,57 |
| Medio | 28,47 | 55,81 |
| Inferior | 0,86 | 1,04 |

Fuente: autor

4.4.5. Estimación de iluminancia

Iluminancia de parte frontal: los valores obtenidos después de una conversión de valor de luminancia a iluminancia se muestran en la Tabla 71.

Tabla 71 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 4,80 | Grava | 0,13 | 116,00 |
| superior | 11,92 | Grava | 0,13 | 288,06 |
| superior | 1,39 | Grava | 0,13 | 33,59 |
| superior | 1,82 | Grava | 0,13 | 43,98 |
| superior | 2,37 | Grava | 0,13 | 57,27 |
| centro | 2,79 | Grava | 0,13 | 67,42 |
| centro | 1,89 | Grava | 0,13 | 45,67 |
| centro | 1,95 | Grava | 0,13 | 47,12 |
| centro | 1,72 | Grava | 0,13 | 41,57 |
| centro | 1,54 | Grava | 0,13 | 37,22 |
| centro | 24,21 | Grava | 0,13 | 585,06 |
| centro | 3,14 | Grava | 0,13 | 75,88 |
| centro | 25,10 | Grava | 0,13 | 606,57 |
| centro | 25,15 | Grava | 0,13 | 607,78 |
| centro | 1,80 | Grava | 0,13 | 43,50 |
| inferior | 4,30 | Grava | 0,13 | 103,91 |
| inferior | 1,39 | Grava | 0,13 | 33,59 |
| inferior | 0,71 | Grava | 0,13 | 17,16 |
| inferior | 0,95 | Grava | 0,13 | 22,96 |
| inferior | 2,51 | Grava | 0,13 | 60,66 |

Fuente: autor

Parte izquierda: los valores de iluminancia se determinaron a partir de puntos de referencia medidos con un medidor de luminancia en el frente izquierdo de Simeone Beer Garden (Tabla 72).

Tabla 72 Compuo de iluminancia de la parte izquierda del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 0,34 | Grava | 0,13 | 8,22 |
| superior | 1,81 | Grava | 0,13 | 43,74 |
| centro | 55,15 | Grava | 0,13 | 1332,76 |
| centro | 27,03 | Grava | 0,13 | 653,21 |
| centro | 2,15 | Grava | 0,13 | 51,96 |
| centro | 1,66 | Grava | 0,13 | 40,12 |
| centro | 0,99 | Grava | 0,13 | 23,92 |
| inferior | 1,91 | Grava | 0,13 | 46,16 |
| inferior | 1,67 | Grava | 0,13 | 40,36 |
| inferior | 2,29 | Grava | 0,13 | 55,34 |
| inferior | 2,86 | Grava | 0,13 | 69,12 |
| inferior | 3,61 | Grava | 0,13 | 87,24 |

Fuente: autor

Parte derecha: la Tabla 73 muestra la conversión de luminancia (cd/m²) a iluminancia (lux).

Tabla 73 Compuo de iluminancia de la parte derecha del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 43,41 | Grava | 0,13 | 77,33 |
| centro | 1,03 | Grava | 0,13 | 24,89 |
| centro | 3,37 | Grava | 0,13 | 81,44 |
| centro | 2,04 | Grava | 0,13 | 49,30 |
| inferior | 0,54 | Grava | 0,13 | 13,05 |
| inferior | 2,03 | Grava | 0,13 | 49,06 |
| inferior | 0,73 | Grava | 0,13 | 17,64 |

Fuente: autor

4.4.6. Resultados de luminancia

Parte frontal: en base a los valores obtenidos se evidencia que la luminancia máxima media presenta un valor elevado (Tabla 74), lo cual se debe a la influencia de las luminarias que pertenecen a la calzada. De manera general los valores de luminancia son bajos, esto se debe a que la superficie que refleja la luz en primera instancia es el aire, y luego es la grava.

Tabla 74 Cumplimiento de luminancia frontal del local Simeone Beer Garden

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 4,46 | 11,92 | Cumple | Cumple |
| Medio | 8,93 | 25,15 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 1,97 | 4,30 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte izquierda: en base a los resultados obtenidos se comprueba la prevalencia de una luminancia elevada en la parte media, la cual se asocia a la iluminación de la calzada. Asimismo, la luminancia de forma general permanece baja, debido a que la superficie de reflexión es el

aire (Tabla 75).

Tabla 75 Cumplimiento de iluminancia izquierda del local Simeone Beer Garden

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 0,43 | 1,81 | Cumple | Cumple |
| Medio | 17,40 | 55,15 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 2,47 | 3,61 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

Parte derecha: Los resultados muestran que la luminancia en todas las superficies permanece uniforme, con una magnitud baja. Por consiguiente, todos los valores cumplen con la normativa (Tabla 76).

Tabla 76 Cumplimiento de iluminancia derecha del local Simeone Beer Garden

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 3,20 | 3,20 | Cumple | Cumple |
| Medio | 2,15 | 3,37 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 1,10 | 2,03 | Cumple | Cumple |

Fuente: autor

4.4.7. Resultados de iluminancia

Cada superficie tiene una puntuación de iluminación promedio, que se utiliza para evaluar la reflectividad del acabado del edificio y establecer el nivel de iluminación correspondiente.

Parte frontal: El efecto de la luminancia e iluminación promedio del área frente a Simeone Beer Garden se muestra se muestran en la Tabla 77.

Tabla 77 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| Superior | 4,80 | Grava | 0,13 | 116,00 | Poco iluminado |
| Superior | 11,92 | Grava | 0,13 | 288,06 | Muy iluminado |
| Superior | 1,39 | Grava | 0,13 | 33,59 | Poco iluminado |
| Superior | 1,82 | Grava | 0,13 | 43,98 | Poco iluminado |
| Superior | 2,37 | Grava | 0,13 | 57,27 | Poco iluminado |
| Centro | 2,79 | Grava | 0,13 | 67,42 | Poco iluminado |
| Centro | 1,89 | Grava | 0,13 | 45,67 | Poco iluminado |
| Centro | 1,95 | Grava | 0,13 | 47,12 | Poco iluminado |
| Centro | 1,72 | Grava | 0,13 | 41,57 | Poco iluminado |
| Centro | 1,54 | Grava | 0,13 | 37,22 | Poco iluminado |
| Centro | 24,21 | Grava | 0,13 | 585,06 | Muy iluminado |
| Centro | 3,14 | Grava | 0,13 | 75,88 | Poco iluminado |
| Centro | 25,10 | Grava | 0,13 | 606,57 | Muy iluminado |
| Centro | 25,15 | Grava | 0,13 | 607,78 | Muy iluminado |
| Centro | 1,80 | Grava | 0,13 | 43,50 | Poco iluminado |
| Inferior | 4,30 | Grava | 0,13 | 103,91 | Poco iluminado |

| | | | | | |
|----------|------|-------|------|-------|----------------|
| Inferior | 1,39 | Grava | 0,13 | 33,59 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,71 | Grava | 0,13 | 17,16 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,95 | Grava | 0,13 | 22,96 | Poco iluminado |
| Inferior | 2,51 | Grava | 0,13 | 60,66 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte izquierda: se calcula la iluminancia media para cada cara de la fachada según la norma y los resultados se muestran en la Tabla 78.

Tabla 78 Compuo de los niveles de iluminancia izquierda del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| Superior | 0,34 | Grava | 0,13 | 8,22 | Poco iluminado |
| Superior | 1,81 | Grava | 0,13 | 43,74 | Poco iluminado |
| Centro | 55,15 | Grava | 0,13 | 1332,76 | Muy iluminado |
| Centro | 27,03 | Grava | 0,13 | 653,21 | Muy iluminado |
| Centro | 2,15 | Grava | 0,13 | 51,96 | Poco iluminado |
| Centro | 1,66 | Grava | 0,13 | 40,12 | Poco iluminado |
| Centro | 0,99 | Grava | 0,13 | 23,92 | Poco iluminado |
| Inferior | 1,91 | Grava | 0,13 | 46,16 | Poco iluminado |
| Inferior | 1,67 | Grava | 0,13 | 40,36 | Poco iluminado |
| Inferior | 2,29 | Grava | 0,13 | 55,34 | Poco iluminado |
| Inferior | 2,86 | Grava | 0,13 | 69,12 | Poco iluminado |
| Inferior | 3,61 | Grava | 0,13 | 87,24 | Poco iluminado |

Fuente: autor

Parte derecha: A continuación, se muestra el valor medio de iluminancia obtenido para la superficie derecha según el análisis realizado con la tabla "Retilap" y el nivel de iluminancia de cada valor, se muestran en la Tabla 79.

Tabla 79 Compuo de los niveles de iluminancia derecha del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| Superior | 3,20 | Grava | 0,13 | 77,33 | Poco iluminado |
| Centro | 1,03 | Grava | 0,13 | 24,89 | Poco iluminado |
| Centro | 3,37 | Grava | 0,13 | 81,44 | Poco iluminado |
| Centro | 2,04 | Grava | 0,13 | 49,30 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,54 | Grava | 0,13 | 13,05 | Poco iluminado |
| Inferior | 2,03 | Grava | 0,13 | 49,06 | Poco iluminado |
| Inferior | 0,73 | Grava | 0,13 | 17,64 | Poco iluminado |

Fuente: autor

4.4.8. Resultados de SQM

La cuantificación de las magnitudes fotométricas se llevó a cabo desde las 20:30 hasta las 4:10 del día siguiente (Tabla 80). Este horario se determinó porque, por cuestiones técnicas, la toma de datos debe realizarse dos horas antes del anochecer y dos horas antes del amanecer. Además, el estudio se realiza entre las 20:30 pm y las 00:00 am con las luces encendidas y entre las 00:10

am y las 4:10 am con las luces apagadas (Tabla 81). De este modo, se evaluará el nivel de contaminación provocado por las luminarias del local.

Tabla 80 Mediciones de calidad del cielo para local Simeone Beer Garden

| | Día 1-2 | | Día 2-3 | | Día 3-4 | | Día 4 - 5 | | Día 5 - 6 | |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² | mag/ arcsec ² | cd/m ² |
| Mínimo | 14,23 | 0,04 | 13,54 | 0,20 | 13,20 | 0,11 | 13,59 | 0,13 | 10,00 | 3,09 |
| Máximo | 15,99 | 0,22 | 14,33 | 0,41 | 15,03 | 0,57 | 14,81 | 0,40 | 11,36 | 10,80 |
| Promedio | 15,31 | 0,09 | 13,95 | 0,29 | 14,10 | 0,26 | 14,00 | 0,28 | 10,48 | 8,00 |
| Nivel de contaminación | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | | Muy contaminado | |

Fuente: autor

Tabla 81 Mediciones de calidad del cielo con luminarias encendidas y sin luminarias encendidas, local Simeone Beer Garden

| | Con luminarias 20:30 pm - 00:00 am mag/arcsec ² | Sin luminarias 00:10 pm - 4:10 am mag/arcsec ² | Diferencia mag/arcsec ² |
|----------|--|---|---------------------------------------|
| min | 11,52 | 14,23 | 2,71 |
| máx. | 15,96 | 15,99 | 0,03 |
| promedio | 15,23 | 15,26 | 0,04 |

Fuente: autor

La Royal Astronomical Society considera que la cantidad de contaminación es extremadamente alta porque todas las magnitudes son inferiores a 15,4 según las mediciones de la calidad del cielo realizadas en Simeone Beer Garden [2]. Por el contrario, las magnitudes medidas entre las 20:30 y las 00:00 horas son inferiores a las obtenidas entre las 00:10 y las 4:10 horas. Esto sugiere que las luminarias Simeone Beer Garden emiten 0,04 mag/arcsec² de contaminación lumínica.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los objetivos principales de esta investigación se centran en el análisis de los niveles de iluminación en restaurantes y comercios de la ciudad de Cuenca. Para lo cual, se emplearon como guía las recomendaciones de normativas internacionales. En este sentido, todas las normativas vigentes de los diversos países se basan en un eje central entorno a niveles lumínicos. Esto conlleva a que exista una estandarización a nivel internacional de los niveles admisibles de iluminancia recomendados para restaurantes y comercios. Sin embargo, no existe un método definido para la cuantificación de iluminancia en exteriores de locales comerciales.

Los comercios elegidos para la evaluación de los niveles de iluminación exterior fueron sándwich Place, Bogati heladería, Doña Menestra y Simeone Beer Garden. Una característica muy relevante para todos estos establecimientos es que el sistema de iluminación es de bombillas LED vintage que se basa en un estilo decorativo, es decir no se presta mayor atención a los niveles de luminancia adecuados y la contaminación que estos implican.

Los parámetros lumínicos más relevantes para determinar la contaminación de los comercios antes mencionados son: luminancia, iluminancia y brillo del cielo. En este sentido, la luminancia fue posible medirla con un luminancímetro, mientras que, la iluminancia se calcula a partir de la luminancia cuantificada. Asimismo, el brillo del cielo se cuantifica con un medidor de calidad del cielo que arroja valores en mag/arcsec².

Al obtener valores desde diferentes perspectivas (izquierda, derecha y centro) y desde diferentes distancias se puede constatar que las áreas con sobre iluminación en la mayoría de los comercios está en la parte superior pues estas superficies cuentan adicionalmente con el aporte directo de la iluminación del alumbrado público exterior, mientras que la parte inferior no tiene mayor aporte lumínico debido a la distancia que se tiene desde el suelo hasta el punto de colocación de las luminarias.

En las normativas estudiadas en esta investigación no existe un parámetro relevante que establezca el nivel de contaminación para la iluminación exterior en comercios. No obstante, la Real sociedad Astronómica establece 5 niveles de contaminación que dependen de la unidad mag/arcsec². En este sentido, mientras mayor sea la magnitud obtenida en el medidor de calidad del cielo, menor es la contaminación. Por el contrario, mientras menor sea la magnitud, mayor es la contaminación.

En las mediciones del medidor de calidad del cielo se constata que la magnitud mag/arcsec² en el horario 21:30 y las 00:00 aumenta a comparación del horario de 00:00 y las 4:10. Esto es perfectamente congruente con lo establecido por la Real sociedad Astronómica, dado que, mientras mayor sea la magnitud, menor será el grado de contaminación.

En todos los comercios analizados la luminancia media se cumple de forma parcial, puesto que los valores no exceden en su totalidad a los 25 cd/m², sin embargo, la luminancia máxima 150 cd/m², se cumple casi de forma total. Esto es un indicador de que los comercios cumplen fragmentaria con las normativas. Por otro lado, efectos como el deslumbramiento y velo dependen del índice de reflexión de los materiales presentes en el espacio a iluminar, ya que no debe superar el 60%. En todos los locales, el índice de reflexión es extremadamente bajo, puesto que oscila entre 20% y 40%.

En el caso del restaurante Sándwich Place se realizó un el análisis desde dos distancias diferentes que fueron 3 y 7 metros evidenciándose de esta manera el grado de contaminación en cada superficie de la misma, a una distancia de 3 metros en la parte frontal se evidencia que entre las superficies (Superior, medio e inferior), el área superior frontal obtuvo una luminancia media de 67.67 cd/m² lo que evidencia que esta elevado con relación a lo que propone la normativa de 25 cd/m², con lo que se analizó que hay un excedente de 42.67 cd/m² y en lo que compete al análisis de la luminancia máxima de 194 cd/m² en la parte superior frontal tiene un exceso de 44.30 cd/m², es decir hay un incremento puesto que lo establecido por la normativa es de 150 cd/m², esto se debe a varios factores que intervienen y se detallan anteriormente. En el caso de la superficie media e inferior si cumplen con lo que establece la normativa ya que no existe un excedente de luminancia.

A una distancia de 7 metros se observa un excedente entorno a luminancia media en las

perspectivas derecha 48,35 cd/m², izquierda 84,60 cd/m² y frontal 48,35 cd/m², ya que los valores superan lo estipulado por la normativa. Con relación a la luminancia máxima la zona superior izquierda 170 cd/m² excede significativamente los 150 cd/m².

En el caso de Bogati a una distancia de 7 metros se obtuvieron datos que reflejan el no cumplimiento de la luminancia media que establece la normativa de 25 cd/m², pues en la parte superior izquierda con 34,08 cd/m² y en la superior derecha con 50,02 cd/m² se denota el incumplimiento del reglamento. Los valores de luminancia máxima se encuentran dentro de lo normalizado.

A una distancia de 16 metros desde las perspectivas izquierda, derecha y frontal en el área superior no se cumple con la luminancia media de acuerdo a la normativa del Real Decreto.

En Doña Menestra a una distancia de 22 metros, la luminancia media es de 32,17cd/m², teniendo un excedente de 7.17cd/m² en el nivel inferior frontal de acuerdo a la normativa de 25 cd/m², debido a que a la entrada del local existe un número considerable de luminarias que alumbran el sitio. Entorno a la luminancia máxima obtenida de 81,62 cd/m² este valor llega a estar dentro de lo estipulado por la normativa.

Al tomar mediciones a una distancia de 3 metros en este establecimiento los valores desde la perspectiva derecha media 27,71 cd/m² sobrepasa el valor de luminancia media.

En Simeone Beer Garden, a 3 metros los datos obtenidos reflejan que la luminancia media de la perspectiva frontal presenta una luminancia acorde a lo establecido al igual que desde la perspectiva de la izquierda, desde la derecha los valores de luminancia de las superficies son uniformes por lo que cumplen con la normativa. A 6 metros se evidencia que los valores de luminancia son bajos, prácticamente no hay aporte de excesiva iluminación al exterior desde esta distancia.

Al analizar la iluminancia desde todas las perspectivas presentadas existen espacios con muy poca iluminación y otros que exceden los niveles de la misma. Los valores de iluminancia no son acordes pues hay zonas que carecen de iluminación y otras que presentan una iluminancia excesiva de acuerdo a la normativa RETILAP.

Las mediciones realizadas para cada comercio demuestran que mientras mayor sea la distancia existente desde el punto de medida y el punto de medición, mayor será la posibilidad que fuentes de luz del entorno repercutan sobre la medición. Otro aspecto de relevancia fue que en ninguno de los casos se obtuvo mediciones constantes, es decir las magnitudes cambian. Esto se debe a que los sistemas de iluminación del local y del entorno se diseñan por separado, por tal motivo, la iluminación no es constante en todos los puntos.

Al no observar de manera directa a las luminarias al momento de circular por los exteriores de los comercios y al no tener en este caso un índice de reflexión alto, se llega a la conclusión que no existe un deslumbramiento notorio que dañe la visibilidad, ni que provoque un efecto de luz de velo en los transeúntes que concurren por sus alrededores.

Entorno a los sistemas de iluminación se recomienda realizar un diseño adecuado al espacio, considerando el apantallamiento en cada una de las luminarias, logrando de esta manera que la intensidad luminosa vaya dirigida exactamente hacia el suelo y no hacia las personas, de esta manera también se logra que se aproveche más la luminancia y no se desperdicie enviándola a lugares innecesarios. Es por ello que se propone una solución óptima tanto en: luminarias y tipo de iluminación.

Si bien en todos los casos la luminancia se encuentra parcialmente dentro de los límites establecidos, la escala de la Real sociedad Astronómica demuestra que la contaminación es importante en la iluminación exterior de cada uno de los comercios. Por lo tanto, para resolver este problema se debe realizar un rediseño de los sistemas de iluminación de exteriores de cada local, donde se encuentre un equilibrio entre el confort, estilo y niveles de iluminación. Además, es importante considerar que las luminarias que se ubiquen al exterior deben poseer una estructura sobre dicho elemento, para que el flujo luminoso no se dirija hacia el cielo.

Para estudios posteriores se recomienda tomar en cuenta otros factores e instrumentos de medida, para realizar una comparativa con los resultados obtenidos en este estudio. Además, se puede trabajar en la elaboración de un procedimiento bien definido para efectuar las mediciones de luminancia en sitio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Esteban Rolando Sandoval Condori. Niveles de contaminación visual y lumínica en la ciudad de puno, 2019. 2020.
- [2] Alejandro Sánchez de Miguel. *Variación espacial, temporal y espectral de contaminación lumínica y sus fuentes: Metodología y resultados*. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid, 2016.
- [3] Pablo Vladimir Camino Peralta. *Percepción visual de áreas patrimoniales en la ciudad de cuenca con el uso de nuevas tecnologías de luminarias*. B.S. thesis, 2020.
- [4] Edisson Paúl Arévalo León. *Degradación del arte colonial religioso por mala iluminación de la iglesia de san Sebastián de la ciudad de cuenca*. 2018.
- [5] Hector Antonio Solano Lamphar. *Medición de la contaminación lumínica en espacios naturales: propuesta de un modelo predictivo*. Universidad Politécnica de Catalunya, 2010.
- [6] WILLIAM ENRIQUE CEPEDA PEÑA. Contaminación lumínica. *Sociedad Geográfica de Colombia, Academia de Ciencias Geográficas*, 2002.
- [7] Patricia Michelle Aroca Morocho, Bryan Alexander y Herrera Paucar. Estudio y análisis del grado de la contaminación lumínica en el distrito metropolitano de quito-ecuador. B.S. thesis, 2022.
- [8] Manuel García Gil. Predicción del impacto ambiental de la contaminación lumínica: propuesta de una metodología para proyectos luminotécnicos de ingeniería. 2015.
- [9] Víctor John Rueda-Punina. La problemática ambiental de la contaminación lumínica: una revisión. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 14(2):111–123, 2022.
- [10] Evaluación e impacto de la contaminación lumínica en, author=Aguilera Camargo, Juan Nicolás and others, year=2012, publisher=Uniandes.

- [11] Gabriela Alexandra Vera Mazuelos and Adrián Muros Alcojor. La temperatura de color y su rol dentro de la iluminación artificial de espacios de educación inicial. *Arquitek*, (19):26–34, 2021.
- [12] Ginna Alexandra Urrego Guevara. Análisis de los niveles de luz artificial de 13 puntos en los límites del jardín botánico para la especialización de la contaminación lumínica en el circuito general. 2016.
- [13] Ministerios de Energía y minas. Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. *GOV.CO*, 2017.
- [14] Raúl M Quito, Marco V Guanquiza, Juan L Espinoza, and Giovanni S Pulla. Metodología para evaluar la polución lumínica causada por el alumbrado público en la ciudad de cuenca. *Maskana*, 5:163–173, 2014.
- [15] José Paúl Pozo Guerron. Análisis de eficiencia energética del alumbrado público en el sector el Girón en la ciudad de quito. B.S. thesis, Quito, 2014., 2014.
- [16] Patricia Otero, Robinson Ayala, and Victor Calle. Metodología de cálculo de pérdidas de potencia y energía en el sistema de alumbrado publico del ecuador. *Revista Tecnica" energia"*, 17(1):43–51, 2020.
- [17] International Commssion on Illumination. La comisión internacional de iluminación. 2022.
- [18] INEN. Rte inen 069 (1r) “alumbrado público”. *Servicio Ecuatoriano de Normalización*, 2015.
- [19] Estudio de la contaminación lumínica y eficiencia energética en alumbrado exterior. B.S. thesis, Cartagena, 2014., 2014.
- [20] Agencia de regulación y control de energía y recursos renovables y no renovables. Resolución 006 ”regulación de alumbrado público”. *ARCERNNR*, 2020.
- [21] Ley orgánica de servicio publico de energía eléctrica. Art.62. 2015.
- [22] MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. *Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado*, 2008.
- [23] FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN MINISTERIO DE ECONOMÍA. Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. *MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN*, 2012.
- [24] Verónica Presa and Ricardo Picicelli. Legislación argentina sobre polución luminica. *Ciencia y tecnología* (14):265–276, 2014.

- [25] Konica Minolta. *AQinstruments*, 2013.
- [26] Universidad de Cordova. Electromediciones. *Laboratorio Virtual de riesgos laborales*, 2018.
- [27] LabVirtual Riesgos Laborales. Luminancimetro. *LabVirtual Riesgos Lab-oraes*, 201

ANEXOS

Anexo I

Sándwich Place

- Elección de superficies.

La toma de mediciones se realizó a una distancia de 7m.

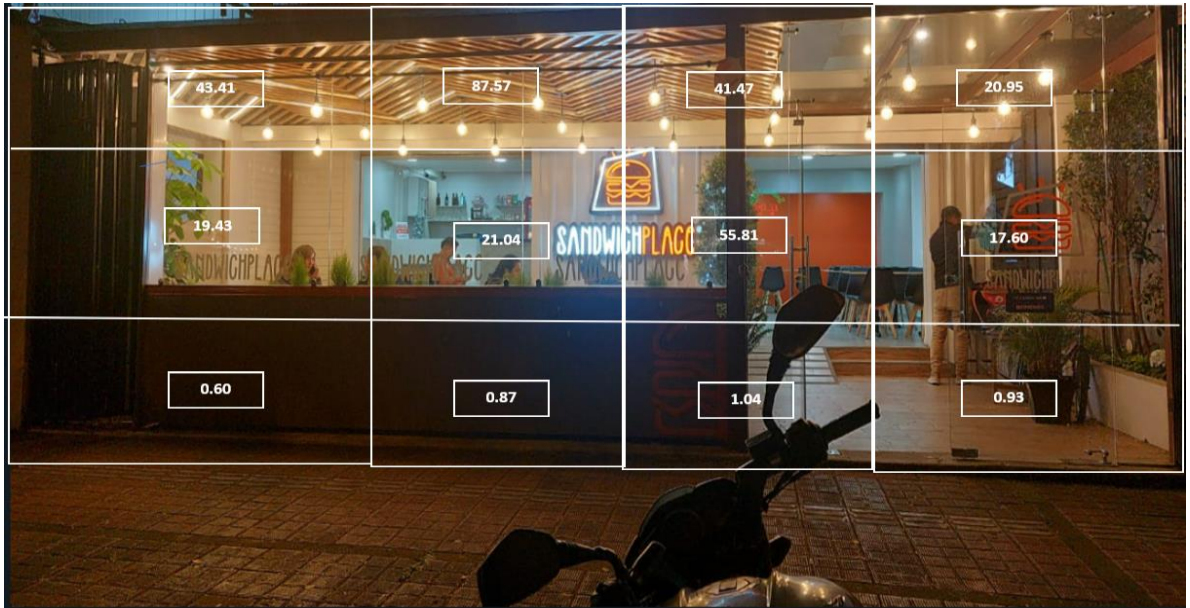


Figura A.1 Identificación de superficies, frente del lado central de local Sándwich Place (distancia 7m).

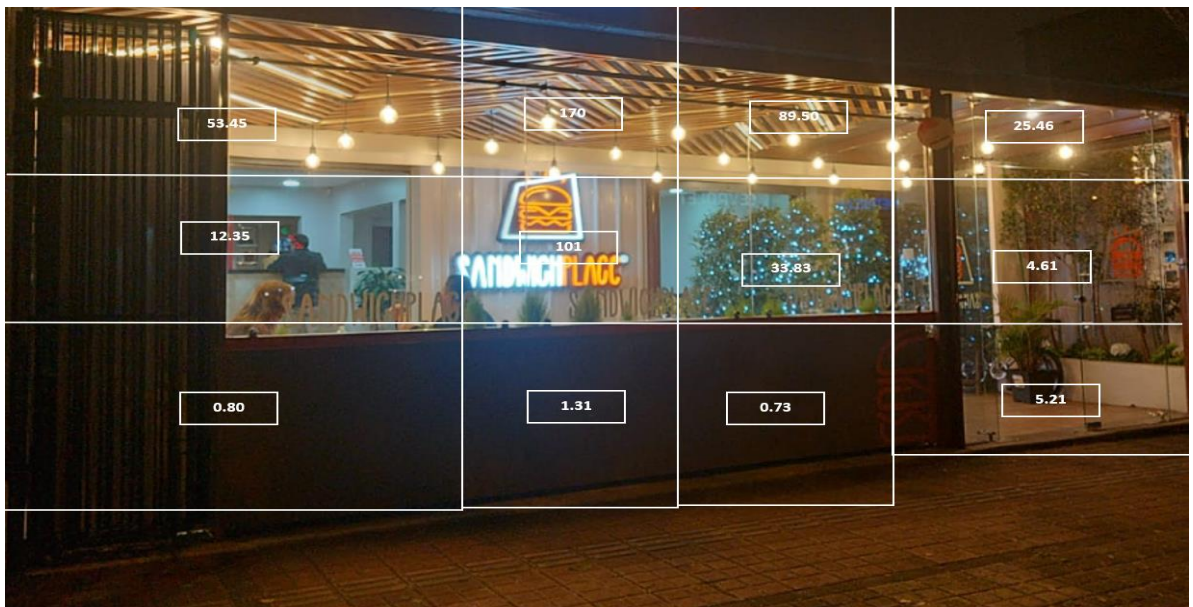


Figura A.2 Identificación de superficies, lado izquierdo del local Sándwich Place (distancia 7m).

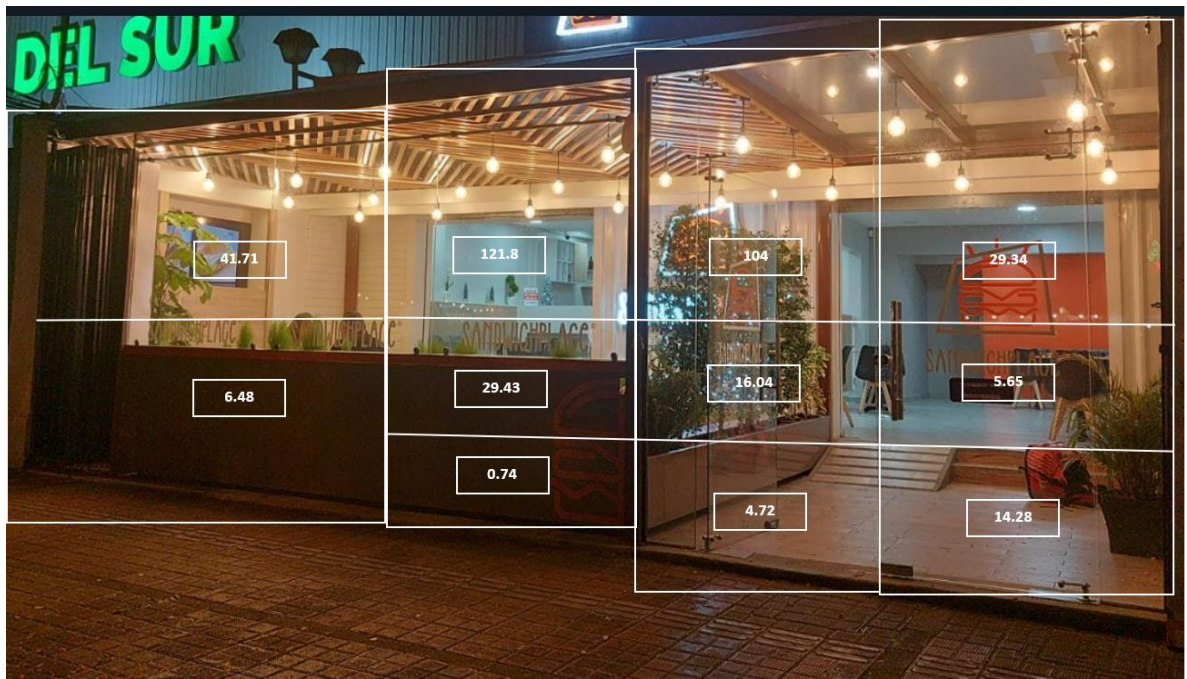


Figura A.3 Identificación de superficies, lado derecho del local Sándwich Place (distancia 7m).

- **Cuantificación de valores de luminancia.**

Parte Frontal

Tabla A.1 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Sandwich, parte frontal (7m)

| 7m centro | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-----------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 43,41 | | |
| | 2 | 87,57 | | |
| | 3 | 41,47 | | |
| | 4 | 20,95 | | |
| Medio | 5 | 19,43 | | |
| | 6 | 21,04 | | |
| | 7 | 55,81 | | |
| | 8 | 17,60 | | |
| Inferior | 9 | 0,60 | 12 | 0,93 |
| | 10 | 0,87 | | |
| | 11 | 1,04 | | |

- **Fuente:** autor.

Parte Izquierda

Tabla A.2 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Sandwich, parte izquierda (7m)

| 7m izquierda | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|--------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 53,45 | 3 | 89,50 |
| | 2 | 170 | 4 | 25,46 |
| | | | | |
| Medio | 5 | 12,35 | 7 | 33,83 |
| | 6 | 101 | 8 | 4,61 |
| | | | | |
| Inferior | 9 | 0,80 | | |
| | 10 | 1,31 | | |
| | 11 | 0,73 | | |
| | 12 | 5,21 | | |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla A.3 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Sandwich, parte derecha (7m)

| 7m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 43,41 | | |
| | 2 | 87,57 | | |
| | 3 | 41,47 | | |
| | 4 | 20,95 | | |
| Medio | 5 | 19,43 | | |
| | 6 | 21,04 | | |
| | 7 | 55,81 | | |
| | 8 | 17,60 | | |
| Inferior | 9 | 0,60 | 12 | 0,93 |
| | 10 | 0,87 | | |
| | 11 | 1,04 | | |

• Fuente: autor.

- **Estimación de luminancia media y máxima.**

Parte Frontal

Tabla A.4 Luminancia media y máxima, parte frontal (7m)

| Frontal | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|---------------------------|----------------------------|
| Superior | 48,35 | 87,57 |
| Medio | 28,47 | 55,81 |
| Inferior | 0,86 | 1,04 |

• Fuente: autor

Parte Izquierda

Tabla A.5 Luminancia media y máxima, parte izquierda (7m)

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 4,46 | 11,92 |
| Medio | 8,93 | 25,15 |
| Inferior | 1,97 | 4,30 |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla A.6 Luminancia media y máxima, parte derecha (7m)

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 4,46 | 11,92 |
| Medio | 8,93 | 25,15 |
| Inferior | 1,97 | 4,30 |

• Fuente: autor

• Estimación de iluminancia.

Parte Frontal

Tabla A.7 Iluminancia, parte frontal (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 43,41 | Vidrio | 1 | 136,3765 |
| superior | 87,57 | Vidrio | 1 | 275,1093 |
| superior | 41,47 | Vidrio | 1 | 130,2818 |
| superior | 20,95 | Vidrio | 1 | 65,8164 |
| centro | 19,43 | Vidrio | 1 | 61,0411 |
| centro | 21,04 | Vidrio | 1 | 66,0991 |
| centro | 55,81 | Vidrio | 1 | 175,3323 |
| centro | 17,60 | Vidrio | 1 | 55,2920 |
| inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,7080 |
| inferior | 0,87 | Madera | 0,12 | 22,7765 |
| inferior | 1,04 | Madera | 0,12 | 27,2271 |
| inferior | 0,93 | Madera | 0,12 | 24,3473 |

• Fuente: autor

Parte Izquierda

Tabla A.8 Iluminancia, parte izquierda (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 53,45 | Vidrio | 1 | 167,9181 |
| superior | 170 | Vidrio | 1 | 534,0708 |
| superior | 89,50 | Vidrio | 1 | 281,1725 |
| superior | 25,46 | Vidrio | 1 | 79,9849 |
| centro | 12,35 | Vidrio | 1 | 38,7987 |
| centro | 101 | Vidrio | 1 | 317,3009 |
| centro | 33,83 | Vidrio | 1 | 106,2801 |
| centro | 4,61 | Vidrio | 1 | 14,4827 |
| inferior | 0,80 | Madera | 0,12 | 20,9440 |
| inferior | 1,31 | Madera | 0,12 | 34,2957 |
| inferior | 0,73 | Madera | 0,12 | 19,1114 |
| inferior | 5,21 | Madera | 0,12 | 136,3975 |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla A.9 Iluminancia, parte derecha (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 43,41 | Vidrio | 1 | 136,3765 |
| superior | 87,57 | Vidrio | 1 | 275,1093 |
| superior | 41,47 | Vidrio | 1 | 130,2818 |
| superior | 20,95 | Vidrio | 1 | 65,8164 |
| centro | 19,43 | Vidrio | 1 | 61,0411 |
| centro | 21,04 | Vidrio | 1 | 66,0991 |
| centro | 55,81 | Vidrio | 1 | 175,3323 |
| centro | 17,60 | Vidrio | 1 | 55,2920 |
| inferior | 0,60 | madera | 0,12 | 15,7080 |
| inferior | 0,87 | madera | 0,12 | 22,7765 |
| inferior | 1,04 | madera | 0,12 | 27,2271 |
| inferior | 0,93 | madera | 0,12 | 24,3473 |

• Fuente: autor

• Resultados de luminancia

Parte Frontal

Tabla A.10 Luminancia, parte frontal (7m)

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 48,35 | 87,57 | No Cumple | Cumple |
| Medio | 28,47 | 55,81 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 0,86 | 1,04 | Cumple | Cumple |

• Fuente: autor

Parte Izquierda

Tabla A.11 Luminancia, parte izquierda (7m)

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 84,60 | 170 | No Cumple | No Cumple |
| Medio | 37,94 | 101 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 2,01 | 5,21 | Cumple | Cumple |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla A.12 Luminancia, parte derecha (7m)

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 48,35 | 87,57 | No Cumple | Cumple |
| Medio | 28,47 | 55,81 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 0,86 | 1,04 | Cumple | Cumple |

• Fuente: autor

- **Resultados de iluminancia**

Parte Frontal

Tabla A.13 Compuo de los niveles de iluminancia, parte frontal (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|---------------------------------|----------|------------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 43,41 | Vidrio | 1 | 136,3765 | Medianamente iluminado |
| superior | 87,57 | Vidrio | 1 | 275,1093 | Medianamente iluminado |
| superior | 41,47 | Vidrio | 1 | 130,2818 | Medianamente iluminado |
| superior | 20,95 | Vidrio | 1 | 65,8164 | Medianamente iluminado |
| centro | 19,43 | Vidrio | 1 | 61,0411 | Medianamente iluminado |
| centro | 21,04 | Vidrio | 1 | 66,0991 | Medianamente iluminado |
| centro | 55,81 | Vidrio | 1 | 175,3323 | Medianamente iluminado |
| centro | 17,60 | Vidrio | 1 | 55,2920 | Medianamente iluminado |
| inferior | 0,60 | Madera | 0,12 | 15,7080 | Poco iluminado |
| inferior | 0,87 | Madera | 0,12 | 22,7765 | Poco iluminado |
| inferior | 1,04 | Madera | 0,12 | 27,2271 | Poco iluminado |
| inferior | 0,93 | Madera | 0,12 | 24,3473 | Poco iluminado |

• **Fuente:** autor

Parte Izquierda

Tabla A.14 Compuo de los niveles de iluminancia, parte izquierda (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|---------------------------------|----------|------------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 53,45 | Vidrio | 1 | 167,9181 | Medianamente iluminado |
| superior | 170 | Vidrio | 1 | 534,0708 | Muy iluminado |
| superior | 89,50 | Vidrio | 1 | 281,1725 | Muy iluminado |
| superior | 25,46 | Vidrio | 1 | 79,9849 | Medianamente iluminado |
| centro | 12,35 | Vidrio | 1 | 38,7987 | Poco iluminado |
| centro | 101 | Vidrio | 1 | 317,3009 | Muy iluminado |
| centro | 33,83 | Vidrio | 1 | 106,2801 | Medianamente iluminado |
| centro | 4,61 | Vidrio | 1 | 14,4827 | Poco iluminado |
| inferior | 0,80 | Madera | 0,12 | 20,9440 | Poco iluminado |
| inferior | 1,31 | Madera | 0,12 | 34,2957 | Poco iluminado |
| inferior | 0,73 | Madera | 0,12 | 19,1114 | Poco iluminado |
| inferior | 5,211 | Madera | 0,12 | 136,3975 | Medianamente iluminado |

• **Fuente:** autor

Parte Derecha

Tabla A.15 Computo de los niveles de iluminancia, parte derecha (7m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|---------------------------------|----------|------------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 43,41 | Vidrio | 1 | 136,3765 | Medianamente iluminado |
| superior | 87,57 | Vidrio | 1 | 275,1093 | Muy iluminado |
| superior | 41,47 | Vidrio | 1 | 130,2818 | Medianamente iluminado |
| superior | 20,95 | Vidrio | 1 | 65,8164 | Medianamente iluminado |
| centro | 19,43 | Vidrio | 1 | 61,0411 | Medianamente iluminado |
| centro | 21,04 | Vidrio | 1 | 66,0991 | Medianamente iluminado |
| centro | 55,81 | Vidrio | 1 | 175,3323 | Muy iluminado |
| centro | 17,60 | Vidrio | 1 | 55,2920 | Medianamente iluminado |
| inferior | 0,60 | madera | 0,12 | 15,7080 | Poco iluminado |
| inferior | 0,87 | madera | 0,12 | 22,7765 | Poco iluminado |
| inferior | 1,04 | madera | 0,12 | 27,2271 | Poco iluminado |
| inferior | 0,93 | madera | 0,12 | 24,3473 | Poco iluminado |

• Fuente: autor

Anexo II

Bogati (distancia de 16m)

- Elección de superficies.

Mediciones a una distancia de 16m.



Figura A.4 Identificación de superficies, frente del lado central de local Bogati (distancia 16m).



Figura A.5 Identificación de superficies, lado izquierdo del Bogati (distancia 16m).



Figura A.6 Identificación de superficies, lado derecho del local Bogati (distancia 16m).

- **Cuantificación de valores de luminancia.**

Parte Frontal

Tabla B.1 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati, parte frontal (16m)

| 16m frontal | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 6,51 |
| | 2 | 63,08 |
| Inferior | 5 | 2,86 |
| | 6 | 17,72 |

- **Fuente:** autor.

Parte Izquierda

Tabla B.2 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati, parte izquierda (16m)

| 16m izquierda | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|---------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 9,45 |
| | 2 | 119,2 |
| Inferior | 5 | 4,13 |
| | 6 | 8,90 |

- **Fuente:** autor

Parte Derecha

Tabla B.3 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Bogati, parte derecha (16m)

| 16m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|-------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 94,20 |
| | 2 | 33,61 |
| Inferior | 5 | 3,25 |
| | 6 | 10,81 |

- Fuente: autor

- **Estimación de luminancia media y máxima.**

Parte Frontal

Tabla B.4 Luminancia media y máxima, parte frontal (16m)

| Frontal | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|---------------------------|----------------------------|
| Superior | 34,79 | 63,08 |
| Inferior | 10,29 | 17,72 |

- Fuente: autor

Parte Izquierda

Tabla B.5 Luminancia media y máxima, parte izquierda (16m)

| Frontal | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|---------------------------|----------------------------|
| Superior | 64,32 | 119,20 |
| Inferior | 6,51 | 8,90 |

- Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla B.6 Luminancia media y máxima, parte derecha (16m)

| Frontal | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|---------------------------|----------------------------|
| Superior | 63,90 | 94,20 |
| Inferior | 7,03 | 10,81 |

- Fuente: autor

- **Estimación de iluminancia.**

Parte Frontal

Tabla B.7 Iluminancia, parte frontal (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| superior | 6,51 | Mármol blanco | 0,45 | 45,4484 |
| superior | 63,08 | Mármol blanco | 0,45 | 440,3815 |
| Inferior | 2,86 | Mármol blanco | 0,45 | 19,9666 |
| Inferior | 17,72 | Mármol blanco | 0,45 | 123,7089 |

- **Fuente:** autor

Parte Izquierda

Tabla B.8 Iluminancia, parte izquierda (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| superior | 9,45 | Mármol blanco | 0,45 | 65,9734 |
| superior | 119,20 | Mármol blanco | 0,45 | 832,1730 |
| Inferior | 4,13 | Mármol blanco | 0,45 | 28,8328 |
| Inferior | 8,90 | Mármol blanco | 0,45 | 62,1317 |

- **Fuente:** autor

Parte Derecha

Tabla B.9 Iluminancia, parte derecha (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|
| superior | 94,20 | Mármol blanco | 0,45 | 657,6401 |
| superior | 33,61 | Mármol blanco | 0,45 | 234,6421 |
| Inferior | 3,25 | Mármol blanco | 0,45 | 22,6893 |
| Inferior | 10,81 | Mármol blanco | 0,45 | 75,4680 |

- **Fuente:** autor

- **Resultados de luminancia**

Parte Frontal

Tabla B.10 Resultados de luminancia, parte frontal (16m)

| Frontal | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 34,79 | 63,08 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 10,79 | 17,72 | Cumple | Cumple |

- **Fuente:** autor

Parte Izquierda

Tabla B.11 Resultados de Luminancia, parte izquierda (16m)

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 64,32 | 119,20 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 6,51 | 8,90 | Cumple | Cumple |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla B.12 Resultados de Luminancia, parte derecha (16m)

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Superior | 63,90 | 94,20 | No Cumple | Cumple |
| Inferior | 7,03 | 10,81 | Cumple | Cumple |

• Fuente: autor

• Resultados de iluminancia

Parte Frontal

Tabla B.13 Resultados de Iluminancia, parte derecha (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 6,51 | Mármol blanco | 0,45 | 45,4484 | Poco iluminado |
| superior | 63,08 | Mármol blanco | 0,45 | 440,3815 | Muy iluminado |
| Inferior | 2,86 | Mármol blanco | 0,45 | 19,9666 | Poco iluminado |
| Inferior | 17,72 | Mármol blanco | 0,45 | 123,7089 | Medianamente iluminado |

• Fuente: autor

Parte Izquierda

Tabla B.14 Computo de los niveles de iluminancia, parte izquierda (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|---------------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 9,45 | Mármol blanco | 0,45 | 65,9734 | Poco iluminado |
| superior | 119,20 | Mármol blanco | 0,45 | 832,1730 | Muy iluminado |
| Inferior | 4,13 | Mármol blanco | 0,45 | 28,8328 | Poco iluminado |
| Inferior | 8,90 | Mármol blanco | 0,45 | 62,1317 | Medianamente iluminado |

• Fuente: autor

Parte Derecha

Tabla B.15 Computo de los niveles de iluminancia, parte derecha (16m)

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|---------------------------------|------------------|------------------------------|-------------------|----------------------|
| superior | 94,20 | Mármol blanco | 0,45 | 657,6401 | Muy iluminado |
| superior | 33,61 | Mármol blanco | 0,45 | 234,6421 | Muy iluminado |
| Inferior | 3,25 | Mármol blanco | 0,45 | 22,6893 | Poco iluminado |
| Inferior | 10,81 | Mármol blanco | 0,45 | 75,4680 | Poco iluminado |

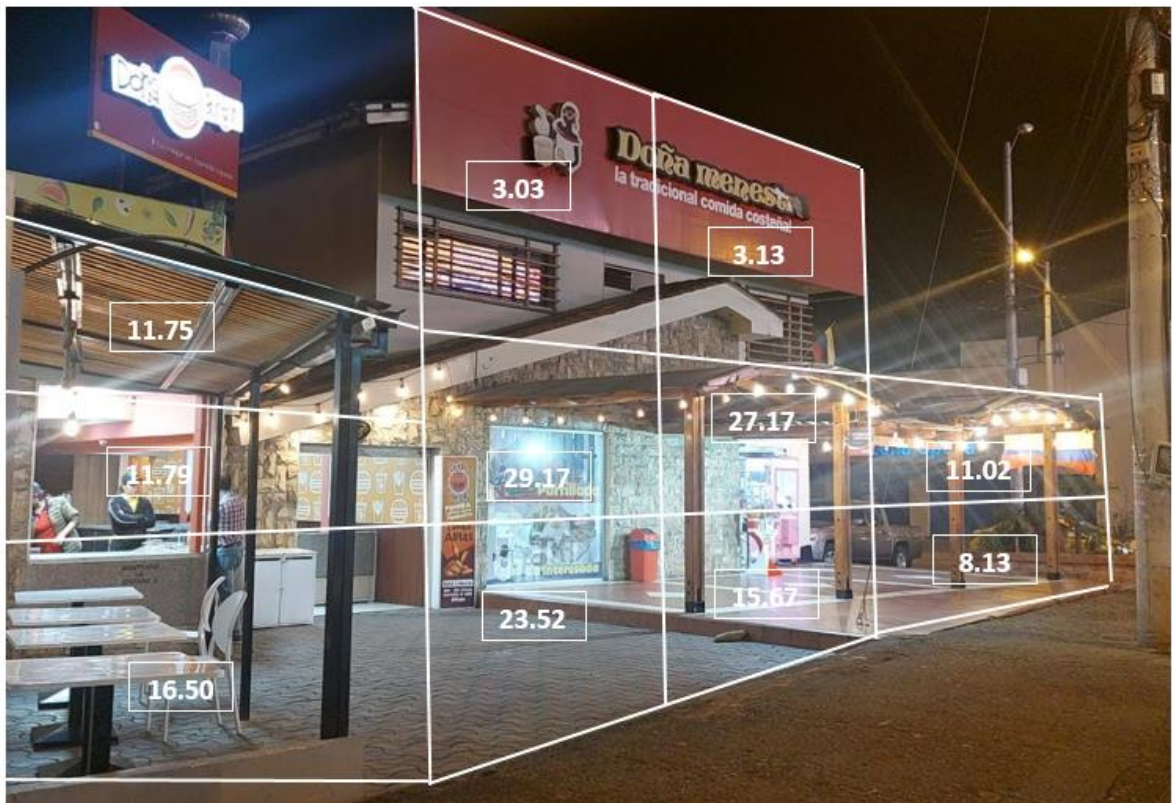
• **Fuente:** autor

Anexo III

Doña Menestra (distancia de 3m)

- Elección de superficies.

Mediciones a una distancia de 3m.



A.7 Identificación de superficies, lado izquierdo del local Doña Menestra (distancia 3m)



A.8 Identificación de superficies, lado derecho del local Doña Menestra (distancia 3m)

- **Cuantificación de valores de luminancia.**

Parte izquierda

Tabla C.1 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Doña Menestra, frente Izquierdo

| 3m izquierda | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|--------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 3.03 |
| | 2 | 3.13 |
| Medio | 3 | 11.75 |
| | 4 | 11.79 |
| | 5 | 29.17 |
| | 6 | 27.17 |
| | 7 | 11.02 |
| Inferior | 8 | 16.50 |
| | 9 | 23.52 |
| | 10 | 15.67 |
| | 11 | 8.13 |

- **Fuente:** autor

Parte derecha

Tabla C.2 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Doña Menestra, frente derecho

| 3m derecha | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 2.22 |
| | 2 | 0.74 |
| Medio | 3 | 30.83 |
| | 4 | 35.67 |
| | 5 | 43.47 |
| | 6 | 15.68 |
| | 7 | 12.91 |
| | 8 | 14.28 |
| | | |

- **Fuente:** autor

- **Estimación de luminancia media y máxima.**

Parte izquierda

Tabla C.3 Cálculo de luminancia de la parte lateral Izquierda del local Doña Menestra

| | Luminancia media cd/m^2 | Luminancia máxima cd/m^2 |
|----------|---------------------------|----------------------------|
| Superior | 6.16 | 3.13 |
| Medio | 18.18 | 29.17 |
| Inferior | 15.96 | 23.52 |

- **Fuente:** autor

Parte derecha

Tabla C.4 Cálculo de luminancia de la parte lateral Derecha del local Doña Menestra

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 1.48 | 2.22 |
| Medio | 27.71 | 43.47 |
| Inferior | 14.28 | 14.28 |

- **Fuente:** autor

- **Estimación de iluminancia**

Parte izquierda

Tabla C.5 Iluminancia de la parte lateral izquierda local Doña Menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coeficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|--------------------------|-------------------|
| superior | 3.03 | Nogal | 0.16 | 59.49 |
| superior | 3.13 | Nogal | 0.16 | 61.45 |
| centro | 11.75 | Cemento | 0.27 | 136.71 |
| centro | 11.79 | Cemento | 0.27 | 137.18 |
| centro | 29.17 | Cemento | 0.27 | 339.40 |
| centro | 17.17 | Cemento | 0.27 | 199.78 |
| centro | 11.02 | Cemento | 0.27 | 128.22 |
| inferior | 16.50 | Baldosa | 0,63 | 82.27 |
| inferior | 23.52 | Baldosa | 0,63 | 117.28 |
| inferior | 15.67 | Baldosa | 0,63 | 78.14 |
| inferior | 8.13 | Baldosa | 0,63 | 40.54 |

- **Fuente:** autor

Parte derecha

Tabla C.6 Iluminancia de la parte lateral derecha local Doña Menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coeficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|--------------------------|-------------------|
| superior | 2.22 | Nogal | 0.16 | 43.58 |
| superior | 0.74 | Nogal | 0.16 | 14.52 |
| centro | 35.67 | cemento | 0.27 | 415.03 |
| centro | 30.83 | cemento | 0.27 | 358.72 |
| centro | 43.47 | cemento | 0.27 | 505.9 |
| centro | 15.68 | cemento | 0.27 | 182.44 |
| centro | 12.91 | cemento | 0.27 | 150.21 |
| inferior | 14.28 | Baldosa | 0,63 | 71.20 |

- **Fuente:** autor

- **Resultados de luminancia**

Parte izquierda

Tabla C.7 luminancia parte lateral izquierda local Doña Menestra

| Izquierda | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L- máx. |
|-----------|---------------------------------------|--|----------------------|----------------------------|
| Superior | 6.16 | 3.13 | Cumple | Cumple |
| Medio | 18.18 | 29.17 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 15.96 | 23.52 | Cumple | Cumple |

• **Fuente:** autor

Parte derecha

Tabla C.8 Luminancia parte lateral derecha local Doña Menestra

| Derecha | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento de L-máx. |
|----------|---------------------------------------|--|----------------------|------------------------|
| Superior | 1.48 | 2.22 | Cumple | Cumple |
| Medio | 27.71 | 43.47 | No cumple | Cumple |
| Inferior | 14.28 | 14.28 | Cumple | Cumple |

• **Fuente:** autor

- **Resultados de iluminancia**

Parte izquierda

Tabla C.9 Computo de los niveles de iluminancia lateral izquierda local Doña Menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| superior | 3.03 | Nogal | 0.16 | 59.49 | Poco iluminado |
| superior | 3.13 | Nogal | 0.16 | 61.45 | Poco iluminado |
| centro | 11.75 | cemento | 0.27 | 136.71 | Poco iluminado |
| centro | 11.79 | cemento | 0.27 | 137.18 | Poco iluminado |
| centro | 29.17 | cemento | 0.27 | 339.40 | Muy iluminado |
| centro | 17.17 | cemento | 0.27 | 199.78 | Medianamente iluminado |
| centro | 11.02 | cemento | 0.27 | 128.22 | Medianamente iluminado |
| inferior | 16.50 | Baldosa | 0,63 | 82.27 | Poco iluminado |
| inferior | 23.52 | Baldosa | 0,63 | 117.28 | Medianamente iluminado |
| inferior | 15.67 | Baldosa | 0,63 | 78.14 | Poco iluminado |
| inferior | 8.13 | Baldosa | 0,63 | 40.54 | Poco iluminado |

• **Fuente:** autor

Parte derecha

Tabla C.10 Computo de los niveles de iluminancia lateral izquierda local Doña Menestra

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|------------------------|
| superior | 2.22 | Nogal | 0.16 | 43.58 | Poco iluminado |
| superior | 0.74 | Nogal | 0.16 | 14.52 | Poco iluminado |
| centro | 35.67 | cemento | 0.27 | 415.03 | Muy iluminado |
| centro | 30.83 | cemento | 0.27 | 358.72 | Muy iluminado |
| centro | 43.47 | cemento | 0.27 | 505.9 | Muy iluminado |
| centro | 15.68 | cemento | 0.27 | 182.44 | Medianamente iluminado |
| centro | 12.91 | cemento | 0.27 | 150.21 | Medianamente iluminado |
| inferior | 14.28 | Baldosa | 0.63 | 71.20 | Poco iluminado |

• Fuente: autor

Anexo IV

SIMEONE (distancia de 6m)

- Elección de superficies.

Mediciones a una distancia de 6m.



A.10 Identificación de superficies, centro (distancia 6m)

- **Cuantificación de valores de luminancia.**

Parte centro

Tabla D.1 Mediciones de luminancia cd/m^2 en Simeone Berr Garden, parte frontal

| Frente 3 m | Superficie # | Magnitud de luminancia |
|------------|--------------|------------------------|
| Superior | 1 | 3.64 |
| | 2 | 1.39 |
| Medio | 3 | 1.50 |
| | | |
| Inferior | 4 | 1.31 |
| | | |

- **Fuente:** autor

- **Estimación de luminancia media y máxima.**

Parte centro

Tabla D.2 Cálculo de luminancia media y máxima de la parte frontal del local Simeone Berr Garden

| | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Superior | 3.54 | 3.64 |
| Medio | 1.45 | 1.50 |
| Inferior | 1.31 | 1.31 |

- **Fuente:** autor

- **Estimación de iluminancia.**

Parte Centro

Tabla D.3 Computo de iluminancia de la parte frontal del local Simeone Beer Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|
| superior | 3.64 | Grava | 0.13 | 87.96 |
| centro | 1.39 | Grava | 0.13 | 33.59 |
| centro | 1.50 | Grava | 0.13 | 36.24 |
| inferior | 1.31 | Grava | 0.13 | 31.65 |

- **Fuente:** autor

- **Estimación de luminancia.**

Parte centro

Tabla D.4 Iluminancia frontal del local Simeone Berr Garden

| Superficie | Luminancia media cd/m ² | Luminancia máxima cd/m ² | Cumplimiento L-media | Cumplimiento L-máx. |
|------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Superior | 3.64 | 3.64 | Cumple | Cumple |
| Medio | 1.45 | 1.50 | Cumple | Cumple |
| Inferior | 1.31 | 1.31 | Cumple | Cumple |

- **Fuente:** autor

- **Resultados de iluminancia**

Parte centro

Tabla D.5 Computo de los niveles de iluminancia frontal del local Simeone Berr Garden

| Superficie | Luminancia cd/m ² | Material | Coefficiente de reflexión | Iluminancia (lux) | Nivel de iluminancia |
|------------|------------------------------|----------|---------------------------|-------------------|----------------------|
| superior | 3.64 | Grava | 0.13 | 87.96 | Poco iluminado |
| centro | 1.39 | Grava | 0.13 | 33.59 | Poco iluminado |
| centro | 1.50 | Grava | 0.13 | 36.24 | Poco iluminado |
| inferior | 1.31 | Grava | 0.13 | 31.65 | Poco iluminado |

- **Fuente:** autor