

Eficiencia energética en edificaciones sustentables: Iluminación

SERRANO-ARELLANO, Juan

ECORFAN[®]

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Autor

SERRANO-ARELLANO, Juan

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Eficiencia energética en edificaciones sustentables: Iluminación

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos, de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Visite nuestro sitio WEB en: www.ecorfan.org

Primera edición

ISBN: 978-607-8534-76-0

Sello Editorial ECORFAN: 607-8534

Número de Control B: 2018-10

Clasificación B (2018):191118-0110

A los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209, y otra fracción aplicable III de la Ley del Derecho de Autor.

Books

Definición de Books

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP.

ECORFAN-Mexico S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Books es un Producto editado por ECORFAN-Mexico S.C en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA - REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD
University of Southampton

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ - ZÁRATE, Josué. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI - AGUILAR, Virgen. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO - VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ - DÍAZ, Antonio. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

Comité Arbitral

ESCAMILLA - BOUCHÁN, Imelda. PhD
Instituto Politécnico Nacional

LUNA - SOTO, Carlos Vladimir. PhD
Instituto Politécnico Nacional

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO - ENCISO, Salvador Fernando. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS - SANTOYO, Edgar Augusto. PhD
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA - SIMBRO, German. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ - SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES - CARBAJAL, Carlos. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ - MENDEZ, Luis G. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN - PALOMARES, Luis Antonio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad ETAC

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

VERA - SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ - RAMÍRES, Selene Marisol. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES - CEJA, Jesús Manuel. PhD
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ - GÓMEZ, Tomás. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA - LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO - OLAGUE, José Guadalupe. PhD
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO - ORTEGA, Vidblain. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA - RUBIO, Jován Oseas. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA - GONÁLEZ, Everardo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO - Tello, Esaú. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO - ÁLVEREZ, Ernesto. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA - CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA - GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cesión de Derechos

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORCID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

Detección de Plagio

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del ECORFAN Books con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos- Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación.

Eficiencia energética en edificaciones sustentables: Iluminación

Energy efficiency in sustainable buildings: Lighting

SERRANO-ARELLANO, Juan¹, RODRIGUEZ-URIBE, Juan Carlos¹, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth¹, AGUILAR-CASTRO, Karla María², MACÍAS-MELO, Edgar Vicente², LÓPEZ-LARA, Teresa³, HERNÁNDEZ-ZARAGOZA, Juan Bosco³, GARCÍA-RODRÍGUEZ Francisco Javier⁴, RESENDIZ-BARRÓN, Abisai Jaime⁵, MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline¹, GOMEZ-BALBUENA, Daniel Napoleón¹, ORTIZ-MENA, Rebeca Guadalupe¹

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan*

²*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*

³*Universidad Autónoma de Querétaro*

⁴*Instituto Tecnológico de Celaya*

⁵*Instituto Tecnológico de Querétaro*

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 2^{do} Coautor: *Zaira, Betzabeth Trejo-Torres* / **CVU CONACYT-ID:** 774137

ID 3^{er} Coautor: *Karla María, Aguilar-Castro* / **ORC ID:** 0000- 0003- 2611- 2820

ID 4^o Coautor: *Edgar Vicente, Macías-Melo* / **ORC ID:** 0000-0003- 0107- 766X

ID 5^o Coautor: *Teresa, López-Lara* / **ORC ID:** 0000-0001-7289-7919, **CVU CONACYT ID:** 120678

ID 6^o Coautor: *Juan Bosco, Hernández-Zaragoza* / **ORC ID:** 0000-0002-3680-7573, **CVU CONACYT ID:** 33932

ID 7^o Coautor: *Francisco Javier, García-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0001-5342-9052

ID 8^o Coautor: *Abisai Jaime, Reséndiz-Barrón* / **ORC ID:** 03-2010-091013070400-01

ID 9^o Coautor: *Jaqueline, Marmolejo-Quintanar* / **CVU CONACYT-ID:** 878169

ID 10^o Coautor: *Daniel Napoleón, Gómez-Balbuena* / **CVU CONACYT-ID:** 406579

ID 11^o Coautor: *Rebeca Guadalupe, Ortiz-Mena* / **CVU CONACYT-ID:** 549564

Eficiencia energética en edificaciones sustentables: Iluminación

El Book ofrecerá contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto Tecnológico de Celaya e Instituto Tecnológico de Querétaro para su área de investigación en la función de la IES ante los retos de la Sociedad del Conocimiento. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores de las IES participantes se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Book propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en la función de las IES ante los retos de la Sociedad del Conocimiento.

Contenido

Resumen	1
Abstract	1
Introducción	2
Capítulo 1 Estudio de iluminación de una parada de autobús ubicada en la comunidad de El Saucillo en el municipio de Huichapan Hidalgo	
1.1 Resumen	5
1.2 Abstract	5
1.3 Introducción	5
1.4 Caso de Estudio	6
1.5 Materiales y métodos	7
1.6 Resultados	10
1.7 Conclusiones	11
1.8 Referencias	11
Capítulo 2 Estudio teórico de iluminación de un edificio histórico en Huichapan, Hidalgo	12
2.1 Resumen	13
2.2 Abstract	13
2.3 Introducción	13
2.4 Caso de Estudio	14
2.5 Materiales y métodos	17
2.6 Resultados	20
2.8 Referencias	21
Capítulo 3 Estudio teórico-experimental de la iluminación de una oficina docente de una institución de educación superior ubicada en el municipio de Huichapan, Hidalgo	
3.1 Resumen	23
3.2 Abstract	23
3.3 Introducción	23
3.4 Levantamiento arquitectónico de la oficina docente	24
3.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux	25
3.6 Medición experimental	27
3.7 Resultados	29
3.8 Análisis de datos de la medición experimental	30
3.10 Referencias	32
Capítulo 4 Estudio teórico de iluminación de una casa habitación en el estado de Hidalgo	
4.1 Resumen	34
4.2 Abstract	34
4.3 Introducción	34
4.4 Metodología	35
4.5 Levantamiento arquitectónico de la casa habitación	36
4.6 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux	38
4.7 Colocación de luminarias	39
4.8 Resultados	39
4.9 Conclusiones	42

Capítulo 5 Optimización de la iluminación de la planta baja de un edificio académico para eficiencia energética

5.1 Resumen	44
5.3 Introducción	44
5.4 Levantamiento arquitectónico de la edificación	45
5.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux	45
5.6 Resultados	47
5.7 Conclusiones	51
5.8 Referencias	52

Capítulo 6 Optimización de la iluminación del centro de información de una institución educativa

6.1 Resumen	54
6.2 Abstract	54
6.3 Introducción	54
6.4 Levantamiento arquitectónico de la edificación	55
6.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux	57
6.6 Resultados	59
6.7 Conclusiones	63
6.8 Referencias	63

Capítulo 7 Estudio teórico de iluminación de una casa habitación ubicada en el municipio de Tasquillo, Hidalgo

7.1 Resumen	65
7.2 Abstract	65
7.3 Introducción	65
7.4 Arquitectura de la casa habitación	67
7.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux	69
7.6 Resultados	72
7.7 Discusión	75
7.8 Conclusiones	76
7.9 Referencias	76

Agradecimientos	77
-----------------	----

Resumen

Este trabajo describe una metodología para evaluar las condiciones de iluminación presentes en diferentes edificaciones (espacios arquitectónicos), desde una perspectiva teórica y experimental. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio a evaluar que consistió en realizar levantamientos arquitectónicos de la edificación, esto en el caso que es una edificación construida. En otros casos puede ser una propuesta arquitectónica de una edificación que no se ha construido. Posteriormente, se plantea dentro del espacio arquitectónico una retícula espacial con el objetivo de realizar la toma de datos de iluminación por medio del luxómetro, a partir de la toma de datos se identifica la intensidad de iluminación presente en cada punto de la malla espacial y con ello establecer un gráfico 3D donde se puede apreciar las diferentes intensidades de iluminación dentro del espacio de medición. Con la retícula y la toma de datos como referencia, se utilizó el programa Dialux para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación, con esta información se puede distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Gracias a este proceso se logró establecer que se pueden mejorar el diseño de iluminación dentro del espacio arquitectónico. Con esto se busca lograr el confort visual, además, se pueden reducir los consumos de energía usando luminarias más eficientes y con una mejor distribución de estas.

Iluminación, Sustentabilidad, Arquitectura

Abstract

This paper describes a methodology to evaluate the lighting conditions present in different buildings (architectural spaces), from a theoretical and experimental perspective. Initially, a process of analysis of the space to be evaluated was carried out, which consisted in carrying out architectural surveys of the building, this in the case that it is a built building. In other cases, it may be an architectural proposal of a building that has not been built. Subsequently, a spatial grid is proposed within the architectural space to make the data collection of lighting by means of the luxometer, from the data collection the intensity of illumination present in each point of the spatial mesh is identified and with This will establish a 3D graphic where you can see the different lighting intensities within the measurement space. With the grid and data collection as a reference, the Dialux program was used to perform various lighting intensity simulations, with this information we can distinguish the variations in lighting that affect the user's performance, health and well-being. Thanks to this process it was possible to establish that the lighting design within the architectural space can be improved. This seeks to achieve visual comfort, but also can reduce energy consumption using more efficient luminaires and better distribution of them.

Lighting, Sustainability, Architecture

Introducción

El presente trabajo relacionado al tema de iluminación se ha realizado con el fin de estudiar las ventajas que se derivan de hacer uso de herramientas de simulación lumínica como es el programa Dialux, ante el diseño lumínico que impera en diversos espacios arquitectónicos, que cumplen una función específica en cuanto a las actividades que se desarrollan dentro de las diversas áreas que integran a la edificación. Construcciones que tienen una vocación pública como lo son: edificios históricos, escuelas y bibliotecas; así como espacios de carácter particular como los son las viviendas, en muchas ocasiones estas construcciones no cumplen con la normatividad vigente en cuanto a las necesidades de iluminación para las actividades que se desarrollan en los espacios que integran a las edificaciones. Los diseños de iluminación se puedan realizar de forma adecuada sin comprometer la salud del usuario por ello es importante identificar en primera instancia las actividades que se desarrollan en los lugares específicos y con base a la normatividad vigente identificar si la intensidad de iluminación que posee el área es la adecuada, con esto para evaluar si el espacio arquitectónico cumple o no con las necesidades lumínicas. Para desarrollar esta tarea se tiene al alcance diversas herramientas con las cuales se puede obtener una medición de la intensidad de iluminación presente en el lugar, así como una simulación tridimensional de la edificación que brinde un mejor escenario lumínico. Para obtener la intensidad lumínica dentro del espacio arquitectónica se cuenta con un dispositivo denominado luxómetro mientras que para por obtener un diseño óptimo de la iluminación en el espacio arquitectónico interno o externo, se cuenta con el programa de simulación lumínica Dialux.

En la actualidad la utilización de estas herramientas para lograr obtener espacios mejor iluminados es una opción desde la perspectiva de iluminación y eficiencia energética. Sin embargo, la mayoría de los diseños arquitectónicos son limitados en este tema debido a entre otros factores al desconocimiento de estas herramientas, y/o de la normatividad vigente en cuanto al tema. La no revisión de los proyectos construidos por parte de la autoridad en esta temática, el aspecto económico ya que se piensa que la incorporación de un sistema óptimo de iluminación es costosa, seguir construyendo con diseños de edificios o modelos ya preestablecidos, etc., todo esto deriva en una problemática existente la cual es un área de oportunidad para diversas áreas profesionales que tengan como objetivo el confort lumínico y la eficiencia energética. Finalmente, el libro está organizado en 7 capítulos en donde abordaremos el tema concerniente al tema de iluminación, eficiencia energética y su aplicación para distintos escenarios.

El capítulo 1 aborda el estudio de iluminación de un espacio arquitectónico exterior como lo es una para de autobús. El objetivo de este estudio es cambiar esta forma de ver el servicio que se ofrece e intentar transmitir la parada de autobús como; la experiencia de usuario en un lugar comfortable y cálido, estableciendo una propuesta de diseño lumínico con la herramienta Dialux.

El capítulo 2 presenta un análisis de iluminación de un componente arquitectónico exterior en este caso una fachada de un edificio histórico ubicado en el municipio de Huichapan, Hidalgo. La iluminación adecuada es de suma importancia para mejorar, desde un punto de vista artístico, la extensión de la superficie y los detalles decorativos de los edificios de patrimonio arquitectónico considerados valiosos. Estos elementos históricos, o monumentos cuando están bien iluminados, pueden convertirse para los espectadores en una parte esencial de la ciudad con sentido de pertenencia. En este capítulo por medio del programa Dialux se realiza una valoración lumínica de una de las fachadas del edificio histórico “El Diezmo”.

El capítulo 3 trata de la valoración lumínica (teórica - experimental) dentro una oficina docente que se ubica en una institución de educación superior en el municipio de Huichapan, Hidalgo. Se presenta inicialmente el escenario de toma de datos con el equipo especializado denominado luxómetro para identificar la intensidad lumínica en el espacio arquitectónico posteriormente, por medio del programa Dialux se estableció una propuesta de diseño lumínico del recinto.

El capítulo 4 describe las acciones realizadas para evaluar teóricamente las condiciones de iluminación de una casa habitación. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio evaluar. Se exporto el diseño al programa Dialux, con todas las plantas arquitectónicas para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y con ello identificar los distintos escenarios de iluminación presentes en el lugar y distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar.

El capítulo 5 establece un estudio de la iluminación de la planta baja de un edificio académico de una institución de educación superior. Las intensidades de iluminación se encontraron en todas las áreas que integran la planta baja del edificio académico a través del programa de simulación de luminarias (Dialux). En este escenario se observa que un buen diseño de iluminación puede reducir el consumo de energía eléctrica, e incluso con una distribución adecuada se podría llegar a reducir el número de luminarias a emplear en el espacio arquitectónico.

El capítulo 6 describe las acciones realizadas para evaluar teórica y experimentalmente las condiciones de iluminación de una biblioteca. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio evaluar midiendo por medio del dispositivo luxómetro las intensidades de iluminación del espacio arquitectónico con el objetivo de identificar aquellos espacios con necesidades de iluminación. Se exportaron al programa Dialux, las plantas arquitectónicas para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y con ello identificar los distintos escenarios de iluminación presentes en el lugar y distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Para finalizar se estableció una propuesta de iluminación comparando los resultados con el programa Dialux.

El capítulo 7 aborda las acciones realizadas para evaluar teóricamente las condiciones de iluminación de una casa habitación existente, la cual requería mejorar el diseño de iluminación. Se realizó inicialmente un proceso de análisis de la vivienda. Se exportó el diseño de AutoCAD al programa Dialux para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y distinguir las variaciones de iluminación para realizar las propuestas que mejoren y no repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Para finalizar, se estableció el mejor diseño de iluminación que cumpla con los requerimientos.

Capítulo 1 Estudio de iluminación de una parada de autobús ubicada en la comunidad de El Saucillo en el municipio de Huichapan Hidalgo

SERRANO-ARELLANO, Juan†*¹, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos¹, AGUILAR-CASTRO, Karla María². MACÍAS-MELO, Edgar Vicente²

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México..*

²*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División de Ingeniería y Arquitectura, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, C.P. 86040, México.*

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 2^{do} Coautor: *Karla María, Aguilar-Castro* / **ORC ID:** 0000- 0003- 2611- 2820

ID 3^{er} Coautor: *Edgar Vicente, Macías-Melo* / **ORC ID:** 0000-0003- 0107- 766X

1.1 Resumen

Las paradas de autobús son lugares dentro del recorrido de los autobuses de transporte público donde éstos se detienen para permitir el ascenso y descenso de los pasajeros. Actualmente, estos lugares se centran, en la mayoría de los casos, en ser únicamente puntos de enlace y de acceso al sistema de tránsito. El objetivo de este estudio es cambiar esta forma de ver el servicio que se ofrece e intentar transmitir la parada de autobuses como la experiencia de usuario en un lugar confortable. Se pretende lograr un concepto que proporcione la máxima comodidad en sentido de tomar en cuenta las necesidades de iluminación de los usuarios, para ello se estableció una propuesta de diseño de la parada de autobús considerando un sistema de iluminación, posteriormente se llevó el diseño a la plataforma del programa de simulación de iluminación DiaLux con el objetivo de realizar la modelación del sistema de iluminación y con ello establecer el desempeño lumínico en la parada de autobús considerando el sistema de iluminación propuesto. Se observó que derivado de la modelación se estableció el tipo de luminaria que produjo un ahorro energético mayor en este sentido las lámparas led tuvieron un comportamiento óptimo. De esta manera, se ha fijado un caso de estudio sin ser el condicionante para el diseño, sólo para el estudio previo y visualización del comportamiento de los usuarios potenciales y con la intención de ser una parada genérica que puede adaptarse a cada entorno por los requerimientos y restricciones marcados debido a su modularidad.

Iluminación, sustentabilidad, energía

1.2 Abstract

The bus stops are within the route of the public transport buses, where they stop to allow the ascent and descent of the passengers. Currently, these places are focused, in most cases, on the link and access to the transit system. The objective of this study is to change this way of viewing the service offered and try to transmit the Bus stop as the user experience in a comfortable place. You can achieve a concept that provides maximum comfort in the sense of considering illumination of the users, for it a proposal of design of the stop of a laboratory was established considering a lighting system of last generation. The design of the platform of the simulation program of lighting DiaLux with the objective of realizing the modeling of the system of lighting and thereby establish the light performance at the bus stop considering the proposed lighting system. It was observed that the result of moderation was established in the type of luminaire that produced greater energy savings in this regard. In this way, a case study has been established without the condition for the design, study and view of the behavior of potential users and with the intention of being a generic stop that can adapt to all the requirements and restrictions set due to its modularity.

Lighting, sustainability, energy

1.3 Introducción

La sociedad a la que nos dirigimos, eminentemente urbana, compleja, y más envejecida deberá hacer frente a necesidades cambiantes en los próximos años, planteando con ello el reto de buscar soluciones que tengan en consideración un enfoque sostenible e integrador de los problemas. El modelo predominante de crecimiento económico y demográfico ha propiciado la concentración de la población mundial en las áreas urbanas: más de la mitad de las personas habita actualmente en ciudades, y para los países más desarrollados se espera que este porcentaje pase del 78% al 86% en el año 2050 [1].

La sostenibilidad de las ciudades se fundamenta en tres pilares: Económico, Social y Medioambiental lo que deriva en que las ciudades posean una calidad de vida que conlleve al bienestar de los ciudadanos. Los elementos de calidad de vida de una ciudad radica en los siguientes rubros: entorno social, ambiente, movilidad así como crecimiento y desarrollo.

El diseño de espacios urbanos para mejorar la movilidad de todos los habitantes es uno de los objetivos principales en la planeación y diseño de una ciudad. La importancia de la iluminación en las paradas de autobuses es muy importante en todas partes del mundo en la Ciudad de México principalmente es por la inseguridad del usuario de transporte público ya que en algunas zonas con poca iluminación los delincuentes aprovechan estos espacios públicos para ultrajar de sus pertenencias a las personas es por eso que se pretende establecer una propuesta de diseño de parada de autobús y con ello establecer una buena iluminación en esta parada de autobús en específico empleada por los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan así como de la ciudadanía en general. Parada de bus, paradero o estación de bus son aquellas instalaciones que permiten la concentración de personas para la espera de varias líneas de transporte público colectivo de viajeros por vialidades que tienen en la ciudad.

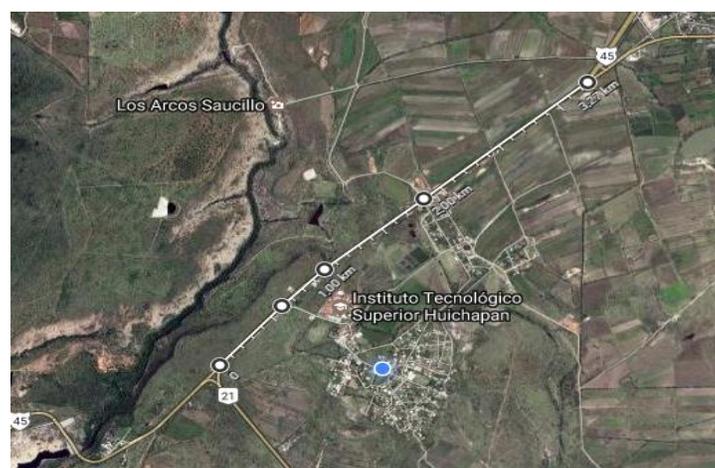
El espacio público en la estación de bus para, se da como un lugar de encuentro, comunicación y relación, que se produce en la ciudad en forma conflictiva, fragmentada y contradictoria, ya que es un espacio social, simbólico, vivido y apropiado por individuos y grupos diferentes, que tienen un papel activo en la definición del orden urbano y en la producción de la forma, la estructura y las actividades socioeconómicas y político-culturales, de igual manera se hace referencia a la estación de bus como un bien común, singular porque es una creación social, construido para comunicar a la ciudad indicando la lógica del tránsito así como un espacio que se apropia simbólicamente, por conocimiento, experiencia [2]. Una de las preocupaciones más sensible en el sistema de movilidad respecto a las instalaciones dentro y en los accesos, la falta de iluminación adecuada al interior de los diferentes medios de transporte, transbordos desiertos, rincones, escondites en los trayectos y principalmente en las paradas, son algunas de las condiciones ambientales que caracterizan los espacios asociados a la movilidad urbana [3].

En conclusión los usuarios de transporte público urbano desean iluminación, seguridad, comodidad, difusión de mapas de recorrido de buses con el tiempo de llegada concreta y eventos culturales a través de una pantalla digital en las paradas de autobús. En la parada de autobús que analizamos, presenta problemas de un buen diseño que cumpla con las expectativas del usuario asimismo la principal problemática es que en su diseño no incorpora iluminación lo que genera un punto de oscuridad generando inseguridad en el usuario, por ende la presente investigación se hace la propuesta de un rediseño de la parada de autobús incorporando un sistema de iluminación LED que ofrezca comodidad, funcionalidad, estética y comodidad.

1.4 Caso de Estudio

La para de autobús que se estudia se localiza en la comunidad del Saucillo municipio de Huichapan, Hidalgo, dentro del corredor vial de la carretera Federal 45 Portezuelo-Palmillas en el tramo El Saucillo-Huichapan. En la Figura 1 se identifica el corredor vial donde se localiza la parada de autobús en análisis.

Figura 1 Corredor Vial Saucillo-Huichapan en la carretera Federal 45 Portezuelo-Palmillas en el tramo El Saucillo-Huichapan, a la altura del Saudicillo Huichapan, Hgo.



Fuente: Google Earth

La Figura 2 muestra la ubicación de la parada de autobús en el punto de intersección de la carretera Federal 45 Portezuelo-Palmillas con entrada a la comunidad del Saucillo.

Figura 2 Parada de autobús e intersección de la carretera Federal 45 Portezuelo-Palmillas con entrada a la comunidad del Saucillo



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3 se aprecia la parada de autobús que se analiza para solucionar problemáticas de iluminación, confort y seguridad, se percibe a simple vista las condiciones por las cuales se pretende rediseñar y dar solución con ello a las problemáticas que se presentan.

Figura 3 Parada de autobús donde se establecerá una propuesta de diseño de iluminación

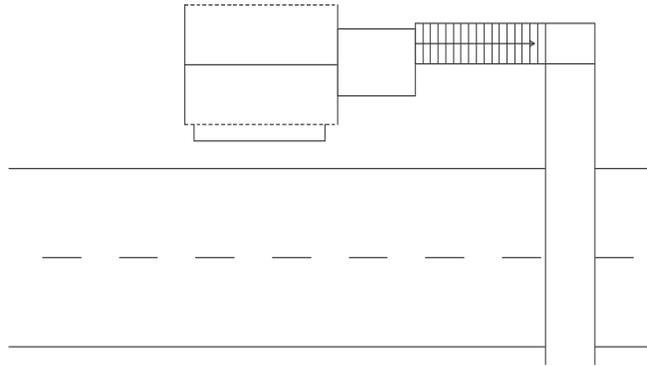


Fuente: Elaboración Propia

1.5 Materiales y métodos

Como punto inicial se procede a realizar un levantamiento arquitectónico del área de análisis y con el programa AUTOCAD se proyectará la parada de autobús en su diseño inicial para posteriormente establecer la propuesta de diseño, así como el sistema de iluminación. En la Figura 4 se observa la vista en planta del levantamiento arquitectónico de la parada de autobús.

Figura 4 Vista en planta del levantamiento arquitectónico de la parada de autobús



Fuente: Elaboración Propia

La propuesta de diseño de la parada de autobuses trae consigo resolver todas las problemáticas de iluminación, confort, y seguridad de tal manera se pretende que este nuevo diseño sea de manera cerrada para prevenir las partículas de polvo y amplia para una mejora visual, además se incorporan bancas para comodidad del usuario y sobre todo brindar la seguridad de un lugar iluminado. En la Figura 5 se muestra un render de la propuesta de diseño de la parada de autobús.

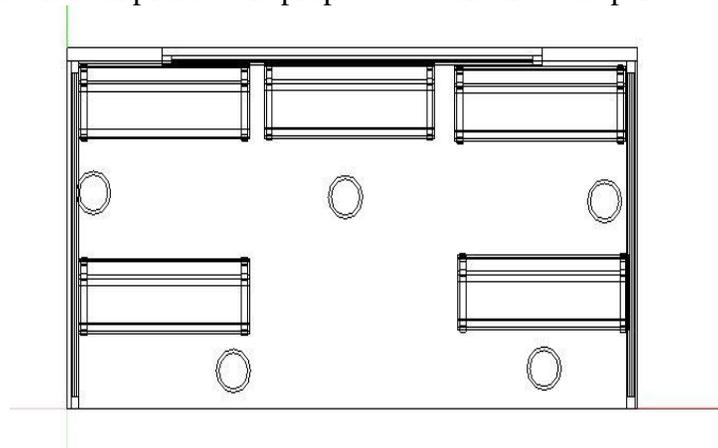
Figura 5 Propuesta de diseño de la parada de autobús



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6 se distingue la vista en la planta de la propuesta de diseño de la parada de autobús.

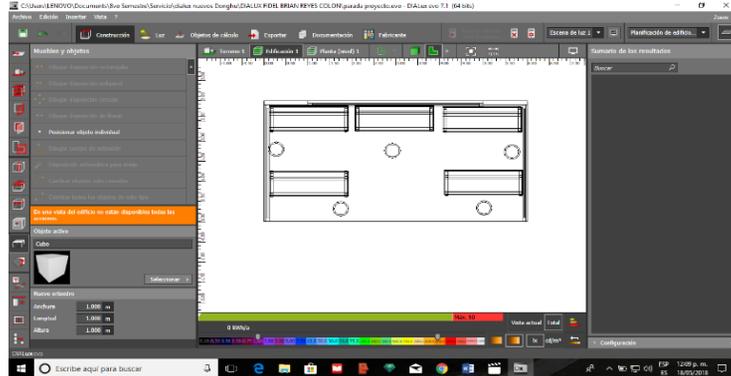
Figura 6 Vista en plano de la propuesta de diseño de la parada de autobús



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente se exportó el diseño de la parada de autobús que fue elaborada en el programa Autocad al programa de simulación lumínica Dialux para su modelación en 3D y con ello colocar las luminarias para poder realizar la simulación. En la Figura 7 se identifica el plano del diseño de la propuesta de la parada de autobús en el programa Dialux para su procesamiento.

Figura 7 Plano del diseño de la propuesta de la parada de autobús en el programa Dialux para su procesamiento



Fuente: Elaboración Propia

En las Figuras 8 y 9, se muestran un par de vistas en 3D de lo que es el modelado en el programa DiaLux, en las cuales se puede apreciar las propuestas de lo que será el área de espera con bancas y sus respaldos para una mejor confort, a lo cual se colocó un área cerrada con acrílico reforzado para una mejor visibilidad en un Angulo de 180 grados frontal a la carretera federal, con una implementación de 5 luminarias circulares que brinden luz para una mejor visibilidad para un horario matutino y vespertino, con todo estos aspectos se resolverá las problemáticas de inseguridad, confort y diseño.

Figura 8. Vista lateral en modelado 3D de la parada de autobús en el programa Dialux.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9. Vista frontal en modelado 3D de la parada de autobús en el programa Dialux.

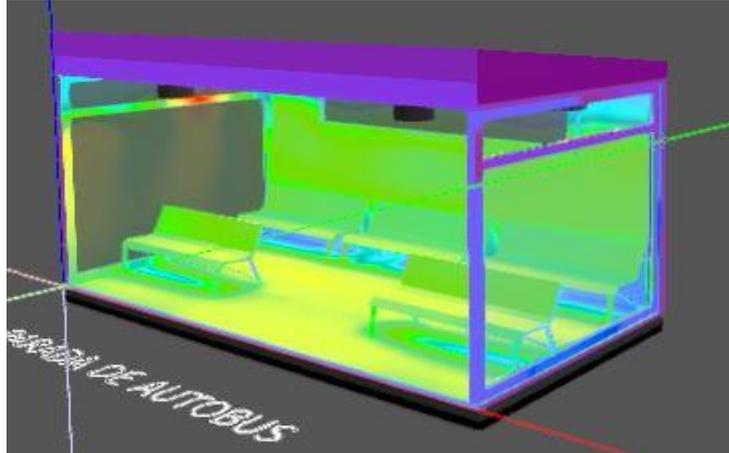


Fuente: Elaboración Propia

1.6 Resultados

Se eligió una lámpara de halógeno metálico por su conveniencia estética y de ahorro energético. En la Figura 10 se observa la intensidad lumínica que obtendrá el proyecto con las luminarias propuestas, teniendo en cuenta la intensidad lumínica en este tipo de zonas.

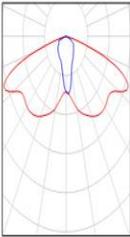
Figura 10 Intensidad lumínica dentro de la parada de autobús con la propuesta de luminarias



Fuente: Elaboración Propia

En las Figuras 11 y 12 identificamos las características generales del tipo de luminaria a implementar, tales como grados de reflexión y consumo energético.

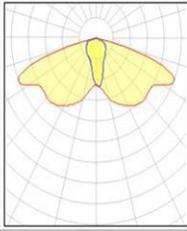
Figura 11 Características generales del tipo de luminaria a implementar, tales como grados de reflexión y consumo energético

parada proyecto		20/03/2018		DIALux	
parada proyecto / Lista de luminarias					
parada proyecto					
Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)				
5	Rexel Finland - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S Emisión de luz 1 Lámpara: 1xGE CMH70/TT/UVC/730/E27/Streetwise Grado de eficacia de funcionamiento: 67.26% Flujo luminoso de lámparas: 7300 lm Flujo luminoso de las luminarias: 4910 lm Potencia: 84.0 W Rendimiento lumínico: 58.5 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xGE CMH70/TT/UVC/730/E27/Streetwise: CCT 3000 K, CRI 70				
Flujo luminoso total de lámparas: 36500 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 24550 lm, Potencia total: 420.0 W, Rendimiento lumínico: 58.5 lm/W					

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Características generales del tipo de luminaria a implementar, tales como grados de reflexión y consumo energético

Emisión de luz 1					
Equipo disponible	Potencia nominal de lámpara	Flujo de lámpara	Eficiencia luminosa	CCT	CRI
1 x Lámpara de halogenuro metálico	70 W	7300 lm	58 lm/W	3000 K	70
1 x Lámpara de halogenuro metálico	70 W	7500 lm	60 lm/W	2800 K	83

	<p>Enchufe: E27</p> <p>LOR: 67 %</p> <p>Flujo total: 4910 lm</p> <p>Potencia total: 84 W</p>
---	--

<p>Tipo de Montaje</p> <p>Montaje en techo, Mástil integrado</p> <p>Forma y medidas</p> <p>Altura ajustable: 242 mm</p> <p>Diámetro: 363 mm</p> <p>Ajustabilidad</p> <p>Fijo</p>	<p>Diseño</p> <p>Color de carcasa: Negro, Antracita / Grafito, Gris plateado</p> <p>Eléctrico</p> <p>Potencia: 84 W</p> <p>Protección</p> <p>IP: 66</p>
---	--

Fuente: Elaboración Propia

1.7 Conclusiones

El objetivo del diseño es que el usuario se sienta parte de este espacio más confortable y agradable, la iniciativa nace de la necesidad de cambiar el comportamiento del ciudadano, esta parada de autobús puede educar a los usuarios y generar un cambio positivo en la sociedad.

Las premisas resultantes de esta investigación respecto a la movilidad sustentable y las ventajas de contar con paradas de autobús accesibles y seguras son las siguientes: las paradas son puntos de enlace, facilitan el movimiento e interacciones, las paradas en el mismo carril ahorran tiempo, el diseño universal es un diseño equitativo e incluyente, el diseño debe de estar orientado a la seguridad e integrar el diseño de vehículos y plataformas.

En el rubro del diseño debe de estar orientado a la seguridad, por esa misma razón, ofrecen algunos elementos de diseño que ayudan a lograrlo, incluyendo la consideración de que las paradas estén cerca de áreas de actividad durante todo el día, que los refugios y los puestos sean vistos como lugares de espera e iluminación a escala humana. En otras palabras, luminarias diseñadas para personas y no para automóviles.

Al hacerlo, la organización afirma que los pasajeros pueden tomar mejores decisiones cuando planean dónde y cuándo tomar el transporte público.

1.8 Referencias

[1] Zarca, L., Nebro, J., Jambrino, C., & Pérez, C. (2017). ACCESIBILIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO COLECTIVO URBANO: UNA OPORTUNIDAD PARA LAS TIC´ S. WPS Review International on Sustainable Housing and Urban Renewal RI-SHUR, 1(5).

[2] Arce Calle, K. E. (2017). Parada de bus como espacio público de comunicación (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).

[3] Soto Villagrán, P., Aguilar Esteva, A., Gutiérrez Fernández, E., & Castro Reséndiz, C. (2017). Evaluación de impacto del programa “Viajemos Seguras en el Transporte Público en la Ciudad de México”: Aportes al diseño e implementación de políticas de prevención de la violencia de género en espacios públicos. Inter-American Development Bank.

Capítulo 2 Estudio teórico de iluminación de un edificio histórico en Huichapan, Hidalgo

RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos†¹, LÓPEZ-LARA, Teresa², HERNÁNDEZ-ZARAGOZA, Juan Bosco², SERRANO-ARELLANO, Juan¹

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411*

²*Universidad Autónoma de Querétaro, División de estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, Centro Universitario*

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 1^{er} Coautor: *Teresa, López-Lara* / **ORC ID:** 0000-0001-7289-7919, **CVU CONACYT ID:** 120678

ID 2^{do} Coautor: *Juan Bosco, Hernández-Zaragoza* / **ORC ID:** 0000-0002-3680-7573, **CVU CONACYT ID:** 33932

ID 3^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

2.1 Resumen

La iluminación adecuada es de suma importancia para mejorar, desde un punto de vista artístico, la extensión de la superficie y los detalles decorativos de los edificios de patrimonio arquitectónico considerados valiosos. Cuando están bien iluminados, los edificios monumentales pueden convertirse para los espectadores en una parte esencial de la ciudad. Hoy en día, para los planificadores de diseño que se ocupan de la mejora de los edificios, cuyo diseño arquitectónico debe ser valorizado, el verdadero desafío es combinar los requisitos artísticos de iluminación con una gestión económica escrupulosa con el fin de limitar la demanda de energía y respetar el medio ambiente. Por estos motivos, este estudio de caso examina el alumbrado de una fachada monumental de un edificio histórico del poblado de Huichapan, Hidalgo. En la actualidad se carece de una instalación de alumbrado por lo que se propone un escenario que presenta lámparas LED para iluminar la fachada monumental. Dicha propuesta se realizó a través del programa DIALux. Este estudio lleva a la conclusión de que los niveles de iluminación con lámparas LED son una buena alternativa para alcanzar los valores de alumbrado en un sentido artístico y económico.

Iluminación, sustentabilidad, energía

2.2 Abstract

Adequate lighting is of utmost importance to improve, from an artistic point of view, the extension of the surface and the decorative details of the buildings of architectural heritage considered valuable. When well-lit, monumental buildings can become an essential part of the city for spectators. Today, for design planners dealing with the improvement of buildings, whose architectural design must be valued, the real challenge is to combine the artistic requirements of lighting with a scrupulous economic management in order to limit the demand for energy and respect the environment. For these reasons, this case study examines the lighting of a monumental facade of a historic building in the town of Huichapan, Hidalgo. Currently, there is no lighting installation, so a stage with LED lamps is proposed to illuminate the monumental façade. This proposal was made through the DIALux program. This study leads to the conclusion that the levels of lighting with LED lamps are a good alternative to achieve the values of lighting in an artistic and economic sense.

Lighting, sustainability, energy

2.3 Introducción

La arquitectura no es la misma vista a plena luz del día y durante la noche. Los monumentos históricos, catedrales o edificios siempre lucirán diferente por las noches y para apreciar la estética de la construcción esta se definirá por la iluminación. Para ello, hay que medir con datos objetivos y significativos los procesos energéticos que se producen, para determinar dónde es posible y conveniente su aplicación y establecer un diagnóstico energético con las soluciones a aplicar, para determinar con precisión el grado de eficiencia que se requiere.

De esa manera, es necesaria la identificación del consumo energético, que puede definirse como la respuesta a la pregunta de cómo, dónde y cuánta energía es empleada o desperdiciada y para ello, además del análisis del consumo eléctrico se requieren los perfiles energéticos, para establecer las áreas potenciales de ahorro de energía. Por esta razón se hace un análisis en un patio central de fachadas monumentales del portal del diezmo, Huichapan Hidalgo donde claramente no cuenta con ningún elemento de iluminación artificial, aprovechando el espacio arquitectónico solamente la luz natural lo que deriva en hacer uso del programa DiaLux para poder proponer una luminaria adecuada y ayudar con ello a que no se haga un mal uso de iluminación y poder tener una buena eficiencia energética.

En los últimos años, la atención prestada al sector de la iluminación ha aumentado y, en particular, la actitud hacia la iluminación de los espacios al aire libre ha cambiado durante este tiempo. Se ha prestado más atención a los programas de mejora para las ciudades y a las diferentes formas de experimentar las áreas urbanas: se ha promovido la identidad de los sitios del patrimonio cultural y arquitectónico para que las ciudades sean más placenteras y habitables durante la noche. Hoy en día, el número de personas que realizan actividades al aire libre durante la noche es mayor, y la iluminación adecuada de los espacios al aire libre es uno de los factores que ha llevado a este fenómeno generalizado.

La iluminación adecuada, además de crear un entorno más seguro, también debe permitir al espectador disfrutar de la atmósfera y al mismo tiempo revelar las formas y características de la ciudad [1]. Varias veces se ha subrayado cómo la iluminación puede afectar las sensaciones personales. Existe un marco normativo específico regulador para la iluminación ornamental de edificios históricos o arquitecturas singulares, dado que la iluminación de monumentos afecta a otras esferas vitales de la sociedad, sí conviene tener presentes todas aquellas regulaciones relacionadas con la conservación del Patrimonio, la conservación energética y la conservación del paisaje nocturno.

En la última década, la importancia de la eficiencia energética en edificios históricos ha aumentado enormemente, evidenciado por los muchos proyectos de investigación e iniciativas que se vienen llevado a cabo. El objetivo de fusionar medidas de eficiencia energética y confort térmico interno con el requisito de mantener importancia cultural e histórica de los edificios motiva ingenieros mecánicos, arquitectos, historiadores, instituciones públicas y propietarios privados para trabajar juntos [2].

Es obvio que instalaciones propias de nuestra época que precisan de tendidos de cable pueden provocar daños físicos en un edificio histórico, así como el anclaje de luminarias en fachadas, cornisas o cubiertas. También la aparición de aparatos sobre partes del edificio o en el entorno del mismo, modifica la visión diurna del monumento distorsionando su imagen tradicional. El paisaje nocturno es devolver a la ciudadanía el derecho a la contemplación de la bóveda celeste. Hay que tener presente que la forma más generalizada de iluminación de monumentos es por inundación de luz, lo que significa que la mayor parte del flujo luminoso se emita hacia el hemisferio superior. Es decir, que se trata de una de las prácticas de iluminación más contaminantes.

La iluminación en centros históricos “facilita la integración, uniendo los diferentes barrios y permite a las municipalidades controlar los vínculos sociales de la vida nocturna” [3]. El control de luminancias en el campo visual para garantizar un adecuado equilibrio de luminancias en el puesto de trabajo es importante controlar los valores de luminancia del techo y de las paredes. En general, para el diseño del alumbrado en interiores se emplea la tabla de luminancias.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el proyecto pretende hacer una evaluación de la iluminación en el edificio histórico conocido como “La casa del Diezmo” ubicado en Huichapan, Hidalgo. Lo que se pretende lograr es un análisis lumínico con el objetivo de lograr la iluminación de una fachada del recinto, pero que a la vez no perjudique la parte monumental de esta, pero esto implica un aumento tanto de la potencia total a instalar como del consumo de energía debido a sus valores de eficiencia específicos. Para esto se propone una solución que se caracteriza por lámparas LED gracias a los altos valores de eficiencia específica de las lámparas LED, esto presenta una eficiencia aceptable dentro de nuestro escenario. Para este tipo de evaluación, se utilizó el software DiaLux.

2.4 Caso de Estudio

La Casa del Diezmo se ubica en la cabecera municipal de Huichapan Hidalgo, México; su construcción se inició en el año de 1784, el lugar fue destinado para la recaudación de diezmos, siendo propiedad de la parroquia que era administrada por algunos clérigos diocesanos, durante la época Virreinal, la Iglesia resguardaba en este lugar las primicias y el diezmo de todas las poblaciones de la cabecera jurisdiccional de Jilotepec. En el Siglo XIX este Monumento fungió como punto estratégico en dos importantes momentos históricos: 5 de Mayo de 1813. José Tomás Vicente de la Santísima Trinidad Villagrán El Chito, Jefe de Plaza de Huichapan participa heroicamente en contra de los Realistas encabezados por el General Pedro Monsalve durante el movimiento Independentista. 7 de Julio de 1861. Destaca la valentía de las hermanas Pilar y Florencia Villagrán, Simona Gómez y del niño Bernabé Villagrán en la defensa de la ciudad de Huichapan durante la lucha de Reforma. Una vez establecida la paz, en el México Independiente el Jefe Político Distrital pone en custodia éste y otros inmuebles a la sociedad civil de Huichapan.

Las Figuras 1 y 2 muestran los espacios arquitectónicos externos de la “La Casa del Diezmo” en donde se realizará el análisis y la propuesta de iluminación.

Figura 1 Patio central de “La Casa del Diezmo”



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2. Fachada de “La Casa del Diezmo” donde se realizar la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

Observamos los rasgos arquitectónicos de la fachada exterior del recinto que analizaremos, la fachada describe un trazo lineal de piedra mamposteada. Los materiales que se emplearon en la construcción de la fachada son prácticamente materiales naturales y del lugar. Construida con muros gruesos y pesados de piedra, siendo el espesor mínimo empleado de los muros de 30 cms. El acabado final de la fachada es con base a pintura con cal.

El espacio exterior arquitectónico consiste en con gran patio central, puertas de madera virreinales con marco de cantera labrada, en la parte de ventanas son de forma cuadrada y a la vez semi circulares sin marco, en la fachada se encuentran ubicadas escaleras que dirigen a la segunda planta donde a la vez se muestran seis arcos toda esta parte identificamos piedra mamposteada, se observan dos jardineras en la fachada posterior misma que incorpora cuatro arcos en su retícula, integra una gran puerta de acceso estructurada de acero, a los costados se aprecian dos puertas con marcos de cantera, las puertas se encuentran fabricadas de madera, flanqueando a las puertas identificamos maseteros en gran parte de esa área, la fachada está pintada de color anaranjado en la fachada izquierda encontramos solo puertas de acceso y una jardinera con marcos de cantera.

En las Figuras 3,4 5 y 6 identificamos los detalles arquitectónicos del espacio exterior de “La casa del Diezmo”.

Figura 3 Fachada principal de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4 Fachada lateral de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 Fachada posterior de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Fachada izquierda de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



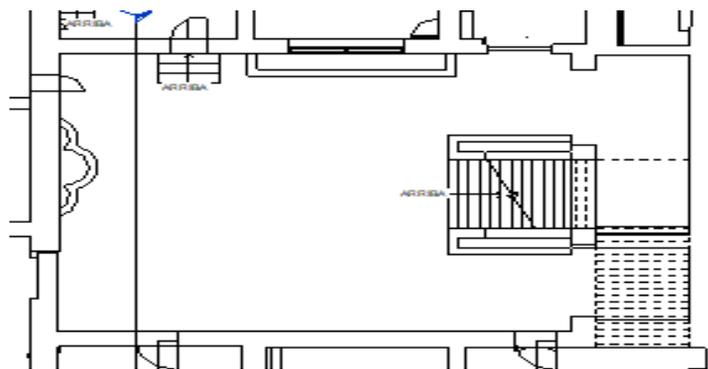
Fuente: Elaboración Propia

2.5 Materiales y métodos

Para hacer una instalación de iluminación adecuada que optimice los costos de energía y mantenimiento, nos enfocamos a realizar el levantamiento arquitectónico del recinto histórico, una vez establecidas las dimensiones de toda la edificación con ayuda de distanciómetro y flexómetro se obtuvieron los valores de iluminación presentes en el espacio arquitectónico exterior a analizar con el luxómetro.

En la Figura 7 identificamos la planta arquitectónica del patio central de “La casa del Diezmo” donde se ubica la fachada en donde se evaluará la iluminación.

Figura 7 Planta arquitectónica de las cuatro fachadas del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 1 observamos de acuerdo a los materiales presentes en las diversas fachadas del patio central del edificio histórico, identificamos los siguientes valores de reflexión de los materiales.

Tabla 1 Materiales presentes en las diversas fachadas del patio central del edificio histórico con su valor de reflexión.

Superficie examinada	Material de la superficie examinada	Coefficiente de reflexión (%)
Fachada Principal	Piedra mamposteada	25
Fachada Lateral	Piedra mamposteada	25
Fachada Trasera	Piedra mamposteada y pintura	$25+50=75$
Fachada Izquierda	Piedra mamposteada	25

Fuente: Elaboración Propia

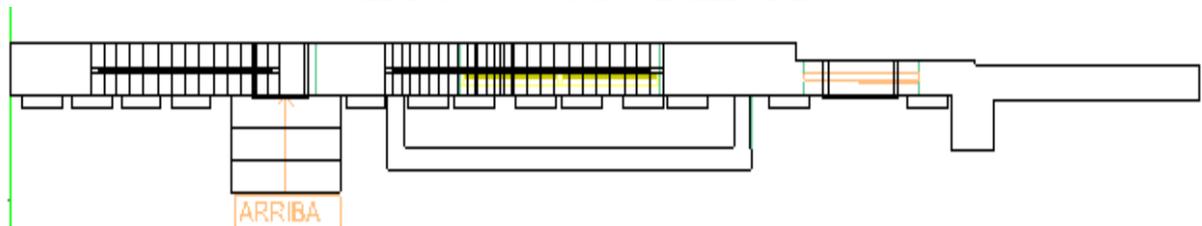
Una vez que se dibujó la planta arquitectónica del patio central del recinto histórico con la ayuda del programa Autocad se importó al programa de modelación de iluminación “Dialux”. En la Figura 8 observamos la modelación 3D de la planta arquitectónica de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación.

Figura 8 Modelación 3D de la planta arquitectónica de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9 Planta arquitectónica de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación.



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 10 observamos el levantamiento 3D de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación.

Figura 10 Levantamiento 3D de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación

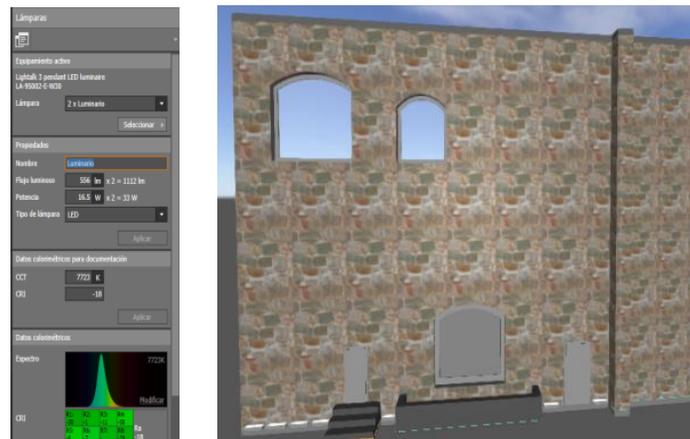


Fuente: Elaboración Propia

Dentro del programa Dialux se ingresaron los valores de longitud y altura de la fachada a analizar así como la configuración de puertas y ventanas. El programa viene acompañado con una serie de campos en donde nos arrojará la siguiente información: superficie, resultado, media, min, max, intensidad lumínica, luminaria, potencia, rendimiento lumínico, suma total de luminarias, potencia específica de conexión, las magnitudes de consumo de energía y consumo. Para esto hay que insertar los parámetros reales de iluminación para llevar a cabo la simulación lumínica. Asimismo, se colocó la textura y acabados correspondientes al escenario real que presenta la fachada.

En la Figura 11 denotamos los parámetros de iluminación a considerar en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación.

Figura 11 Parámetros de iluminación a considerar en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo” donde se realizará la evaluación de iluminación.



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente viene lo que es la colocación de luminaria, pero para esto hay que proponer la luminaria que nos lleve a lograr nuestros objetivos, en este caso la que se propone implementar en la edificación histórica cumple con las siguientes especificaciones comerciales: En la Tabla 2 identificamos las especificaciones del tipo de luminaria a proponer para la simulación de iluminación.

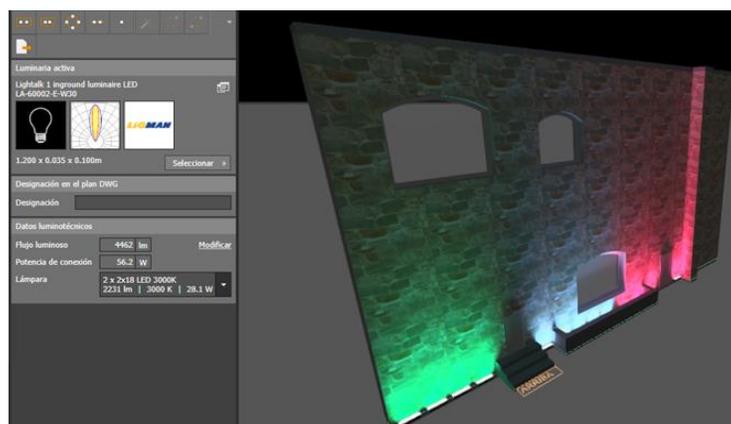
Tabla 2 Identificamos las especificaciones del tipo de luminaria a proponer para la simulación de iluminación

Especificaciones	
Barras leds	Barras leds
Material cuerpo	Aluminio extruido
Material difusor	Vidrio templado
Instalación del producto	Sobreponer en piso
IP	65 color gris
Garantía	5 años
Direccionamiento vertical	90°
Consumo total	33w
Flujo de salida	1112 lm

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 12 visualizamos la simulación lumínica con el tipo de luminaria propuesta en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”.

Figura 12 Simulación lumínica con el tipo de luminaria propuesta en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 13 se visualiza la luminaria propuesta en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”.

Figura 13 Luminaria propuesta en la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”



Fuente: Elaboración Propia

2.6 Resultados

En la Figura 14 se identifica la Luminaria tipo LED propuesta para la simulación lumínica con Dialux de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”.

Figura 14 Luminaria tipo LED propuesta para la simulación lumínica con Dialux de la fachada del patio central de “La Casa del Diezmo”

Proyecto real			
Número de unidades	Luminaria (Emisión de luz)		
4	Ligman Lighting Co. Ltd - LA-95002-E-W30 Lighttak 3 pendant LED luminaire Emisión de luz 1 Lámpara: 2xLuminario Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 1112 lm Potencia: 33.0 W Rendimiento lumínico: 33.7 lm/W Indicaciones colorimétricas 2xLuminario: CCT 7723 K, CRI -18	Depone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
5	Ligman Lighting Co. Ltd - LA-95002-E-W30 Lighttak 3 pendant LED luminaire Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLuminario, 1xLuminario Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 1112 lm Potencia: 33.0 W Rendimiento lumínico: 33.7 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xLuminario: CCT 2722 K, CRI 99	Depone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
4	Ligman Lighting Co. Ltd - LA-95002-E-W30 Lighttak 3 pendant LED luminaire Emisión de luz 1 Lámpara: 1xLuminario, 1xLuminario Fotometría absoluta Flujo luminoso de las luminarias: 1112 lm Potencia: 33.0 W Rendimiento lumínico: 33.7 lm/W Indicaciones colorimétricas 1xLuminario: CCT -, CRI -	Depone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
Flujo luminoso total de lámparas: 14456 lm, Flujo luminoso total de luminarias: 14456 lm, Potencia total: 429.0 W, Rendimiento lumínico: 33.7 lm/W			

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 3 identificamos los valores resultantes respecto a la luminaria propuesta concerniente al flujo luminoso, potencia y rendimiento lumínico.

Tabla 3. Valores resultantes respecto a la luminaria propuesta concerniente al flujo luminoso, potencia y rendimiento lumínico

Número de unidades	Flujo luminoso de las luminarias	Potencia	Rendimiento lumínico
4	1112 lm	33.0 W	33.7
5	1112 lm	33.0 W	33.7
4	1112 lm	33.0 W	33.7
TOTAL 13	14456 m	429 W	33.7 lm/W

Fuente: Elaboración Propia

2.7 Conclusiones

En la presente investigación concerniente a la evaluación lumínica de una fachada monumental del edificio histórico de la casa del diezmo en Huichapan Hidalgo, se llevó a cabo una propuesta de iluminación escenográfica de la fachada y con ello establecer una simulación lumínica con el programa Dialux del espacio arquitectónico exterior, lo que derivó en proponer dispositivos LED, arrojando un total de 13 luminarias LED de 33 W con un flujo total de luminarias de 14456 lm , una carga total de 429 W y su rendimiento lumínico de 33.7 lm/W. De acuerdo al análisis de la eficiencia lumínica en el área del diezmo identificamos que para proponer una sistema de iluminación necesitamos inicialmente realizar un análisis – simulación de las luminarias a emplear antes de elegir desde un cierto tipo de luminaria, así como una cierta retícula a emplear ya que al no realizar este estudio previo se hace un mal uso del concepto de iluminación en un determinado espacio arquitectónico. Si extrapolamos este estudio a grandes espacios lograremos un ahorro considerable de ahorro tanto energético como económico.

Como se puede ver en el estudio de caso, es completamente posible alcanzar los objetivos de una mejor eficiencia energética de una manera que sea rentable y sensible al aspecto histórico del edificio. Mediante el uso de modelos de simulación, es posible mejorar el funcionamiento y las propiedades inherentes de un recurso histórico particular.

Como se observa el programa Dialux es una manera o herramienta eficaz para poder analizar y desarrollar una mejora de iluminación, así como la forma detallada de la luminaria establecida.

2.8 Referencias

- [1] Salata, F., Golasi, I., Falanga, G., Allegri, M., de Lieto Vollaro, E., Nardecchia, F., ... & Vollaro, A. D. L. (2015). Maintenance and energy optimization of lighting systems for the improvement of historic buildings: A case study. *Sustainability*, 7(8), 10770-10788.
- [2] Martínez-Molina, A., Tort-Ausina, I., Cho, S., & Vivancos, J. L. (2016). Energy efficiency and thermal comfort in historic buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 70-85.
- [3] Collin Delavaud, A. (2010). ¿Aparición de una nueva cultura patrimonial en américa latina a través de los centros históricos en “re-construcción”? *Investigación & Desarrollo*, 16(1).

Capítulo 3 Estudio teórico-experimental de la iluminación de una oficina docente de una institución de educación superior ubicada en el municipio de Huichapan, Hidalgo

SERRANO-ARELLANO, Juan†*¹, AGUILAR-CASTRO, Karla María², MACÍAS-MELO, Edgar Vicente², RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos¹

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411*

²*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División de Ingeniería y Arquitectura, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, C.P. 86040, México*

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Karla María, Aguilar-Castro* / **ORC ID:** 0000- 0003- 2611- 2820

ID 2^{do} Coautor: *Edgar Vicente, Macías-Melo* / **ORC ID:** 0000-0003- 0107- 766X

ID 3^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

3.1 Resumen

Este trabajo describe las acciones realizadas para evaluar teóricamente y experimentalmente las condiciones de iluminación presente en una oficina académica. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio para evaluar, posteriormente se planteó dentro del espacio arquitectónico una retícula espacial con el objetivo de realizar la toma de datos de iluminación por medio del luxómetro, a partir de la toma de datos identificamos la intensidad de iluminación presente en cada punto de la malla espacial y con ello establecer un gráfico 3D donde se aprecia las diferentes intensidades de iluminación dentro del espacio arquitectónico. Con la retícula y la toma de datos se utilizó el programa Dialux para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y con ello identificar los distintos escenarios de iluminación presentes en el lugar y distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Gracias a este proceso se logró establecer que podemos mejorar la iluminación dentro del espacio arquitectónico, así como con base a los porcentajes de intensidad obtenidos, se puede plantear una mejor manera de reducir el consumo de energía, mejorar la distribución de luminarias, el tipo de luminaria a utilizar y en qué espacio emplearla.

Iluminación, sustentabilidad, energía

3.2 Abstract

This work describes the actions taken to evaluate theoretically and experimentally the lighting conditions present in an academic office. Initially, a process of space analysis was carried out, then a spatial grid was proposed within the architectural space with the objective of making the lighting data by means of the luxmeter, from the data collection we identify the current illumination intensity in each point of the spatial mesh and with it to establish a 3D graphic where the different intensities of illumination within the architectural space can be appreciated. With the reticle and the data collection, the Dialux program was used to perform various simulations of lighting intensity and thereby identify the different lighting scenarios present in the place and distinguish the variations in lighting that affect the user's performance, health and well-being. Thanks to this process it was possible to establish that we can improve lighting within the architectural space as well as based on the percentages of intensity obtained, a better way to reduce energy consumption, improve the distribution of luminaires, the type of luminaire can be proposed to use and in what space to use it.

Lighting, sustainability, energy.

3.3 Introducción

Los usos más tempranos de las fuentes de luz artificial fue eliminar la obscuridad y proveer iluminación para un desempeño de tareas básicas. Hoy en día, sin embargo, con las demandas ambientales, la necesidad de mejorar fuentes de luz artificial es incluso mayor. El uso de la luz como una herramienta de diseño en las edificaciones, ha resultado a partir de las demandas de arquitectos y diseñadores de interiores para resolver sus problemas de iluminación. El manejo de la iluminación se puede observar de distintas perspectivas. La iluminación además de ayudar a la visibilidad también ayuda como elemento de diseño para satisfacer otros requerimientos importantes. La iluminación impacta en el desempeño humano dentro del lugar de trabajo para realizar sus actividades [1].

Hay ocho usos genéricos de uso de luz: (a) luz general, (b) luz localizada, (c) luz ambiental, (d) luz de rasgo, (e) luz de acentuación, (f) luz de emergencia, (g) seguridad y (h) decoración.

Una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares en los que vivimos y trabajamos se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo u ocio. Gracias a un buen diseño lumínico se pueden crear ambientes más que agradables, casi mágicos, sin por ello nunca olvidar que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles. Los parámetros que definen la calidad de una iluminación dependen de la finalidad de la misma (iglesias, teatros, sala de conciertos, aulas, museos, etc.) pero en todo caso han de responder a ciertas exigencias comunes, como son las siguientes:

1. Nivel de iluminación: iluminancias que se necesitan (niveles de flujo luminoso (lux) que inciden en una superficie)
2. Distribución de luminancias en el campo visual.

3. Limitación del deslumbramiento.
4. Modelado: limitación del contraste de luces y sombras creado por el sistema de iluminación.
5. Color: color de la luz y la reproducción cromática
6. Estética: selección del tipo de iluminación, de las luminarias y de las luminarias [2].

Para la mayoría de los edificios escolares, las luces eléctricas representan el mayor consumo de energía, lo cual se demuestra en estudios realizados en California, en donde aproximadamente el 40% del uso energético en las escuelas se puede atribuir a la iluminación eléctrica. Por otra parte estudios realizados demuestran que con la incorporación de sistemas de iluminación natural en los diseños, los montos que se pagan en energía eléctrica descienden prácticamente en ahorros del 70% al 90%, esto realizando la combinación con sistemas de encendido programado y controlado de la iluminación eléctrica [3]. La eficiencia energética en los edificios es evidente cuando sus espacios requieren de la luz eléctrica necesaria y solo cuando la luz de día ya no es la suficiente para iluminar el interior, y porque sus condiciones de diseño fueron las más ideales al hacer uso inteligente de la luz solar para evitar en lo posible la contaminación lumínica.

Entonces la iluminación al interior de la arquitectura debería ser la combinación adecuada de iluminación natural y artificial para cumplir con las necesidades ópticas [4]. Los espacios en las edificaciones constantemente cambian sus usos, pero no así las características ambientales para estas nuevas actividades, lo que lleva a reflexionar y prevenir en lo que pudiera ahorrarse si se considerara rediseñar los espacios cada vez que se realice un cambio de uso y actividad, ya que tan solo el gasto en energía eléctrica de iluminación en las edificaciones oscila en alrededor del 40%, esto puede derivarse de una mala planeación en las instalaciones y sus diseños que puedan amortiguar el gasto de la luz eléctrica.

Para lo anterior es necesario realizar una inspección de las condiciones del espacio, tomar en cuenta la iluminación natural, revisar las lámparas para conocer su distribución y número, nivel de iluminancia, identificar si se puede reducir el uso de iluminación. Al realizar la inspección considerar una serie de preguntas como son: ¿Que hace la gente en ese espacio?, ¿cuál es la cantidad y calidad del alumbrado necesario para realizar las tareas visuales?, entre otras. Tomar una serie de lecturas máximas y mínimas de iluminancia en la instalación del espacio con el Luxómetro, para posteriormente comparar esos niveles medidos contra las recomendaciones que son considerados óptimos para desarrollar las tareas visuales y poder realizar los ajustes necesarios, por último, se recomienda efectuar estudios de costo-beneficio para cualquiera de los ajustes que se consideraron [5].

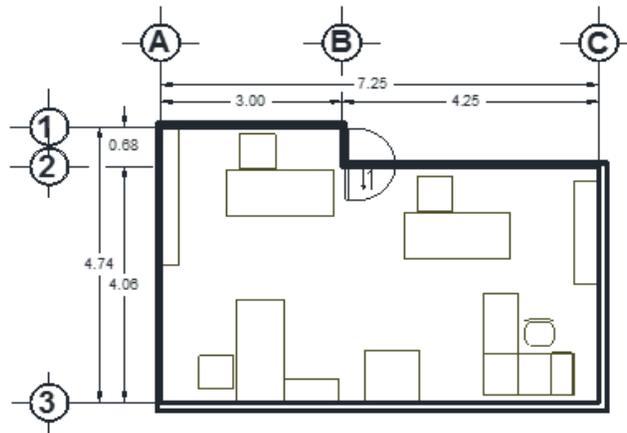
La simulación lumínica es desafiante, debido a los requerimientos estrictos para representar la realidad. Como parte de los beneficios, provee a los investigadores con formas más rápidas y mejores para comparar resultados que de otra forma necesitarían mucho tiempo para obtener la información. También con ello minimiza el elevado consumo de energía y la utilización de modelos complejos. Los diseñadores son capaces de comparar y modificar los proyectos que se ven afectados por la iluminación natural y artificial. Los beneficios de un buen diseño de iluminación natural y artificial son más fáciles de visualizar. La simulación de iluminación permite integrarla con el proceso de diseño y con otros tipos de simulación de edificaciones [6].

Entonces para cubrir las necesidades lumínicas de las oficinas públicas en ese sentido, se requiere de recuperar y mantener el ambiente natural de iluminación la mayor parte del día, combinándolo con el diseño de una iluminación artificial, y en el que las dos guarden equilibrio considerando al ser humano como instrumento y objetivo de diseño.

3.4 Levantamiento arquitectónico de la oficina docente

La oficina docente se encuentra ubicada en la edificación "E" en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan que se ubica en el estado de Hidalgo en el municipio de Huichapan, para su análisis se realizó un levantamiento arquitectónico del espacio a analizar que consistió en identificar y realizar el levantamiento arquitectónico de; las dimensiones del espacio, el mobiliario presente, la distribución de luminarias, elementos y/o componentes arquitectónicos, ventanas, puertas, muros y techo. En la Figura 1 se muestra la planta arquitectónica de la oficina docente que será objeto de análisis de iluminación en este estudio.

Figura 1 Plano de la planta arquitectónica correspondiente a la oficina docente a analizar).



Fuente: Elaboración Propia

3.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux

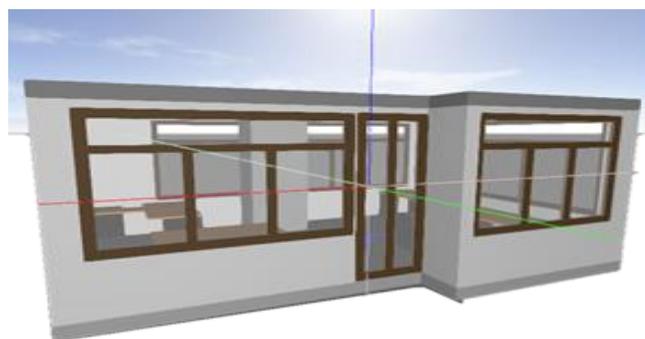
Para la exportación del levantamiento de la oficina docente al programa DiaLux mismo que utilizaremos para realizar la simulación lumínica fue necesario inicialmente dibujarla en un programa de tipo CAD, en el cual, se estableció el espacio arquitectónico. Se trabajó la planta arquitectónica para su renderización en 3D, una vez finalizado esto se colocaron los muebles correspondientes al espacio arquitectónico de acuerdo a las actividades que se realizan en él, así como también se ubicaron los distintos vanos (puertas y ventanas) correspondientes al espacio respetando sus dimensiones. En la Figura 2 observamos un isométrico de la oficina docente (con su mobiliario y envoltente física). En la Figura 3 observamos la envoltente exterior de la oficina docente.

Figura 2 Vista en isométrico de la oficina docente con su mobiliario y componentes arquitectónicos (puertas, ventanas, muros, piso y techo)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3 Envoltente exterior de la oficina docente (vista en isométrico).



Fuente: Elaboración Propia

Antes de comenzar con la colocación de las luminarias debemos tener en cuenta cual será nuestro plano útil, que en este caso como las actividades son limitadas a la lectura, escritura, dibujo en computadoras, etc., el plano horizontal de trabajo (plano útil) tendrá una altura que puede oscilar de 0.75 a 0.85 metros por encima del piso, y la altura en techos puede llegar hasta los 3 metros. Por último, hay que tomar en cuenta a la uniformidad (E_{\min}/E_{prom}), esto con la finalidad de impedir las molestias causadas por los cambios abruptos de luminancia. El cociente del valor del nivel de iluminación existente en la zona donde se realiza tareas y el alumbrado del plano útil no debe ser inferior a los establecidos en la Tabla 1 [7]

Tabla 1 Relación del coeficiente de uniformidad de iluminación

Iluminación de tarea (lx)	Iluminación de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o menor de 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{\min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Fuente: Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115)

Tomado en cuenta lo anterior se puede proceder a la colocación de luminarias en la edificación, manteniendo los niveles mínimos de iluminación establecidos en la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008 [8] Tabla 2.

Tabla 2 Requerimientos mínimos de iluminación por área de trabajo

Área de trabajo	Tarea a realizar	Niveles mínimos de iluminación
Requerimiento visual simple	Almacenaje rudo, recepción y despacho.	200
Distinción moderada de detalles	Aulas y oficinas	300
Distribución clara de detalles	Salas de cómputo áreas de dibujo y laboratorios	500
Distinción final de detalles	Talleres de alta precisión	750

Fuente: Basada en norma oficial mexicana NOM-025STPS-2008

Como se muestra en la tabla anterior, se debe contar con entre 300 y 500 luxes para áreas dedicadas a estudios, así como, centros de cómputo. Para determinar la densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales que no debemos rebasar usaremos la norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014 [9] Tabla 3.

Tabla 3 Densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales.

Tipo de edificio	DPEA ($W7m^2$)
Oficinas	12
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014

La oficina docente cuenta con un total de 2 luminarias leds siendo sus especificaciones las siguientes: Marca = laser&led. Modelo= PA60x60B, de 127V, 50Hz y 40W.

Es necesario tener en cuenta que las luminarias en los cubículos normalmente son instaladas en el techo, con un modelo regular en líneas rectas, la distribución de las luminarias debe coincidir con el módulo de las ventanas, con la finalidad de proporcionar un nivel de luminosidad conveniente para las salas de mayores dimensiones. Debe tenerse cuidado en que las luminarias cumplan los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

3.6 Medición experimental

Se realizaron mediciones experimentales de la intensidad lumínica dentro del espacio arquitectónico de análisis para determinar los puntos que estaban dentro del intervalo de confort lumínico. Para lo cual se utilizó el luxómetro para la obtención de datos. Las especificaciones del luxómetro se especifican en la Tabla 4.

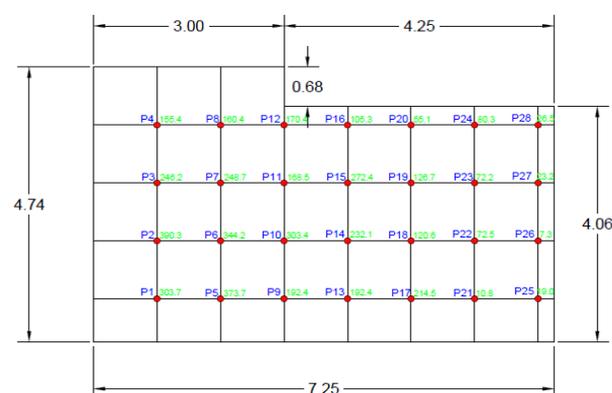
Tabla 4 Especificaciones del equipo de medición

Luxómetro	400000 Lux, LT-LX1108, <1000,000 Lux: \pm (3% rdg + 0.5% F.S.)
Pantalla	LCD52x30mm de 4 dígitos con indicador de gráfica de barras
Sensor	Foto y diodo exclusivo y filtro de corrección de color, el espectro cumple con el factor de corrección cosenoidal del estándar C.I.E. Detector con una desviación máxima de \pm 5% respecto a la respuesta espectral fotópica.
Imagen de luxómetro	

Fuente: Elaboración Propia

Se trazó un mallado sobre el área de análisis, con una distancia de 1 m entre nodo y nodo, obteniendo un total de 28 nodos. Se número cada nodo del 1 al 28, en estos puntos se realizó la toma de lecturas de intensidad lumínica con el luxómetro. En la Figura 4 identificamos la retícula en el espacio arquitectónico de análisis.

Figura 4 Retícula para la toma de datos de la intensidad lumínica con el equipo de medición (luxómetro)



Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 5 muestra los datos de intensidad lumínica adquiridos por el equipo especializado (luxómetro) en la oficina docente.

Tabla 5 Datos de intensidad lumínica adquiridos por el equipo especializado (luxómetro)

Ubicacion	Medicion	Max. Min. Promedio
P1	303.7	
P2	390.3	Máximo
P3	246.2	
P4	155.4	
P5	373.7	
P6	344.2	
P7	248.7	
P8	160.4	
P9	192.4	
P10	303.4	
P11	168.5	
P12	170.4	
P13	192.4	
P14	232.1	
P15	272.4	
P16	105.3	
P17	214.5	
P18	120.6	
P19	126.7	
P20	55.1	
P21	10.8	
P22	72.5	
P23	72.2	
P24	80.3	
P25	19.0	
P26	7.3	Mínimo
P27	23.2	
P28	26.5	
Total	4,688.2	Promedio: 167.42

Fuente: Elaboración Propia

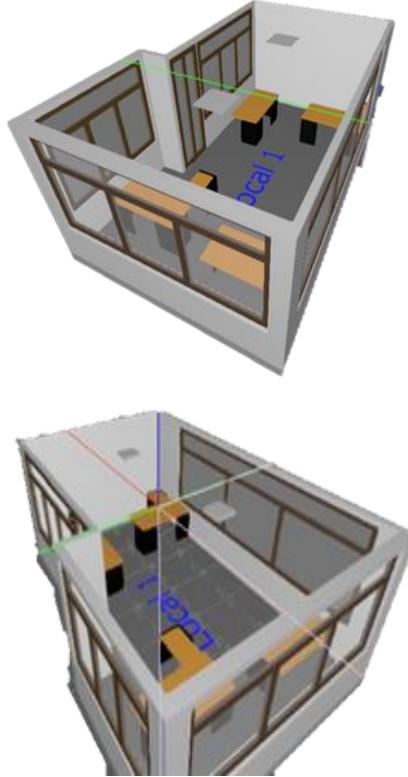
Una vez realizada la retícula en un programa CAD, se exporto la geometría al programa Dialux para trazar las dimensiones y la envolvente de la oficina. Esto se aprecia en la Figura 5.

Figura 5 Retícula especificada en la oficina docente con los datos de la intensidad lumínica, así como la disposición del mobiliario existente en el espacio arquitectónico

Fuente: Elaboración Propia

Una vez traza la geometría bidimensional se procedió a crear el volumen y las áreas de la oficina con el programa Dialux para su análisis como observamos en la Figura 6.

Figura 6 Perspectivas del espacio arquitectónico en análisis lumínico -oficina docente



Fuente: Elaboración Propia

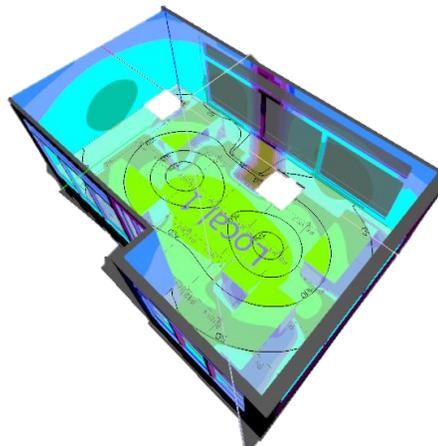
3.7 Resultados

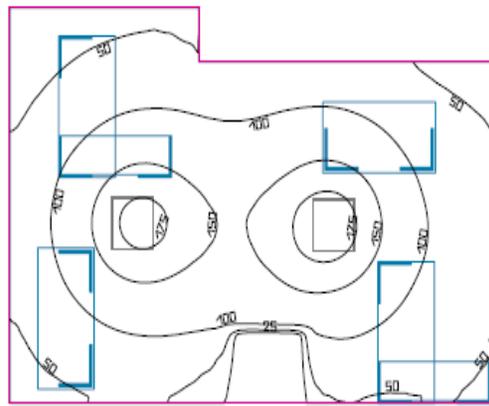
A partir del análisis minucioso realizado del cubículo identificamos que la intensidad de luz presente en el espacio arquitectónico es alta y que una luminaria con menos intensidad de iluminación sería la adecuada para satisfacer las necesidades lumínicas dentro de la oficina docente. La oficina docente cuenta con un total de 2 luminarias leds siendo sus especificaciones las siguientes: Marca = laser&led. Modelo= PA60x60B, de 127V, 50Hz y 40W.

Con base a lo anterior se seleccionó una luminaria nueva mediante una investigación donde se determinó que las lámparas led son óptimas por su bajo consumo de potencia eléctrica, lo anterior para realizar la simulación lumínica. Debido a lo anterior, se procedió a colocar las lámparas en el espacio arquitectónico para una mejor distribución de la intensidad lumínica por área considerando las normas oficiales mexicanas NOM-025-STPS- 2008 y NOM-007-ENER2014.

Se propuso una luminaria nueva, silver led panel, 60x60 de 33 watts ya que es eficiente para dicha área y no necesita de mucha potencia, ya que en el transcurso del día hay una eficiente iluminación natural en gran parte del área. En la Figura 7 se muestra la simulación con el programa DiaLux y con la luminaria propuesta silver led panel

Figura 7 Simulación lumínica de la oficina docente con el programa DiaLux y la propuesta de luminaria





Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 6 se muestra el resumen del plano útil del rediseño de iluminación.

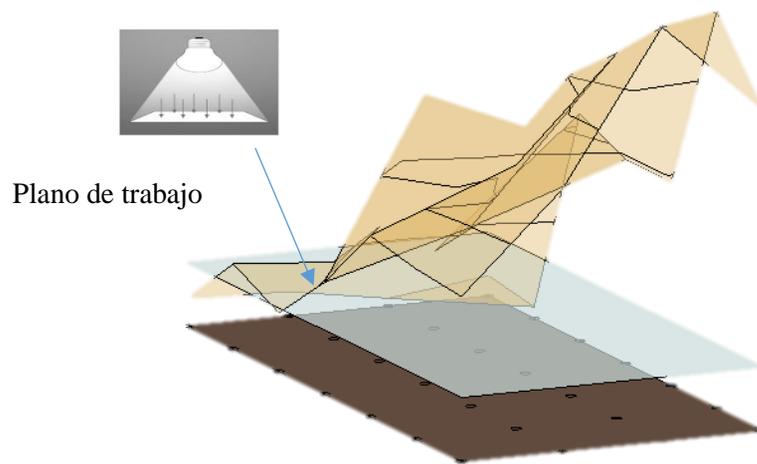
Tabla 6 Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

Plano útil						
superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
1 plano útil	Intensidad lumínica perpendicular (adaptativamente) lx, altura: 0.800m, zona marginal: 0.000m	94.8 (≥ 500)	0.42	187	0.00	0.00
# LUMINARIA	Ø (Luminaria) {lm}	Potencia {W}	Rendimiento lumínico {lm/W}			
2 uniel-09914 ULP-Q101 6060-33W/DW SILVER LED panel	2300	33.0	69.7			
Suma total de luminarias	4600	66.0	69.7			
Potencia específica de conexión: $2.32 \text{ W/m}^2 = 2.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (superficie de planta de la estancia 28.51 m ²)						
Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.						
Consumo: 110 - 180 kWh/a de un máximo de 1000 kWh/a						

Fuente: Elaboración Propia

3.8 Análisis de datos de la medición experimental

Como se mencionó en la sección de medición experimental, se tomaron datos de intensidad de iluminación con el luxómetro a distancias de un metro (retícula horizontal) y a una altura de 0.70 metros, este es el plano de trabajo. Se tomaron las mediciones en los puntos establecidos y se desarrolló un mapa tridimensional para apreciar las características de iluminación.

Figura 8 Mapa tridimensional de iluminación.

Fuente: Elaboración Propia

Se propuso una luminaria nueva, silver led panel, 60x60 de 33 watts ya que es eficiente para dicha área y no necesita de mucha luz ya que en el transcurso del día hay una eficiente iluminación natural en gran parte del área. En la Tabla 7 se aprecia el consumo de energía eléctrica actual en la oficina docente así como en la Tabla 8 observamos el consumo de energía eléctrica con la propuesta de luminaria

Tabla 7 Calculo del consumo actual de energía eléctrica en el área de estudio

Consumo de artefactos eléctricos en la edificación						
Aparato	Potencia (watts)	Consumo kW/h	Piezas	Uso en horas/día	Cantidad días	Total kW/h
Computadora	300	.3	1	4	24	28.8
Lap top	90	.09	7	9	24	136.08
Cafetera	900	.9	1	2	24	43.2
Impresora	76	.076	1	7	24	12.76
Modem	60	.060	1	8	24	11.52
Luminarias	40	.040	2	5	24	9.6
					Total	241.96

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Calculo del consumo de energía eléctrica en el área de estudio con las luminarias propuestas.

Consumo de artefactos eléctricos en la edificación						
Aparato	Potencia (watts)	Consumo kW/h	Piezas	Uso en horas/día	Cantidad días	Total kW/h
Computadora	300	.3	1	4	24	28.8
Lap top	90	.09	7	9	24	136.08
Cafetera	900	.9	1	2	24	43.2
Impresora	76	.076	1	7	24	12.76
Modem	60	.060	1	8	24	11.52
Luminarias	33	.033	2	5	24	7.92
					Total	240.28

Fuente: Elaboración Propia

3.9 Conclusiones

Actualmente el diseño de iluminación de interiores se ha modernizado, pero muchas de las edificaciones que se construyen no toman en cuenta este concepto al momento de colocar luminarias, si se realiza un buen análisis de éstas se puede reducir la potencia usada en luminarias y la densidad de potencia eléctrica. Una buena elección de luminarias puede reducir el consumo eléctrico o la reducción en el mantenimiento de lámparas.

Se debe tener claro el propósito de la iluminación para no elegir una luminaria que proporcione demasiado flujo luminoso con una potencia que perjudique la iluminación del sitio. De la misma forma es necesario conocer si las luminarias irán empotradas o suspendidas a los elementos arquitectónicos y cuál será el área de trabajo, todos esos factores se deben tener en cuenta al momento de variar el flujo de iluminación y la potencia de las luminarias que se elegirán. Usar distintos tipos de lámparas resulta en algunos casos convenientes ya que no todas las áreas necesitan la misma cantidad de iluminación, dentro de este proyecto se propuso el uso de lámparas con menor intensidad luminosa para alumbrar el pasillo, pero al intentar combinarlas dentro de un cubículo resulta perjudicial debido a que reduce la uniformidad.

De acuerdo con el análisis de la eficiencia lumínica presente en la oficina docente, observamos que en ocasiones la iluminación que necesitamos no es la correcta así como la posición en donde se ubican las luminarias no es la adecuada. Se puede apreciar que en una edificación con muchas luminarias el ahorro de energía eléctrica sería muy grande si contáramos con la luminaria adecuada y su posición ideal en el espacio arquitectónico.

Una vez establecida la propuesta de luminaria en la oficina docente se pudo reducir el costo de energía en un 17.5%. Se observó además que al trazar el mapa tridimensional se da clara idea de la distribución de la iluminación ya que esta distinción no se puede apreciar a simple vista, debido a la poca sensibilidad del ojo humano a la iluminación. Sin embargo, con el mapa tridimensional se puede apreciar que el área cercana a las ventanas esta sobrepasada la intensidad de iluminación lo que provoca confort lumínico en la zona.

3.10 Referencias

- [1] Abdou, O. A. (1997). Effects of luminous environment on worker productivity in building spaces. *Journal of architectural engineering*, 3(3), 124-132.
- [2] Cabanes, N. C., & Antón, A. M. (2013). Criterios de elección de luminarias.
- [3] Ledezma, S. L.; Cisterna, M. S.; Marquez, G.; Quiñones, G.; Nota, V. M. y Gonzálo, G. E. (2005). Evaluación del ahorro energético en iluminación artificial en aulas de edificios escolares en Tucuman. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9(5), 19-24.
- [4] Julian Andrés, R., Cristian Alejandro, L. (2012). Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando Dialux (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Programa de Tecnología Eléctrica, Pereira.
- [5] González, G. (2001). El ahorro de energía en sistemas de iluminación en interiores. *Tendencias tecnológicas, Boletín IIE*, 74-78
- [6] Ochoa, C. E., Aries, M. B., & Hensen, J. L. (2012). State of the art in lighting simulation for building science: a literature review. *Journal of Building Performance Simulation*, 5(4), 209-233.
- [7] Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115.
- [8] Norma Oficial Mexicana NOM-025- STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- [9] Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Capítulo 4 Estudio teórico de iluminación de una casa habitación en el estado de Hidalgo

TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth^{†1}, SERRANO-ARELLANO, Juan¹, GARCÍA-RODRÍGUEZ Francisco Javier² y RESENDIZ-BARRÓN, Abisai Jaime³

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411*

²*Instituto Tecnológico de Celaya, Departamento de Ingeniería Mecatrónica, ITC-TecNM. Av. García Cubas 1200 Esquina Ignacio Borunda, Col Fovissste, Celaya, Gto. CP. 38010. México*

³*Instituto Tecnológico de Querétaro, Departamento de Ingeniería Mecánica, ITQ-TecNM. Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico, Querétaro, Qro. C.P. 76000. México*

ID 1^{er} Autor: *Zaira, Betzabeth Trejo-Torres* / **CVU CONACYT-ID:** 774137

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Francisco Javier, García-Rodríguez* / **ORC ID:** 0000-0001-5342-9052

ID 3^{er} Coautor: *Abisai Jaime, Reséndiz-Barrón* / **ORC ID:** 03-2010-091013070400-01

4.1 Resumen

Este trabajo describe las acciones realizadas para evaluar teóricamente las condiciones de iluminación de una casa habitación. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio a evaluar. Se exportó al programa Dialux las plantas arquitectónicas para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y con ello identificar los distintos escenarios de iluminación presentes en el lugar y distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Gracias a este proceso se logró establecer que podemos mejorar la iluminación dentro del espacio arquitectónico, así como con base a los porcentajes de intensidad obtenidos, se puede plantear una mejor manera de reducir el consumo de energía, mejorar la distribución de luminarias, el tipo de luminaria a utilizar y en qué espacio emplearla.

Iluminación, Sustentabilidad, Energía

4.2 Abstract

This work describes the actions taken to evaluate the lighting conditions of a room. They were initially performed in a space analysis process. The architectural plants were exported to the Dialux program to carry out various lighting simulations and thereby identify the lighting parameters present in the place and distinguish the variations in lighting that affect the user's performance, health and well-being. Thanks to this process, it can be established that it can improve the lighting within the architectural space, as well as based on the percentages of the intensity that can be obtained, it can create a way to reduce energy consumption, improve the distribution of luminaires, the type of luminaire to be used and in what space it is.

Lighting, Sustainability, Energy

4.3 Introducción

El uso de la iluminación es una parte importante del consumo total de electricidad en todo el mundo. Esto se debe a su uso prolongado y a que representa un elemento esencial de cualquier edificio. Normalmente, edificios comerciales que usan cierto tiempo de iluminación comprende el 50% del consumo total de electricidad en un país. De hecho, para algunos edificios, supera el 90% del consumo de energía por iluminación, de esta forma se ha convertido en gastos innecesarios debido a una necesidad derivada del uso de mayor iluminación [1].

Las luminarias son un recurso del cual se puede tener fácil disponibilidad y control, pero necesitan inversiones significativas en equipo y mantenimiento [2]. En la actualidad el consumo de energía eléctrica en las edificaciones mediante luminarias se encuentra entre el 18% y 20% del consumo total, es por eso que la importancia de una correcta ubicación y selección de luminarias impactará de forma directa en el consumo de energía en la vivienda o edificio.

En años recientes, esfuerzos importantes se han realizado para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo de energía. El concepto de eficiencia energética en edificios está relacionado con las necesidades de suministro energético para lograr condiciones ambientales deseables que minimicen el consumo energético [3].

Por eso es importante tener un control sobre la cantidad de luminarias que necesitamos para alumbrar correctamente el entorno donde realizamos distintas actividades, la falta de luminarias reduciría la visibilidad afectando así el desempeño del trabajador, mientras que un exceso de éstas incrementa el costo y tiempo en mantenimiento, de la misma forma puede provocar destellos molestos.

Por consiguiente, el diseño de las iluminaciones uno de los elementos más importantes y es el comienzo del diseño de un edificio. La estrategia efectiva y eficiente del diseño de iluminación, incluyendo luz natural, puede otorgar iluminación en un nivel apropiado y reducir el costo y energía. Una gran cantidad de dinero puede ahorrarse si el diseñador conoce como diseñar un sistema de iluminación adecuado para el entorno arquitectónico. Además, es también importante porque varios problemas pueden presentarse derivados del pobre sistema de iluminación por ejemplo daño en el ojo.

En busca de tener una mejor eficiencia y un ahorro en el consumo energético que se emplea en cuanto a luminarias en un proyecto arquitectónico, se diseñará una instalación de iluminación para una casa-habitación en el municipio de Tecozautla, Hidalgo dando como resultado el análisis y cálculo de la propuesta en cuanto a luminarias, obteniendo un diseño que conlleve un beneficio tanto de función como económico de la familia que hace uso de la casa-habitación.

Se usará el programa DiaLux para hacer el análisis de las luminarias que se encuentran instaladas y verificar si cumplen con los requerimientos mínimos de la norma oficial mexicana para las condiciones de iluminación en los centros de trabajo [4] y si la planta arquitectónica en general cumple con la norma en densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales [5].

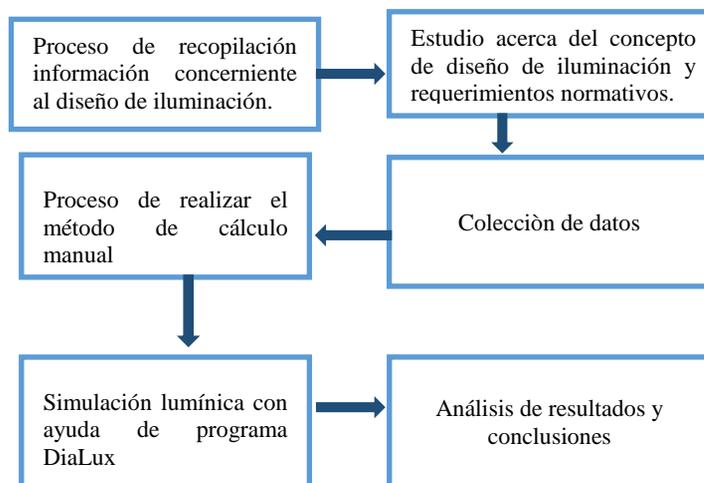
En caso de no contar con los requerimientos se debe hacer un rediseño de iluminación, buscando: exista una buena proporción de visibilidad para poder tener un grado solicitado en cuanto a precisión y velocidad en el desarrollo de las tareas, niveles de iluminación que reduzcan los esfuerzos al trabajar, por último, condiciones lumínicas que proporcionen seguridad con el mobiliario y un deslumbramiento e incapacidad visual mínimas [6]. En este artículo se abarcará el levantamiento arquitectónico de la casa habitación y su exportación al programa de simulación de luminarias con el objetivo de realizar la simulación energética del espacio arquitectónico.

4.4 Metodología

Hay varios métodos que pueden ser utilizados para calcular la iluminación a partir de una fuente eléctrica. Las bases del cálculo de iluminación sobre una superficie o la luminaria de una superficie son iguales a la fuente de luz natural y a las fuentes de luz eléctrica. En este trabajo, hacemos uso de dos métodos: simulación lumínica al utilizar el programa DiaLux y autocad y el cálculo manual basado en método de lumen. Para diseñar el sistema de iluminación en una edificación, la siguiente información se debe de obtener por adelantado: longitud de los espacios arquitectónicos a considerar (L), ancho de los espacios arquitectónicos a considerar (W), altura del techo (H_c), altura del plano de trabajo (H_w), altura de suspensión (H_s), colores de los muros, condiciones de ventanas, si el espacio arquitectónico utiliza ventilados o aire acondicionado, condiciones vecinas y tipo de habitación (lectura, comida, etc.), posteriormente seleccionamos el tipo de iluminación.

Estos tipos de luz son comúnmente utilizados, tales como, fluorescente, incandescente, tipo contemporáneo, tipo de lámpara para industria y para uso doméstico. Sin embargo, lo importante es la luz generada por las lámparas y como la luz de las lámparas es transmitida.

Figura 1 Diagrama de las actividades de investigación de este trabajo.



Fuente: Elaboración propia

En el ámbito doméstico no contamos en México con una normatividad que haga referencia a estipular los niveles de iluminación respecto a los distintos espacios arquitectónicos presentes en este tipo de edificios. Tomando como referencia la norma europea sobre la iluminación para interiores (UNE-EN 12464.) [7].

Tabla 1 Niveles de iluminación en el espacio arquitectónico interior

		Iluminación en lux
Cocina	General	200
	Encimera/Isla	500
Baño	General	100
	Espejo	300
Pasillos y escaleras	Vivienda	100
	Zonas comunes	150-200
Dormitorio	General	50-100
	Cabecero cama	150-300
Dormitorio niños	General	200
	Escritorio	500
Salón/comedor	General	100
	TV	50
	Lectura	150-300
	Comedor	150

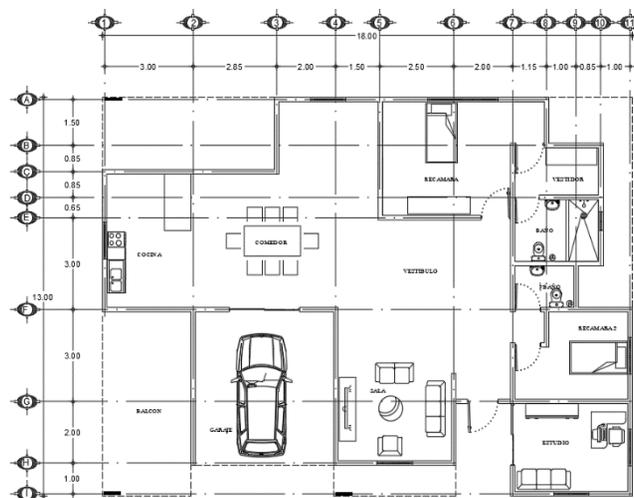
Fuente: Elaboración Propia

4.5 Levantamiento arquitectónico de la casa habitación

Se va a realizar el diseño de iluminación de una casa habitación de un solo nivel de tipo interés social, cuenta con sala, cocina, comedor, baño, garaje, estudio, recamara, vestidor. los cuales cumplen con los estándares de diseño arquitectónico como lo es circulación, operatividad y orientación para obtener confort, ventilación y aprovechar el asoleamiento en diferentes épocas del año. En la planta arquitectonica se ubicaron los distintos componentes arquitectonicos que comprenden el espacio interior de la vivienda, puertas, ventanas y objetos asi com también fueron señlas el lugar donde se encontraran las luminarias.

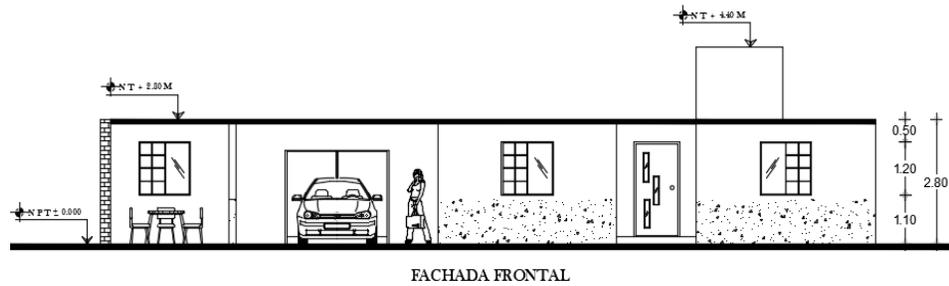
El proyecto casa habitación es un proyecto nuevo que se pretende construir en el municipio de Tecozautla Hidalgo asimismo se desea realizar la simulación de iluminación interna para brindarle al cliente un proyecto más amplio y con una mejor propuesta de iluminación. A continuación, en la Figura 2 se muestra la planta arquitectónica del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica asimismo en la Figura 3 identificamos la fachada principal del proyecto de casa habitación.

Figura 2 Planta arquitectónica del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3 Fachada principal del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración Propia

En las Figuras 4, 5 y 6 identificamos renders los espacios arquitectónicos internos y externos del proyecto arquitectónico de casa habitación.

Figura 4 Render de planta arquitectónica del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente de consulta: Elaboración propia

Figura 5 Render de la fachada principal del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Render del espacio interior del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica

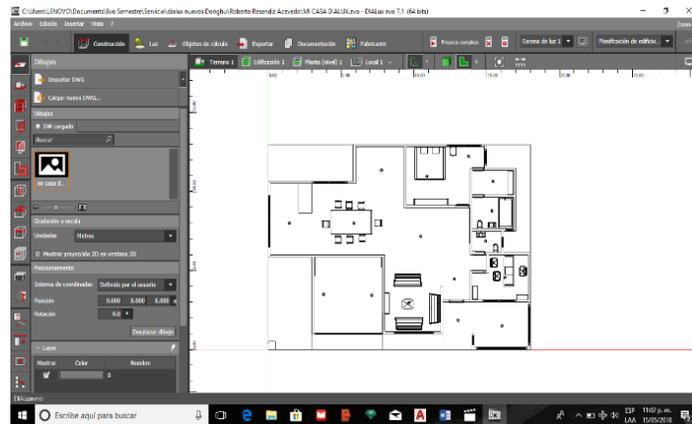


Fuente: Elaboración Propia

4.6 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux

Para la exportación del levantamiento del proyecto de casa habitación al programa DiaLux mismo que utilizaremos para realizar la simulación lumínica fue necesario inicialmente dibujarla en un programa de tipo CAD, en el cual, se estableció el espacio arquitectónico. En la Figura 7 observamos la planta arquitectónica de la casa habitación en el programa Dialux.

Figura 7 Planta arquitectónica de la casa habitación en el programa Dialux para su modelación 3D



Fuente: Elaboración Propia

Se trabajó la planta arquitectónica para su renderización en 3D, una vez finalizado esto se colocaron los muebles correspondientes al espacio arquitectónico de acuerdo con las actividades que se realizan en él, así como también se ubicaron los distintos vanos (puertas y ventanas) correspondientes al espacio respetando sus dimensiones. Las siguientes Figuras 8 y 9 muestra un modelado en 3D de la fachada principal con luminarias a implementar, tanto en exteriores como en interiores, el modelado se muestra en un día obscuro para poder visualizar la luminaria que se implementará.

Figura 8. Modelado en 3D de la fachada principal con luminarias a implementar



Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar



Fuente: Elaboración propia

4.7 Colocación de luminarias

Se colocaron superficies de cálculo en cada una de las áreas de la casa, y siete puntos de cálculo correspondientes a cada uno de los espacios arquitectónicos que comprende la vivienda.

Antes de comenzar con la colocación de las luminarias debemos tener en cuenta cual será nuestro plano útil, que en este caso como las actividades son diversas, el plano horizontal de trabajo (plano útil) tendrá una altura que puede oscilar de 0.75 a 0.85 metros por encima del piso, y la altura en techos puede llegar hasta los 3 metros. Por último, hay que tomar en cuenta a la uniformidad (E_{min}/E_{prom}), esto con la finalidad de impedir las molestias causadas por los cambios abruptos de luminancia. El cociente del valor del nivel de iluminación existente en la zona donde se realiza tareas y el alumbrado del plano útil no debe ser inferior a los establecidos en la Tabla 2 [7].

Tabla 2 Relación del coeficiente de uniformidad de iluminación

Iluminación de tarea (lx)	Iluminación de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o menor de 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Fuente: Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115

Tomado en cuenta lo anterior se puede proceder a la colocación de luminarias en la vivienda, considerando los niveles mínimos de iluminación establecidos en las normatividades anteriormente descritas.

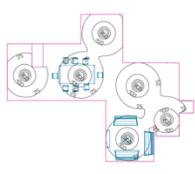
Para los diversos espacios arquitectónicos se propuso una luminaria nueva, silver led panel, 60x60 de 22 watts ya que es eficiente para las necesidades de iluminación y no necesita de mucha potencia, ya que en el transcurso del día hay una eficiente iluminación natural en gran parte del área.

Debe tenerse cuidado en que las luminarias cumplan los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

4.8 Resultados

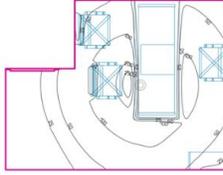
De la Figura 10 en adelante se muestra los resultados de los espacios analizados, con una tabla que resumen los valores encontrados para cada espacio.

Figura 10 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 1	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	64.2 (≥ 500)	2.6	364	0.04	0.1
	# LUMINARIA	∅ (Luminaria) (m)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	6 Uniel - 042 ULK-M01E- 20W/WW WHITE Светильник направленного света IP20SILVER Светодиодный потолочный светильник	1100	22.0	50.0			
Suma total de luminarias	6600	132.0	50.0				
Potencia específica de conexión: $1.50 \text{ W/m}^2 = 2.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 88.16 m ²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 250 - 360 kWh/a de un máximo de 3100 kWh/a							

Fuente: Elaboración Propia

Figura 11 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 2	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 2	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	59.2 (≥ 500)	0.51	289	0.01	0.00
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	1 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	1100	22.0	50.0			
	Potencia especifica de conexión: 2.28 W/m² = 3.85 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 9.65 m²) Las magnitudes de consumo de energia se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 38 - 61 kWh/a de un máximo de 350 kWh/a						

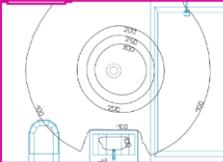
Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 3	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 3	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	201 (≥ 500)	34.2	398	0.17	0.09
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	1 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	1100	22.0	50.0			
	Potencia especifica de conexión: 8.22 W/m² = 4.09 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 2.68 m²) Las magnitudes de consumo de energia se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 38 - 61 kWh/a de un máximo de 100 kWh/a						

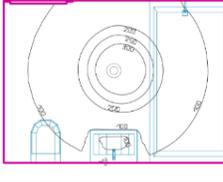
Fuente: Elaboración Propia

Figura 13 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 4	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 4	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	133 (≥ 500)	24.2	373	0.18	0.07
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	1 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	1100	22.0	50.0			
	Potencia especifica de conexión: 3.86 W/m² = 2.90 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 5.70 m²) Las magnitudes de consumo de energia se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 61 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a						

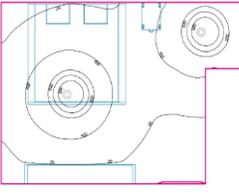
Fuente: Elaboración Propia

Figura 14 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 4	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 4	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	133 (≥ 500)	24.2	373	0.18	0.07
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento luminico (lm/W)			
	1 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	1100	22.0	50.0			
Potencia específica de conexión: 3.86 W/m ² = 2.90 W/m ² /100 lx (Superficie de planta de la estancia 5.70 m ²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 61 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a							

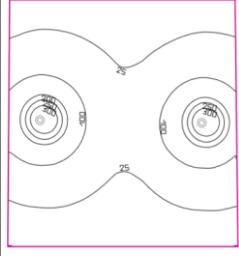
Fuente: Elaboración Propia

Figura 15 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 6	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 6	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	86.5 (≥ 500)	1.52	365	0.02	0.00
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento luminico (lm/W)			
	2 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	2200	44.0	50.0			
Potencia específica de conexión: 2.52 W/m ² = 2.92 W/m ² /100 lx (Superficie de planta de la estancia 17.45 m ²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 76 - 120 kWh/a de un máximo de 650 kWh/a							

Fuente: Elaboración Propia

Figura 16 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del rediseño de iluminación

local 7	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 7	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	67.2 (≥ 500)	5.14	357	0.08	0.00
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento luminico (lm/W)			
	2 Uniel - 042 ULK-M01E-20W/WW WHITE Светильник направленного света IP2	1100	22.0	50.0			
	Suma total de luminarias	2200	44.0	50.0			
Potencia específica de conexión: 1.96 W/m ² = 2.91 W/m ² /100 lx (Superficie de planta de la estancia 22.49 m ²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 120 kWh/a de un máximo de 800 kWh/a							

Fuente: Elaboración Propia

4.9 Conclusiones

Actualmente el diseño de iluminación de interiores se ha modernizado, pero muchas de las edificaciones que se construyen no toman en cuenta este concepto al momento de colocar luminarias, si se realiza un buen análisis de éstas se puede reducir la potencia usada en luminarias y la densidad de potencia eléctrica. Una buena elección de luminarias puede reducir el consumo eléctrico o la reducción en el mantenimiento de lámparas.

Se debe tener claro el propósito de la iluminación para no elegir una luminaria que proporcione demasiado flujo luminoso con una potencia que perjudique la iluminación del sitio. De la misma forma es necesario conocer si las luminarias irán empotradas o suspendidas a los elementos arquitectónicos y cuál será el área de trabajo, todos esos factores se deben tener en cuenta al momento de variar el flujo de iluminación y la potencia de las luminarias que se elegirán. Usar distintos tipos de lámparas resulta en algunos casos convenientes ya que no todas las áreas necesitan la misma cantidad de iluminación, dentro de este proyecto se propuso el uso de lámparas con menor intensidad luminosa para alumbrar el pasillo, pero al intentar combinarlas dentro de un cubículo resulta perjudicial debido a que reduce la uniformidad.

4.10 Referencias

- [1] Kamaruddin, M. A., Arief, Y. Z., & Ahmad, M. H. (2016). Energy Analysis of Efficient Lighting System Design for Lecturing Room Using DIALux Evo 3. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 818, pp. 174-178). Trans Tech Publications.
- [2] Cabanes, N. C., & Antón, A. M. (2013). Criterios de elección de luminarias.
- [3] Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G. (2012). Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559-3573.
- [4] Ledezma, S. L.; Cisterna, M. S.; Marquez, G.; Quiñones, G.; Nota, V. M. y Gonzálo, G. E. (2005). Evaluación del ahorro energético en iluminación artificial en aulas de edificios escolares en Tucuman. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9(5), 19-24.
- [5] Julian Andrés, R., Cristian Alejandro, L. (2012). Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando Dialux (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Programa de Tecnología Eléctrica, Pereira.
- [6] González, G. (2001). El ahorro de energía en sistemas de iluminación en interiores. *Tendencias tecnológicas, Boletín IIE*, 74-78
- [7] Norma Europea para la iluminación de interiores.
- [8] Ochoa, C. E., Aries, M. B., & Hensen, J. L. (2012). State of the art in lighting simulation for building science: a literature review. *Journal of Building Performance Simulation*, 5(4), 209-233.
- [9] Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115.
- [10] Norma Oficial Mexicana NOM-025- STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- [11] Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Capítulo 5 Optimización de la iluminación de la planta baja de un edificio académico para eficiencia energética

MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline†¹, SERRANO-ARELLANO, Juan*¹, TREJO-TORRES Zaira Betzabeth¹, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos¹.

¹*Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, División de Arquitectura -ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411*

ID 1^{er} Autor: *Jaqueline, Marmolejo-Quintanar* / **CVU CONACYT-ID:** 878169

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Zaira, Betzabeth Trejo-Torres* / **CVU CONACYT-ID:** 774137

ID 3^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

5.1 Resumen

Se realizó un estudio de la iluminación de la planta baja de un edificio académico de una institución de educación superior. El edificio de estudio fue construido de forma tradicional satisfaciendo la necesidad inicial de establecer un internado sin embargo con el tiempo se adaptó el edificio convirtiéndolo en un edificio académico, la modificación de las funciones del edificio se llevaron a cabo sin realizar un estudio detallado de iluminación de las intensidades o de la correcta ubicación de las mismas, por lo que se realizó un levantamiento arquitectónico del mismo para poder analizarlo a través de una simulación. Las intensidades de iluminación se encontraron en todas las áreas que integran la planta baja del edificio académico a través del programa de simulación de luminarias (Dialux). En los resultados se encontró que se podía reducir el consumo de energía en un 40% al establecer un nuevo tipo de luminarias, así como una mejor distribución de estas. Por ello podemos concluir que un buen diseño de iluminación puede reducir el consumo de energía eléctrica, e incluso con una distribución adecuada se podría llegar a reducir el número de luminarias a emplear en el espacio arquitectónico.

Iluminación, Sustentabilidad, Energía

5.2 Abstract

A lighting study was carried out on the ground floor of an academic from a higher education institution. The study building was built in a traditional way, satisfying the initial need to establish an internal context however, with time it was adapted, the building became an academic element, the modification of the building functions was carried out. He made a detailed study of lighting. Of the intensities or of the correct location of the same ones, reason why an architectonic survey of the same was realized to be able to do it through a simulation. The lighting intensities were found in all the areas that make up the ground floor of the academic building through the lighting simulation program (Dialux). In the results, energy consumption can be reduced by 40% by establishing a new type of luminaires as well as a better distribution of them. That is why we can conclude that a good lighting design can reduce the consumption of electricity, and even with a distribution that can reduce the number of luminaires in the architectural space.

Lighting, Sustainability, Energy

5.3 Introducción

El consumo de energía eléctrica mediante luminarias en edificaciones actualmente está entre el 18% y 20% del consumo total, por ello es primordial una ubicación correcta, de la misma forma la selección de las luminarias, son factores que impactarán de manera directa en el consumo de energía en las edificaciones [1]. Las luminarias son un recurso del cual es posible disponer y controlar fácilmente, pero es preciso invertir significativamente en equipo y mantenimiento [2]. Tener el control sobre la cantidad de luminarias es importante para alumbrar correctamente el entorno de trabajo o áreas de tránsito, una falta de iluminación debido a pocas luminarias reduce la visibilidad causando perturbaciones en el desempeño de los trabajadores o causando incomodidad en zonas de circulación, por otra parte un exceso de luminarias provocaría destellos indeseables que afectarían la movilidad e incomodidad en la realización de actividades, de igual forma provoca el incremento de costo y tiempo de su mantenimiento.

Para mejorar la eficiencia y el ahorro en el consumo energético que se le designa a la iluminación en las instalaciones del Instituto tecnológico superior de Huichapan (ITESHU) se ha propuesto realizar el análisis luminotécnico de la edificación tres niveles, se hará el análisis únicamente de la planta baja, la cual consta de dos sanitarios, pasillos, un almacén de poco movimiento, un cubículo y dos laboratorios separados por una pared de aluminio y ventanas. En los espacios interiores de una edificación la iluminación requiere un minucioso estudio para avalar la seguridad de uso y facilitar a los ocupantes cuando realicen sus actividades con una correcta comodidad visual [2]. El área crítica de análisis son los laboratorios, debido a que estos necesitan una mayor cantidad de luxes, contrario a las demás áreas que son los sanitarios, almacén, pasillos y escaleras, sin mencionar el cubículo ya que este igual requiere una cantidad más elevada que las anteriores, pero aun así los laboratorios son los que deben ir con mayor iluminación.

Con la ayuda de software DiaLux analizaremos éstas áreas buscando cada una cumpla con la norma oficial mexicana para las condiciones de iluminación en los centros de trabajo (NOM-025- STPS-2008) [3] de mismo modo se tiene que poner atención en que cumplan con la uniformidad establecida. Se debe contar con un correcto número de luminarias, de esta forma obtendremos una luminosidad apropiada para cumplir con las tareas que son designadas para cada área y de igual forma hacer cumplir la norma en eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales (NOM-007-ENER-2014) [4].

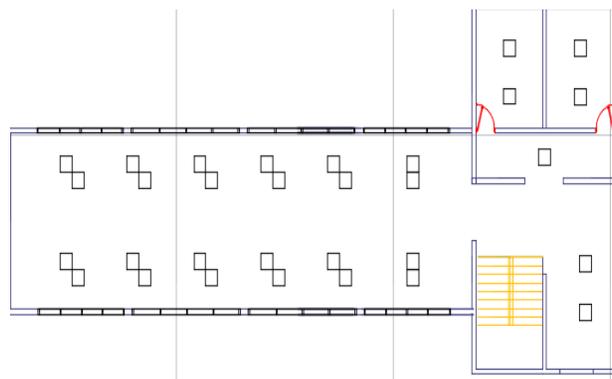
Por último, si se es necesario se realizará un rediseño tomando en cuenta las normas antes mencionadas NOM-025- STPS-2008 y NOM-007-ENER- 2014 que serán las que tomaremos como guía para saber si el número de luminarias y la distribución de éstas son correctas para cada área que se tiene en la planta baja de esta edificación.

5.4 Levantamiento arquitectónico de la edificación

La edificación se encuentra en el estado de Hidalgo en el municipio de Huichapan, el área de estudio es la planta baja de un edificio de tres niveles y para su análisis se realizó un levantamiento arquitectónico de la construcción. Los espacios arquitectónicos que identificamos en la planta baja son los siguientes: área de laboratorio, cubículos, almacén, pasillo, sanitarios y escalera. Para poder trabajar con el programa de simulación lumínica es necesario inicialmente establecer la planta arquitectónica del espacio analizar en este caso la planta baja del edificio de “tres niveles” por lo que se utilizó un programa de tipo CAD para establecer el plano arquitectónico. También se realizó el plano eléctrico del espacio arquitectónico, así como, un plano con la distribución de los objetos (mobiliario) que se encuentran en la planta arquitectónica.

En la Figura 1, se muestra la planta arquitectónica de la planta baja del edificio de “tres niveles” que será objeto de análisis de iluminación.

Figura 1 Plano de la planta arquitectónica correspondiente a la planta baja del edificio de “tres niveles”



Fuente: Elaboración Propia

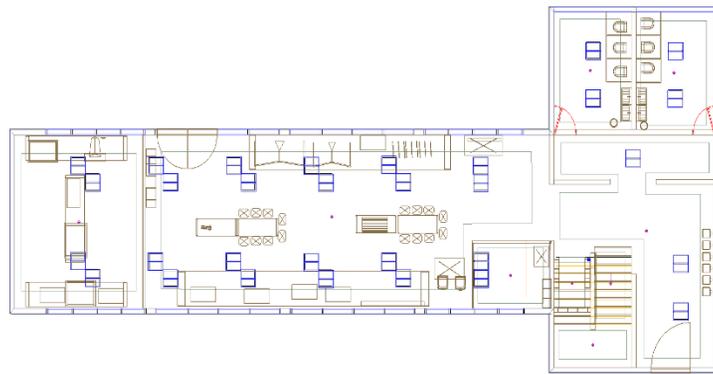
5.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux

Para la exportación del levantamiento de la planta baja del edificio de “tres niveles” al programa DiaLux mismo que utilizaremos para realizar la simulación lumínica fue necesario inicialmente dibujarla en un programa de tipo CAD, en el cual, se estableció el espacio arquitectónico.

Se trabajó la planta arquitectónica para su renderización en 3D, una vez finalizado esto se colocaron los muebles correspondientes al espacio arquitectónico de acuerdo a las actividades que se realizan en él, así como también se ubicaron tanto las luminarias presentes en el espacio arquitectónico como los distintos vanos (puertas y ventanas) correspondientes al espacio respetando sus dimensiones.

En la Figura 2 identificamos la planta arquitectónica con su respectivo mobiliario y luminarias presentes en el espacio arquitectónico.

Figura 2 Plano de la planta arquitectónica correspondiente a la planta baja del edificio de “tres niveles” con el mobiliario y luminarias presentes en el espacio arquitectónico



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3 observamos un isométrico de la planta arquitectónica correspondiente a la planta baja del edificio de “tres niveles” (con su mobiliario y envolvente física) de acuerdo a un plano tridimensional.

Figura 3 Plano tridimensional de la planta arquitectónica correspondiente a la planta baja del edificio de “tres niveles” con el mobiliario y luminarias presentes en el espacio arquitectónico



Fuente: Elaboración Propia

Debemos tomar en cuenta que nuestra principal área a iluminar son los laboratorios, la iluminación en éstos debe tener características que proporcionen los resultados más óptimos en cuanto al cumplimiento de los requerimientos del tipo de trabajo y de quienes lo realizan [5]. Nuestra segunda área de importancia sería el cubículo, prosiguiendo con el pasillo, los sanitarios y escaleras que deben tener la misma cantidad de luxes y para finalizar el almacén. Antes de comenzar con la colocación de las luminarias debemos tener en cuenta cual será nuestro plano útil, se define el plano útil o de trabajo como el área horizontal, vertical u oblicua en la cual regularmente los trabajadores desarrollan sus actividades con niveles de iluminación determinados, el plano horizontal de trabajo (plano útil) tendrá una altura que puede oscilar de 0.75 a 0.85 metros por encima del piso, y la altura en techos puede llegar hasta los 3 metros. Por último, hay que tomar en cuenta a la uniformidad (E_{min}/E_{prom}), esto con la finalidad de impedir las molestias causadas por los cambios abruptos de luminancia. El cociente del valor del nivel de iluminación existente en la zona donde se realiza tareas y el alumbrado del plano útil no debe ser inferior a los establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1 Relación del coeficiente de uniformidad de iluminación

Iluminación de tarea (lx)	Iluminación de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o menor de 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Fuente de consulta: Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115

Como el cubículo y los laboratorios son las únicas zonas donde se realizan actividades su uniformidad debe ser de 0.5 o mayor, mientras que las demás zonas al ser áreas circundantes deben ser igual o mayor a los 0.4.

Tomado en cuenta lo anterior se puede proceder a la colocación de luminarias en la edificación, manteniendo los niveles mínimos de iluminación establecidos en la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008 Tabla 2.

Tabla 2 Requerimientos mínimos de iluminación por área de trabajo

Área de trabajo	Tarea a realizar	Niveles mínimos de iluminación
Requerimiento visual simple	Almacenaje rudo, recepción y despacho.	200
Distinción moderada de detalles	Aulas y oficinas	300
Distribución clara de detalles	Salas de cómputo áreas de dibujo y laboratorios	500
Distinción final de detalles	Talleres de alta precisión	750

Fuente: Basada en norma oficial mexicana NOM-025STPS-2008

Como podemos apreciar en la tabla para los laboratorios necesitaremos un mínimo de 500 luxes, para el cubículo 300 luxes, en pasillos, escaleras y almacenes de poco movimiento son 50 luxes, mientras que en la Tabla 3 [6] encontramos que en los sanitarios los luxes mínimos son 100.

Tabla 3. Requerimientos mínimos de iluminación en otras áreas

Tipo de recinto y actividad	Niveles de iluminancia (lx)		
	E_{min}	E_m	E_{max}
Vestíbulos y sanitarios	100	150	200

Fuente: Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. (77-115)

Para determinar la densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales que no debemos rebasar usaremos la norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014 Tabla 4.

Tabla 4 Densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales

Tipo de edificio	DPEA(W7m ²)
Oficinas	12
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas7Taller	15

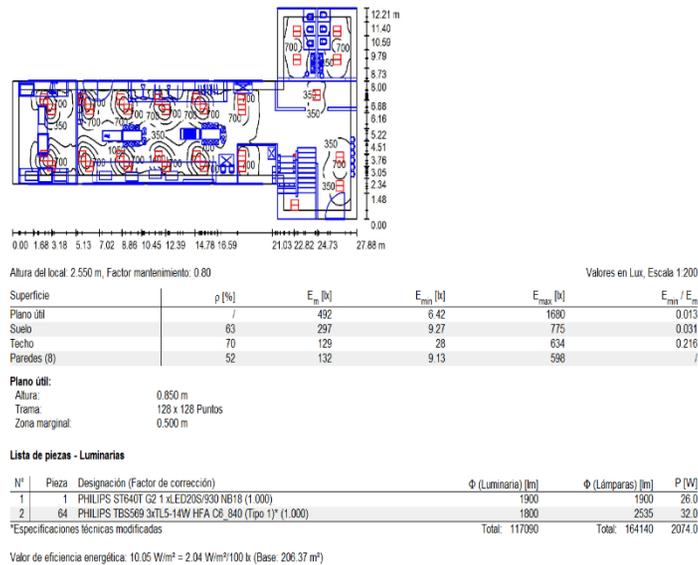
Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014

Por último, la planta baja debe de tener un valor de eficiencia energética de acuerdo a la norma NOM-007-ENER- 2014, por ser el laboratorio la zona de mayor importancia y que cubre mayor área tomaremos el valor que le corresponde a un laboratorio, debido a que la norma no cuenta con una especificación para laboratorio tomaremos la de un taller que nos marca una eficiencia energética de 15[W/m²].

5.6 Resultados

La planta baja del edificio de “tres niveles” cuenta con un total de 65 luminarias, 64 luminarias de 32W y una de 26W. Los resultados que nos arrojó esta configuración fueron los siguientes: una potencia total de 2075W y una eficiencia energética de 10.04 W/m². En la Figura 4 podemos identificar estos valores.

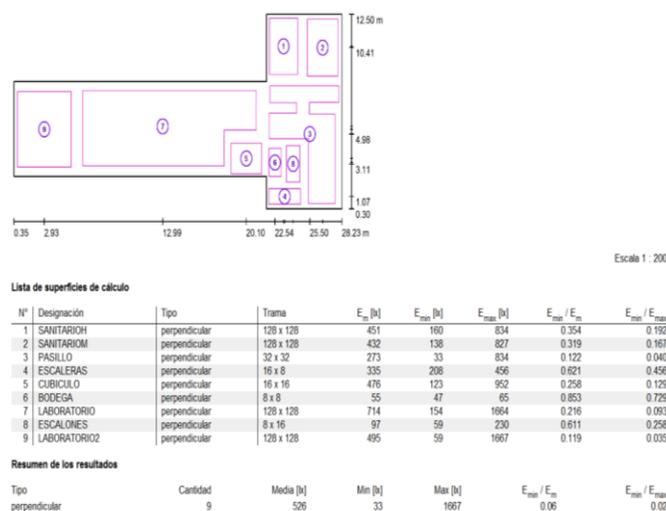
Figura 4 Resumen de resultados del plano útil de la planta baja del edificio de “tres niveles”



Fuente: Elaboración Propia

Con las superficies de cálculo agregadas a cada área Figura 5, podemos observar que los sanitarios si logran la E_{min} pero no alcanzan los 0.4 en cuanto uniformidad, aunque pudiéramos pasarlo por alto 4 luminarias de 32W cada una para un espacio así de reducido no resulta conveniente, el pasillo no alcanza el valor de iluminación mínimo y tampoco cuenta con buena uniformidad, las escaleras (con sus escalones) cumplen con su E_{min} mayor a los 50 luxes y cuentan con una correcta uniformidad sobrepasando los 0.4, el almacén cuenta con una uniformidad superior a los 0.4 pero le faltan 3 luxes para alcanzar su valor mínimo, esto podría dejarse de esta forma tomando el criterio que es un almacén de poco tránsito, por ultimo tanto el cubículo y el laboratorio quedan por debajo de su iluminación mínima y no cuentan con una correcta uniformidad, que éstos por ser zonas donde se realizan diversas tareas debe alcanzar mínimo una $E_{\text{min}}/E_{\text{prom}}$ de 0.5.

Figura 5 Resumen de resultados de la superficie de cálculo de la planta baja del edificio de “tres niveles”.



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6 identificamos una vista 3D de la iluminación actual de la planta baja del edificio de “tres niveles”

Figura 6 Vista 3D de la iluminación actual de la planta baja del edificio de “tres niveles”



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 7 identificamos la vista Ray-Trace de la planta baja con las luminarias encendidas.

Figura 7 Vista Ray – Trace de la planta baja con las luces encendidas



Fuente: Elaboración Propia

Con base a lo anterior se seleccionó una luminaria nueva mediante una investigación donde se determinó que las lámparas led son óptimas por su bajo consumo de potencia eléctrica, lo anterior para realizar la simulación lumínica. Debido a eso se escogieron las siguientes luminarias: PHILIPS RS060B y PHILIPS SM530C L1130, en la Figura 8 podemos identificar las características técnicas en cuanto a iluminación de este tipo de luminarias.

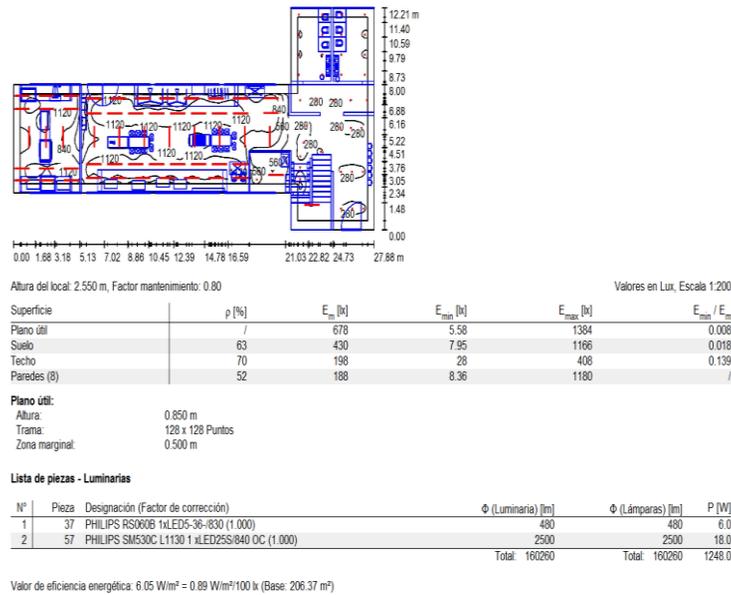
Figura 8 Características técnicas de iluminación de las lámparas PHILIPS RS060B y PHILIPS SM530C L1130

<p>37 Pieza</p>	<p>PHILIPS RS060B 1xLED5-36-830 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 480 lm Flujo luminoso (Lámparas): 480 lm Potencia de las luminarias: 6.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100 Lámpara: 1 x LED5-36-830 (Factor de corrección 1.000)</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	
<p>57 Pieza</p>	<p>PHILIPS SM530C L1130 1xLED25S/840 OC N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 2500 lm Flujo luminoso (Lámparas): 2500 lm Potencia de las luminarias: 18.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 88 98 100 100 100 Lámpara: 1 x LED25S/840- (Factor de corrección 1.000)</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

Con la propuesta de luminarias, la potencia total es de 1248W y la eficiencia energética 6.05W/m² esto nos da una reducción del 39.82% y 39.8% respectivamente con relación a las luminarias existentes actualmente. Se utilizaron treinta y siete luminarias de 6W y cincuenta y siete de 18W. En la Figura 9 se muestra el resumen de resultados del plano útil del rediseño de iluminación en la planta baja.

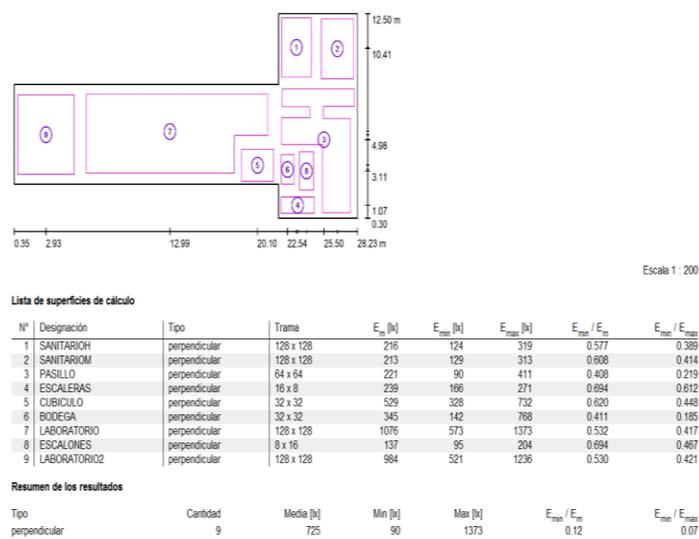
Figura 9 Resumen de resultados del plano útil del rediseño de iluminación en la planta baja



Fuente: Elaboración Propia

Con las nuevas luminarias se logra que todas las áreas rebasen su E_{min} que para sanitarios es 100 luxes y para pasillos, almacenes y escaleras 50 luxes, para cubículo 300 luxes y por último los laboratorios que deben tener 500 luxes como mínimo; tanto cubículo y laboratorio al ser áreas de tareas su uniformidad (E_{min}/E_{prom}) debe alcanzar los 0.5, las demás zonas deben alcanzar cuando mínimo 0.4 en uniformidad. En la Figura 10 observamos un resumen de los resultados de las superficies de cálculo con el rediseño de iluminación.

Figura 10 Resumen de los resultados de las superficies de cálculo con el rediseño de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 11 identificamos una vista 3D del rediseño de la iluminación de la planta baja del edificio de “tres niveles”.

Figura 11 Vista 3D del rediseño de la iluminación de la planta baja del edificio de “tres niveles”



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 12 identificamos la Vista Ray-Trace de la planta baja con las luminarias encendidas del rediseño de iluminación.

Figura 12 Vista Ray-Trace de la planta baja con las luminarias encendidas del rediseño de iluminación



Fuente: Elaboración Propia

5.7 Conclusiones

Mediante esta investigación se comprobó que al realizar un buen diseño de iluminación se puede reducir en gran medida la potencia total y con ello optimizar la eficiencia energética. En un proyecto de estas características es importante tomar en cuenta aquellas zonas en donde se tiene el plano útil y cuidar a detalle los lugares donde se producen sombras, ya que esto puede impactar en el análisis lumínico ya que puede provocar un E_{min} en un área muy pequeña pero que realmente no afecte la realización de actividades propias del lugar, provocando una baja uniformidad, por eso es necesario identificar objetos que están inclinados que son los que pueden provocar conflicto, de la misma forma objetos sólidos que generen penumbra por estar demasiado juntos.

Todo este tipo de detalles debe tomarse en cuenta ya que en un análisis como este donde se busca que toda el área tenga una correcta uniformidad, las zonas oscuras donde no se realizan actividades generan una inestabilidad en los resultados.

Podrían realizarse análisis en puntos específicos del área donde se realizan actividades, esto dejaría un tanto de lado la uniformidad, pero se haría mayor énfasis en las zonas donde se vayan a realizar las tareas, lo que resultaría benéfico para el alcance de un E_{min} correcto, de la misma forma en sitios como los escalones nuestro plano útil debe de ponerse de manera inclinada ya que una posición vertical provocará un análisis erróneo de la zona.

Por ultimo en las renderizaciones con las luminarias encendidas que se obtuvieron en esta investigación se observa la diferencia lumínica que existe entre zonas donde solo se transita y las zonas donde se realizan actividades específicas, si se toman criterios desde el punto estético existiría un desequilibrio en cuanto a iluminación, pero debemos ser conscientes que eso afecta en el consumo de energía eléctrica, ya que estaremos tomando con la misma importancia zonas donde la gente solo está de paso, en estos tiempos se debe tener una visión en pro del medioambiente y una reducción de consumo energético contribuye a esto, de igual forma la reducción de lámparas provoca menos desechos y genera un menor mantenimiento de éstas.

5.8 Referencias

- [1] Ramírez-Rascón, L., Serrano-Arellano, J., Aguilar-Castro, K., Rodríguez-Uribe, J. (2016). Optimización de la iluminación de un edificio de biblioteca para eficiencia energética. *Revista de Investigación y Desarrollo*, Vol.2(6), 48-51.
- [2] Martín Monroy, M. (2006). *Manual de Iluminación*. Las Palmas de Gran Canaria: ICARO.
- [3] Norma Oficial Mexicana NOM-025- STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- [4] Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- [5] PRECISION. Illumination. Retrieved from www.precision.cl/iluminacion-de-laboratorio/
- [6] Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. (77-115).

Capítulo 6 Optimización de la iluminación del centro de información de una institución educativa

SERRANO-ARELLANO, Juan†*, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos, GÓMEZ-BALBUENA, Daniel Napoleón, ORTÍZ-MENA, Rebeca Guadalupe

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 2^{do} Coautor: *Daniel Napoleón, Gómez-Balbuena* / **CVU CONACYT-ID:** 406579

ID 3^{er} Coautor: *Rebeca Guadalupe, Ortiz-Mena* / **CVU CONACYT-ID:** 549564

6.1 Resumen

Se realizó un estudio de la iluminación de la planta baja de un edificio académico de una institución de educación superior. El edificio de estudio fue construido de forma tradicional satisfaciendo la necesidad inicial de establecer un internado sin embargo con el tiempo se adaptó el edificio convirtiéndolo en un edificio académico, la modificación de las funciones del edificio se llevaron a cabo sin realizar un estudio detallado de iluminación de las intensidades o de la correcta ubicación de las mismas, por lo que se realizó un levantamiento arquitectónico del mismo para poder analizarlo a través de una simulación. Las intensidades de iluminación se encontraron en todas las áreas que integran la planta baja del edificio académico a través del programa de simulación de luminarias (Dialux). En los resultados se encontró que se podía reducir el consumo de energía en un 40% al establecer un nuevo tipo de luminarias, así como una mejor distribución de estas. Por ello podemos concluir que un buen diseño de iluminación puede reducir el consumo de energía eléctrica, e incluso con una distribución adecuada se podría llegar a reducir el número de luminarias a emplear en el espacio arquitectónico.

Iluminación, Sustentabilidad, Energía

6.2 Abstract

A lighting study was carried out on the ground floor of an academic from a higher education institution. The study building was built in a traditional way, satisfying the initial need to establish an internal context however, with time it was adapted, the building became an academic element, the modification of the building functions was carried out. He made a detailed study of lighting. Of the intensities or of the correct location of the same ones, reason why an architectonic survey of the same was realized to be able to do it through a simulation. The lighting intensities were found in all the areas that make up the ground floor of the academic building through the lighting simulation program (Dialux). In the results, energy consumption can be reduced by 40% by establishing a new type of luminaires as well as a better distribution of them. That is why we can conclude that a good lighting design can reduce the consumption of electricity, and even with a distribution that can reduce the number of luminaires in the architectural space.

Lighting, Sustainability, Energy

6.3 Introducción

El consumo de energía eléctrica mediante luminarias en edificaciones actualmente está entre el 18% y 20% del consumo total, por ello es primordial una ubicación correcta, de la misma forma la selección de las luminarias, son factores que impactarán de manera directa en el consumo de energía en las edificaciones [1]. Las luminarias son un recurso del cual es posible disponer y controlar fácilmente, pero es preciso invertir significativamente en equipo y mantenimiento [2].

Tener el control sobre la cantidad de luminarias es importante para alumbrar correctamente el entorno de trabajo o áreas de tránsito, una falta de iluminación debido a pocas luminarias reduce la visibilidad causando perturbaciones en el desempeño de los trabajadores o causando incomodidad en zonas de circulación, por otra parte un exceso de luminarias provocaría destellos indeseables que afectarían la movilidad e incomodidad en la realización de actividades, de igual forma provoca el incremento de costo y tiempo de su mantenimiento.

Para mejorar la eficiencia y el ahorro en el consumo energético que se le designa a la iluminación en las instalaciones del Instituto tecnológico superior de Huichapan (ITESHU) se ha propuesto realizar el análisis luminotécnico de la planta alta del edificio denominado centro de información por medio de un levantamiento arquitectónico que conlleve al registro de intensidad de iluminación por medio del dispositivo luxómetro asimismo al realizar la simulación lumínica por medio del programa Dialux. En los espacios interiores de una edificación la iluminación requiere un minucioso estudio para avalar la seguridad de uso y facilitar a los ocupantes cuando realicen sus actividades con una correcta comodidad visual [2]. El área crítica de análisis son los laboratorios, debido a que estos necesitan una mayor cantidad de luxes, contrario a las demás áreas que son los sanitarios, almacén, pasillos y escaleras, sin mencionar el cubículo ya que este igual requiere una cantidad más elevada que las anteriores, pero aun así los laboratorios son los que deben ir con mayor iluminación.

Con la ayuda del programa DiaLux se analizan estas áreas buscando cada una cumpla con la norma oficial mexicana para las condiciones de iluminación en los centros de trabajo (NOM-025- STPS-2008) [3] de mismo modo se tiene que poner atención en que cumplan con la uniformidad establecida. Se debe contar con un correcto número de luminarias, de esta forma obtendremos una luminosidad apropiada para cumplir con las tareas que son designadas para cada área y de igual forma hacer cumplir la norma en eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales (NOM-007-ENER-2014) [4].

Por último, si se es necesario se realizará un rediseño tomando en cuenta las normas antes mencionadas NOM-025- STPS-2008 y NOM-007-ENER- 2014 que serán las que tomaremos como guía para saber si el número de luminarias y la distribución de éstas son correctas para cada área que se tiene en la planta baja de esta edificación.

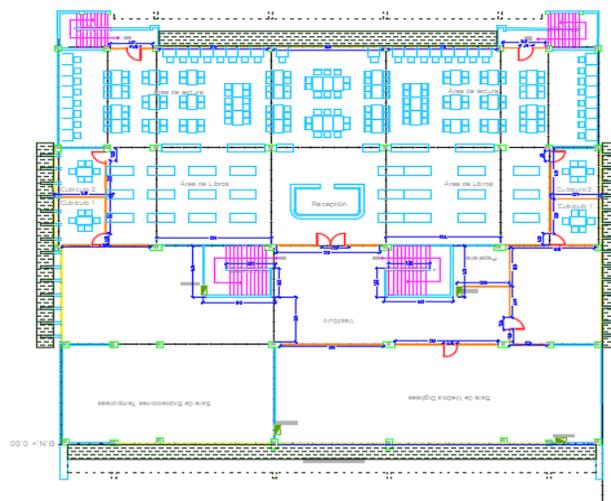
6.4 Levantamiento arquitectónico de la edificación

La edificación se encuentra en el estado de Hidalgo en el municipio de Huichapan, el área de estudio es el edificio denominado centro de información y para su análisis se realizó un levantamiento arquitectónico de la construcción. Los espacios arquitectónicos que identificamos en la planta alta son los siguientes: área de lectura, cubículos, área de atención a usuarios, pasillos y escalera. Para poder trabajar con el programa de simulación lumínica es necesario inicialmente establecer la planta arquitectónica del espacio analizar en este caso la planta alta del edificio “centro de información” por lo que se utilizó un programa de tipo CAD para establecer el plano arquitectónico.

También, se realizó el plano eléctrico del espacio arquitectónico, así como, un plano con la distribución de los objetos (mobiliario) que se encuentran en la planta arquitectónica.

En las Figura 1, se muestra la planta arquitectónica de la planta alta del edificio “centro de información” que será objeto de análisis de iluminación.

Figura 1 Plano de la planta arquitectónica correspondiente a la planta alta del edificio “centro de información”



Fuente: Elaboración Propia

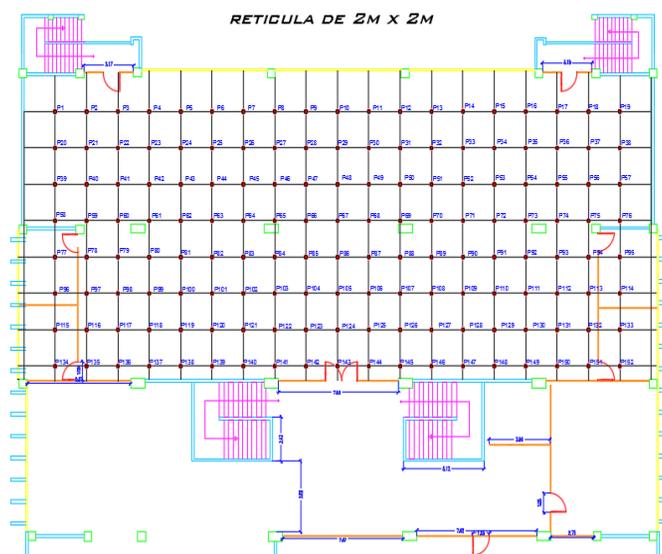
Se realizaron mediciones experimentales de la intensidad lumínica dentro del espacio arquitectónico de análisis para determinar los puntos que estaban dentro del intervalo de confort lumínico. Para lo cual se utilizó el luxómetro para la obtención de datos. Las especificaciones del luxómetro se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1 Especificaciones del equipo de medición “luxómetro”

Luxómetro	400000 Lux, LT-LX1108, <1000,000 Lux: $\pm (3\% \text{ rdg} + 0.5\% \text{ F.S.})$
Pantalla	LCD52x30mm de 4 dígitos con indicador de gráfica de barras
Sensor	Foto y diodo exclusivo y filtro de corrección de color, el espectro cumple con el factor de corrección cosenoidal del estándar C.I.E. Detector con una desviación máxima de $\pm 5\%$ respecto a la respuesta espectral fotópica.
Imagen de luxómetro	

Fuente: Elaboración Propia

Se trazó un mallado sobre el área de análisis, con una distancia de 2 m entre nodo y nodo, obteniendo un total de 152 nodos. Se número cada nodo del 1 al 152, en estos puntos de realizo la toma de lecturas de intensidad lumínica con el luxómetro. En la Figura 2 identificamos la retícula en el espacio arquitectónico de análisis.

Figura 2 Retícula para la toma de datos de la intensidad lumínica con el equipo de medición (luxómetro)

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 2 muestra los datos de intensidad lumínica adquiridos por el equipo especializado (luxómetro) en el centro de información.

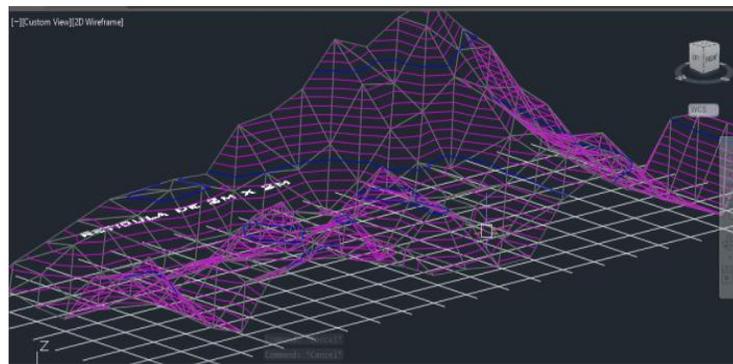
Tabla 2 Datos de intensidad lumínica adquiridos por el equipo especializado (luxómetro)

Nº	Medición	Nº	Medición	Nº	Medición	Nº	Medición
1	40	20	90	39	59	58	50
2	130	21	120	40	64	59	55
3	179	22	205	41	135	60	71
4	233	23	240	42	129	61	104
5	288	24	260	43	141	62	104
6	296	25	330	44	162	63	123
7	303	26	315	45	158	64	114
8	290	27	260	46	198	65	168
9	458	28	300	47	180	66	143
10	470	29	280	48	140	67	160
11	535	30	350	49	236	68	242
12	705	31	560	50	414	69	317
13	640	32	530	51	456	70	259
14	730	33	732	52	563	71	528
15	770	34	600	53	482	72	408
16	617	35	583	54	453	73	420
17	283	36	228	55	166	74	143
18	160	37	110	56	111	75	87
19	58	38	54	57	68	76	47

Nº	Medición	Nº	Medición	Nº	Medición	Nº	Medición
77	260	96	291	115	420	134	302
78	240	97	280	116	231	135	138
79	84	98	74	117	62	136	86
80	215	99	276	118	216	137	289
81	215	100	233	119	209	138	316
82	341	101	438	120	441	139	426
83	160	102	246	121	214	140	328
84	216	103	323	122	259	141	185
85	227	104	97	123	180	142	113
86	410	105	311	124	339	143	106
87	242	106	234	125	219	144	83
88	215	107	218	126	120	145	84
89	220	108	274	127	278	146	286
90	400	109	362	128	388	147	355
91	377	110	405	129	394	148	263
92	302	111	381	130	304	149	220
93	121	112	112	131	114	150	129
94	65	113	41	132	58	151	54
95	303	114	361	133	360	152	365

Fuente: Elaboración Propia

A partir de lo anterior se establece el relieve de intensidad de iluminación en el centro de información, en la Figura 3 se muestra el relieve tridimensional de la intensidad de iluminación del centro de información de cada uno de los nodos en donde se tomó el registro de iluminación en donde identificamos una variación de alturas de intensidad lo que denota aquellas áreas más iluminadas derivado de la iluminación natural y de la iluminación artificial en la zona gracias a las luminarias ubicadas en el lugar.

Figura 3 Relieve de iluminación del centro de información

Fuente: Elaboración Propia

6.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux

Para la exportación del levantamiento de la planta alta del edificio “centro de información” al programa DiaLux mismo que utilizaremos para realizar la simulación lumínica fue necesario inicialmente dibujarla en un programa de tipo CAD, en el cual, se estableció el espacio arquitectónico.

Se trabajó la planta arquitectónica para su renderización en 3D, una vez finalizado esto se colocaron los muebles correspondientes al espacio arquitectónico de acuerdo a las actividades que se realizan en él, así como también se ubicaron tanto las luminarias presentes en el espacio arquitectónico como los distintos vanos (puertas y ventanas) correspondientes al espacio respetando sus dimensiones.

DiaLux es un programa de simulación empleado para análisis de intensidades lumínicas de edificaciones, así como la distribución de estas, una de las cualidades de este programa es que permite exportar planos previamente elaborados en AutoCAD para su modelación en 3d y colocación de luminarias para una mejor propuesta lumínica ya que cuenta con una gran gama de luminarias y marcas reconocidas dentro y fuera del país, permitiéndonos realizar un trabajo con más cercanía a la realidad.

En la Figura 4 identificamos la planta arquitectónica con su respectivo mobiliario y luminarias presentes en el espacio arquitectónico

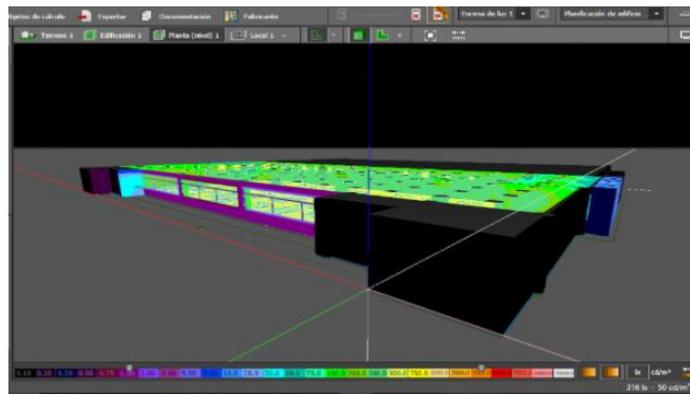
Figura 4 Plano de la planta arquitectónica del centro de información con mobiliario y luminarias presentes



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 5 observamos la modelación en 3D del centro de información.

Figura 5 Modelación en 3D del centro de información



Fuente: Elaboración Propia

Debemos tomar en cuenta que nuestra principal área a iluminar es la área de lectura, la iluminación en estas áreas debe de tener características que proporcionen los resultados más óptimos en cuanto al cumplimiento de los requerimientos del tipo de trabajo y de quienes lo realizan [5]. La segunda área de importancia serían los cubículos, prosiguiendo con los pasillos.

Antes de comenzar con la colocación de las luminarias se debe tener en cuenta cual será nuestro plano útil, se define el plano útil o de trabajo como el área horizontal, vertical u oblicua en la cual regularmente los trabajadores desarrollan sus actividades con niveles de iluminación determinados, el plano horizontal de trabajo (plano útil) tendrá una altura que puede oscilar de 0.75 a 0.85 metros por encima del piso, y la altura en techos puede llegar hasta los 3 metros. Por último, hay que tomar en cuenta a la uniformidad (E_{min}/E_{prom}), esto con la finalidad de impedir las molestias causadas por los cambios abruptos de luminancia. El cociente del valor del nivel de iluminación existente en la zona donde se realiza tareas y el alumbrado del plano útil no debe ser inferior a los establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Relación del coeficiente de uniformidad de iluminación (Fuente: Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115

Iluminación de tarea (lx)	Iluminación de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o menor de 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{min}/E_{prom})	
,Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Fuente: Elaboración Propia

Como los cubículos son las únicas zonas donde se realizan actividades su uniformidad debe ser de 0.5 o mayor, mientras que las demás zonas al ser áreas circundantes deben ser igual o mayor a los 0.4.

Tomado en cuenta lo anterior se puede proceder a la colocación de luminarias en la edificación, manteniendo los niveles mínimos de iluminación establecidos en la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008 Tabla 2.

Tabla 4 Requerimientos mínimos de iluminación por área de trabajo (Fuente (Basada en norma oficial mexicana NOM-025STPS-2008)

Area de trabajo	Tarea a realizar	Niveles mínimos de iluminación
Requerimiento visual simple	Almacenaje rudo, recepción y despacho.	200
Distinción moderada de detalles	Aulas y oficinas	300
Distribución clara de detalles	Salas de cómputo áreas de dibujo y laboratorios	500
Distinción final de detalles	Talleres de alta precisión	750

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos apreciar en la tabla para los cubículos necesitaremos un mínimo de 500 luxes, para el cubículo y sala de lectura 300 luxes. Para determinar la densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales que no debemos rebasar usaremos la norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014 Tabla 5.

Tabla 5 Densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales (Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014)

Tipo de edificio	DPEA(W7m ²)
Oficinas	12
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas/Taller	15

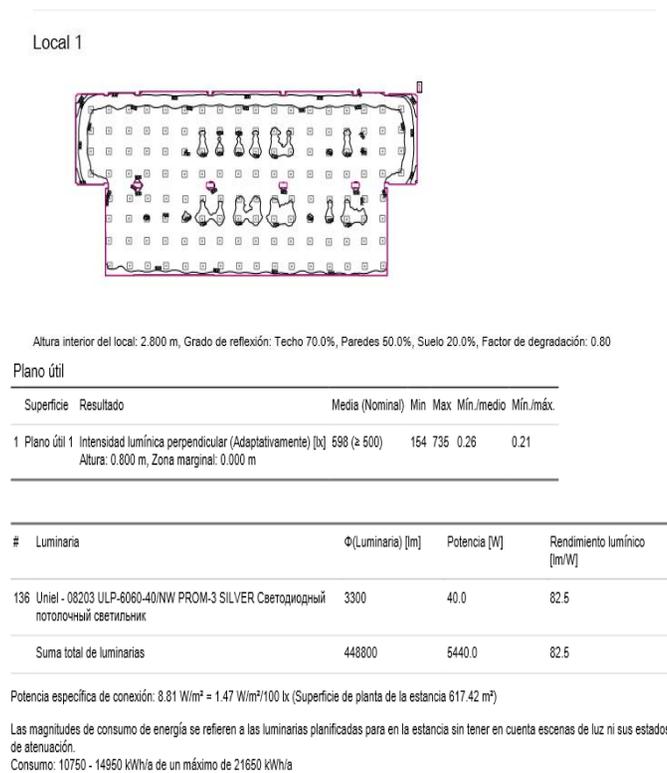
Fuente: Elaboración Propia

Por último, la planta baja debe de tener un valor de eficiencia energética de acuerdo a la norma NOM-007-ENER- 2014, por ser la zona de lectura de biblioteca la zona de mayor importancia y que cubre mayor área tomaremos el valor de eficiencia energética de 15[W/m²].

6.6 Resultados

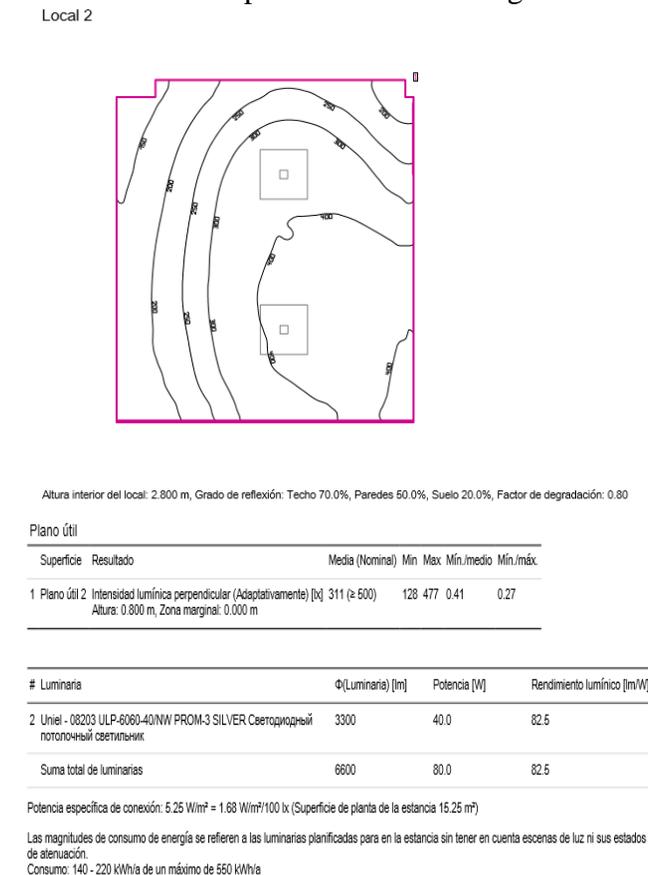
El espacio arquitectónico analizado se dividió en cinco secciones, dando como resultado lo siguiente:

La retícula de luminarias que se emplearon en el local 1 que se identifica como el área de lectura fueron las existentes solo que en la propuesta se emplearon luminaria nw- 3prom silver, con una potencia luminaria de 33 watts y un rendimiento lumínico de 69.7 lm/W, con estos resultados se llegó a la conclusión de que su consumo energético es menor. Como se muestra en los resultados en la Figura 6.

Figura 6. Resultados del plano útil de la configuración del local 1

Fuente: Elaboración Propia

Las luminarias que se emplearon en el local dos que se identifica como el área de cubículos de estudio y lectura, fueron las existentes solo que en la propuesta se emplearon luminarias nw- 3prom silver, con una potencia luminaria de 33 watts y un rendimiento lumínico de 82.5 lm/W, con estos resultados se llegó a la conclusión de que su consumo energético es menor y la necesaria para realizar ciertas actividades en el cubículo. Como lo muestras en los resultados en la Figura 7.

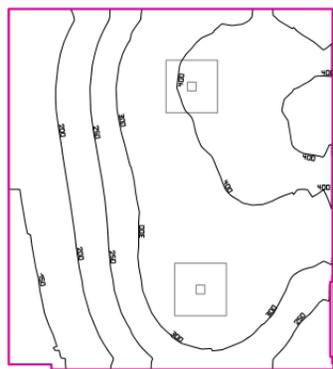
Figura 7 Resultados del plano útil de la configuración del local 2

Fuente: Elaboración Propia

Las luminarias que se emplearon en el local tres el cual es un cubículo de estudio y lectura, fueron las existentes solo que en la propuesta se utilizó luminaria nw- 3prom silver, con una potencia luminaria de 33 watts y un rendimiento lumínico de 82.5 lm/W, con estos resultados se llegó a la conclusión de que su consumo energético es menor y la necesaria para realizar ciertas actividades en el cubículo. Como lo muestra los resultados en la Figura 8.

Figura 8 Resultados del plano útil de la configuración del local 3

Local 3



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	301 (> 500)	124	451	0.41	0.27

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 Uniel - 08203 ULP-6060-40/NW PROM-3 SILVER Светодиодный потолочный светильник	3300	40.0	82.5
Suma total de luminarias	6600	80.0	82.5

Potencia específica de conexión: 5.24 W/m² = 1.74 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 15.26 m²)

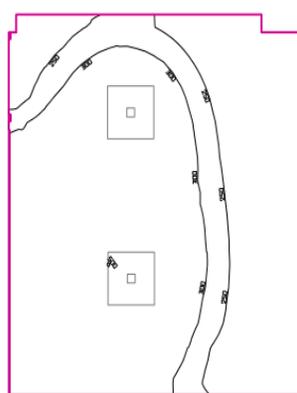
Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 140 - 220 kWh/a de un máximo de 550 kWh/a

Fuente: Elaboración Propia

Las luminarias que se emplearon en el local cuatro el cual es un cubículo de estudio y lectura, fueron las existentes solo que en la propuesta se utilizó luminaria nw- 3prom silver, con una potencia luminaria de 33 watts y un rendimiento lumínico de 82.5 lm/W, con estos resultados se llegó a la conclusión de que su consumo energético es menor y la necesaria para realizar ciertas actividades en el cubículo. Como se muestran los resultados en la Figura 9 .

Figura 9 Resultados del plano útil de la configuración del local 4

Local 4



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil		Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Superficie	Resultado					
1	Plano útil 4 Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	310 (≥ 500)	0.00	501	0.00	0.00

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]	
2	Uniel - 08203 ULP-6060-40/NW PROM-3 SILVER Светодиодный потолочный светильник	3300	40.0	82.5
Suma total de luminarias		6600	80.0	82.5

Potencia específica de conexión: 5.02 W/m² = 1.62 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 15.94 m²)

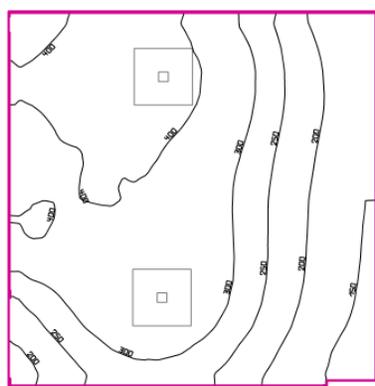
Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 140 - 220 kWh/a de un máximo de 600 kWh/a

Fuente: Elaboración Propia

Las luminarias que se emplearon en el local cinco el cual es un cubículo de estudio y lectura, fueron las existentes solo que en la propuesta se utilizó luminaria nw- 3prom silver, con una potencia luminaria de 33 watts y un rendimiento lumínico de 82.5 lm/W, con estos resultados se llegó a la conclusión de que su consumo energético es menor y la necesaria para realizar ciertas actividades en el cubículo. Como lo muestras en los resultados en la Figura 10.

Figura 10 Resultados del plano útil de la configuración del local 5

Local 5



Altura interior del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil		Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Superficie	Resultado					
1	Plano útil 5 Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	304 (≥ 500)	129	483	0.42	0.27

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]	
2	Uniel - 08203 ULP-6060-40/NW PROM-3 SILVER Светодиодный потолочный светильник	3300	40.0	82.5
Suma total de luminarias		6600	80.0	82.5

Potencia específica de conexión: 5.44 W/m² (Superficie de planta de la estancia 14.71 m²)
Potencia específica de conexión: 5.44 W/m² = 1.79 W/m²/100 lx (Superficie del plano útil 14.71 m²)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.
Consumo: 140 - 220 kWh/a de un máximo de 660 kWh/a

Fuente: Elaboración Propia

6.7 Conclusiones

Actualmente el diseño de iluminación de interiores se ha modernizado, pero muchas de las edificaciones que se construyen no toman en cuenta este concepto al momento de colocar luminarias, si se realiza un buen análisis de éstas se puede reducir la potencia usada en luminarias y la densidad de potencia eléctrica.

Una buena elección de luminarias puede reducir el consumo eléctrico o la reducción en el mantenimiento de lámparas. Se debe tener claro el propósito de la iluminación para no elegir una luminaria que proporcione demasiado flujo luminoso con una potencia que perjudique la iluminación del sitio.

De la misma forma es necesario conocer si las luminarias irán empotradas o suspendidas a los elementos arquitectónicos y cuál será el área de trabajo, todos esos factores se deben tener en cuenta al momento de variar el flujo de iluminación y la potencia de las luminarias que se elegirán.

Usar distintos tipos de lámparas resulta en algunos casos convenientes ya que no todas las áreas necesitan la misma cantidad de iluminación, dentro de este proyecto se propuso el uso de lámparas con menor intensidad luminosa para alumbrar el pasillo, pero al intentar combinarlas dentro de un cubículo resulta perjudicial debido a que reduce la uniformidad.

6.8 Referencias

- [1] Ramírez-Rascón, L., Serrano-Arellano, J., Aguilar-Castro, K., Rodríguez-Uribe, J. (2016). Optimización de la iluminación de un edificio de biblioteca para eficiencia energética. Revista de Investigación y Desarrollo, Vol.2(6), 48-51.
- [2] Martín Monroy, M. (2006). Manual de Iluminación. Las Palmas de Gran Canaria: ICARO.
- [3] Norma Oficial Mexicana NOM-025- STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
- [4] Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER- 2014, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- [5] PRECISION. Iluminación. Retrieved from www.precision.cl/iluminacion-de-laboratorio/
- [6] Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. (77-115).

Capítulo 7 Estudio teórico de iluminación de una casa habitación ubicada en el municipio de Tasquillo, Hidalgo

SERRANO-ARELLANO, Juan†*, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos, GÓMEZ-BALBUENA, Daniel Napoleón, ORTÍZ-MENA, Rebeca Guadalupe

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, México. C.P. 42411

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 2^{do} Coautor: *Daniel Napoleón, Gómez-Balbuena* / **CVU CONACYT-ID:** 406579

ID 3^{er} Coautor: *Rebeca Guadalupe, Ortiz-Mena* / **CVU CONACYT-ID:** 549564

7.1 Resumen

Este trabajo describe las acciones realizadas para evaluar teóricamente las condiciones de iluminación de una casa habitación. Se realizó inicialmente un proceso de análisis del espacio a evaluar. Se exportó al programa Dialux las plantas arquitectónicas para realizar diversas simulaciones de intensidad de iluminación y con ello identificar los distintos escenarios de iluminación presentes en el lugar y distinguir las variaciones de iluminación que repercuten en el desempeño del usuario, la salud y el bienestar. Gracias a este proceso se logró establecer que podemos mejorar la iluminación dentro del espacio arquitectónico así como con base a los porcentajes de intensidad obtenidos, se puede plantear una mejor manera de reducir el consumo de energía, mejorar la distribución de luminarias, el tipo de luminaria a utilizar y en qué espacio emplearla.

Iluminación, Sustentabilidad, Energía

7.2 Abstract

This work describes the actions taken to evaluate the lighting conditions of a room. They were initially performed in a space analysis process. The architectural plants were exported to the Dialux program to carry out various lighting simulations and thereby identify the lighting parameters present in the place and distinguish the variations in lighting that affect the user's performance, health and well-being. Thanks to this process, it can be established that it can improve the lighting within the architectural space, as well as based on the percentages of the intensity that can be obtained, it can create a way to reduce energy consumption, improve the distribution of luminaires, the type of luminaire to be used and in what space it is.

Lighting, Sustainability, Energy

7.3 Introducción

El uso de la iluminación es una parte importante del consumo total de electricidad en todo el mundo. Esto se debe a su uso prolongado y a que representa un elemento esencial de cualquier edificio. Normalmente, edificios comerciales que usan cierto tiempo de iluminación comprende el 50% del consumo total de electricidad en un país. De hecho, para algunos edificios, supera el 90% del consumo de energía por iluminación, de esta forma se ha convertido en gastos innecesarios debido a una necesidad derivada del uso de mayor iluminación [1].

Las luminarias son un recurso del cual se puede tener fácil disponibilidad y control, pero necesitan inversiones significativas en equipo y mantenimiento [2]. En la actualidad el consumo de energía eléctrica en las edificaciones mediante luminarias se encuentra entre el 18% y 20% del consumo total, es por eso que la importancia de una correcta ubicación y selección de luminarias impactará de forma directa en el consumo de energía en la vivienda o edificio.

En años recientes, esfuerzos importantes se han realizado para mejorar la eficiencia energética y reducir el consumo de energía. El concepto de eficiencia energética en edificios está relacionado con las necesidades de suministro energético para lograr condiciones ambientales deseables que minimicen el consumo energético [3].

Por eso es importante tener un control sobre la cantidad de luminarias que necesitamos para alumbrar correctamente el entorno donde realizamos distintas actividades, la falta de luminarias reduciría la visibilidad afectando así el desempeño del trabajador, mientras que un exceso de éstas incrementa el costo y tiempo en mantenimiento, de la misma forma puede provocar destellos molestos.

Por consiguiente, el diseño de la iluminación es uno de los elementos más importantes y es el comienzo del diseño de un edificio. La estrategia efectiva y eficiente del diseño de iluminación, incluyendo luz natural, puede otorgar iluminación en un nivel apropiado y reducir el costo y energía. Una gran cantidad de dinero puede ahorrarse si el diseñador conoce como diseñar un sistema de iluminación adecuado para el entorno arquitectónico.

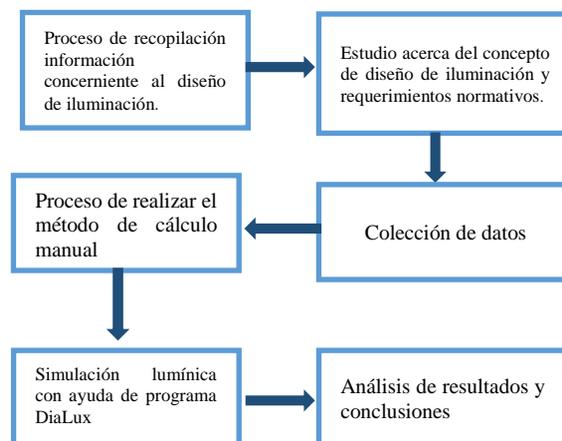
Además, es también importante porque varios problemas pueden presentarse derivados del pobre sistema de iluminación por ejemplo daño en el ojo. En busca de tener una mejor eficiencia y un ahorro en el consumo energético que se emplea en cuanto a luminarias en un proyecto arquitectónico, se diseñará una instalación de iluminación para una casa-habitación en el municipio de Tecozautla, Hidalgo dando como resultado el análisis y cálculo de la propuesta en cuanto a luminarias, obteniendo un diseño que conlleve un beneficio tanto de función como económico de la familia que hace uso de la casa-habitación.

Se usará el programa DiaLux para hacer el análisis de las luminarias que se encuentran instaladas y verificar si cumplen con los requerimientos mínimos de la norma oficial mexicana para las condiciones de iluminación en los centros de trabajo [4] y si la planta arquitectónica en general cumple con la norma en densidad de potencia eléctrica para sistemas de alumbrado en edificaciones no residenciales [5].

En caso de no contar con los requerimientos se debe hacer un rediseño de iluminación, buscando: exista una buena proporción de visibilidad para poder tener un grado solicitado en cuanto a precisión y velocidad en el desarrollo de las tareas, niveles de iluminación que reduzcan los esfuerzos al trabajar, por último, condiciones lumínicas que proporcionen seguridad con el mobiliario y un deslumbramiento e incapacidad visual mínimas [6]. En este artículo se abarcará el levantamiento arquitectónico de la casa habitación y su exportación al programa de simulación de luminarias con el objetivo de realizar la simulación energética del espacio arquitectónico.

Hay varios métodos que pueden ser utilizados para calcular la iluminación a partir de una fuente eléctrica. Las bases del cálculo de iluminación sobre una superficie o la luminaria de una superficie son iguales a la fuente de luz natural y a las fuentes de luz eléctrica. En este trabajo, se hace uso de dos métodos: simulación lumínica al utilizar el programa DiaLux y Autocad y el cálculo manual basado en método de lumen. Para diseñar el sistema de iluminación en una edificación, la siguiente información se debe de obtener por adelantado: longitud de los espacios arquitectónicos a considerar (L), ancho de los espacios arquitectónicos a considerar (W), altura del techo (H_c), altura del plano de trabajo (H_w), altura de la suspensión (H_s), colores de los muros, condiciones de ventanas, si el espacio arquitectónico utiliza ventilados o aire acondicionado, condiciones vecinas y tipo de habitación (lectura, comida, etc.), posteriormente seleccionamos el tipo de iluminación. Estos tipos de luz son comúnmente utilizadas, tales como, fluorescente, incandescente, tipo contemporáneo, tipo de lámpara para industria y para uso doméstico. Sin embargo lo importante es la luz generada por las lámparas y como la luz de las lámparas es transmitida.

Figura 1 Diagrama representativo de la metodología de la investigación de este trabajo



Fuente: Elaboración Propia

En el ámbito doméstico no se cuenta en México con una normatividad que que haga referencia a estipular los niveles de iluminación respecto a los distintos espacios arquitectónicos presentes en este tipo de edificios, tomando como referencia la norma europea sobre la iluminación para interiores (UNE-EN 12464.) [7].

Tabla 1 Niveles de iluminación en el espacio arquitectónico interior (Fuente: normatividad UNE-EN 12464)

		Iluminación en lux
Cocina	General	200
	Encimera/Isla	500
Baño	General	100
	Espejo	300
Pasillos y escaleras	Vivienda	100
	Zonas comunes	150-200
Dormitorio	General	50-100
	Cabecero cama	150-300
Dormitorio niños	General	200
	Escritorio	500
Salón/comedor	General	100
	TV	50
	Lectura	150-300
	Comedor	150

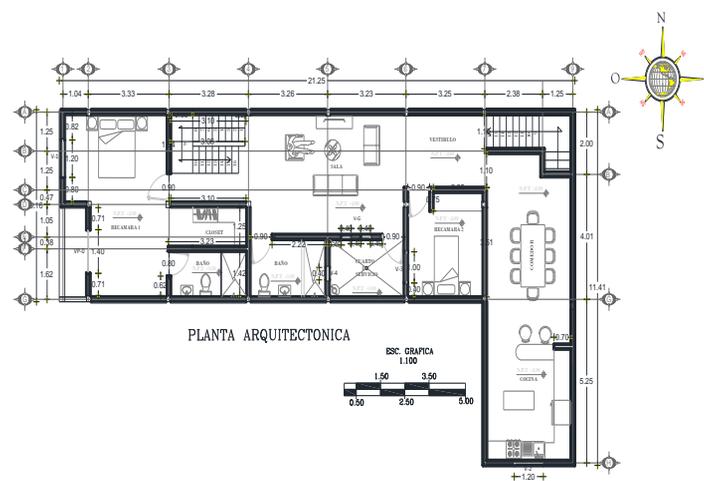
Fuente: Elaboración Propia

7.4 Arquitectura de la casa habitación

Se va a realizar el diseño de iluminación de una casa habitación residencial de dos niveles, el programa arquitectónico lo conforma los siguientes espacios, en la planta baja el espacio fue acondicionado para establecer locales comerciales mientras que en la planta alta se encuentran las recamaras, cocina, comedor, 2 baños, sala y el cuarto de servicio, los cuales cumplen con los estándares de diseño arquitectónico como lo es circulación, operatividad y orientación para obtener confort, ventilación y aprovechar el asoleamiento en diferentes épocas del año. En la planta arquitectonica se ubicarán los distintos componentes arquitectonicos que comprenden el espacio interior de la vivienda, puertas, ventanas y objetos así como también fueron señalados los lugares donde se encontraran las luminarias.

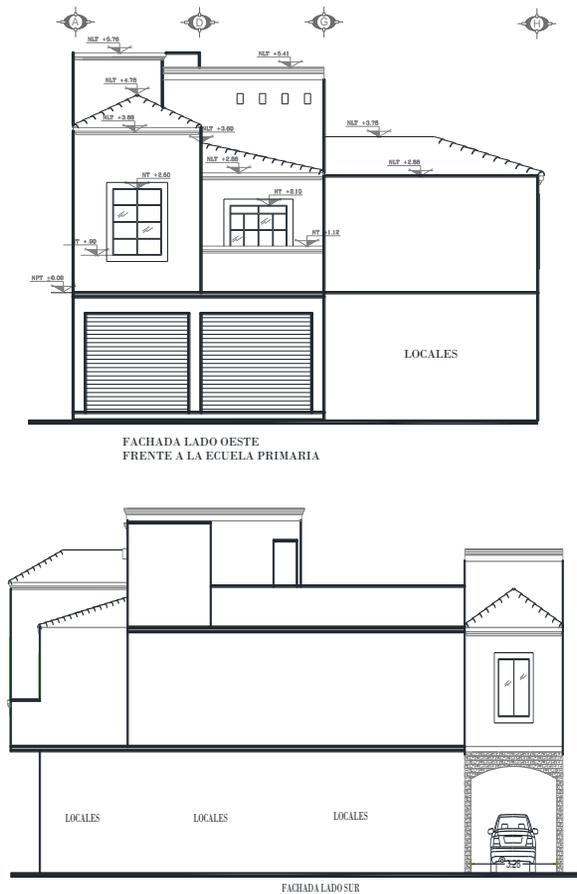
El proyecto casa habitación es un proyecto nuevo que se ubica en el municipio de Tasquillo, Hidalgo asimismo se desea realizar la simulación de iluminación interna para brindarle al cliente un proyecto más amplio y con una mejor propuesta de iluminación. A continuación, en la Figura 2 se muestra la planta arquitectónica del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica asimismo en la Figura 3 se identifica las fachadas orientadas al oeste y al sur del proyecto de casa habitación.

Figura 2 Planta arquitectónica del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3 Fachadas (oeste y sur) del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica.



Fuente: Elaboración Propia

En las Figuras 4, 5 y 6 se identifican los renders de los espacios arquitectónicos internos y externos del proyecto arquitectónico de casa habitación.

Figura 4 Render de la fachada sur del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 Render de la fachada principal del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación lumínica



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6 Render del espacio interior del proyecto de casa habitación donde se realizará la simulación Lumínica

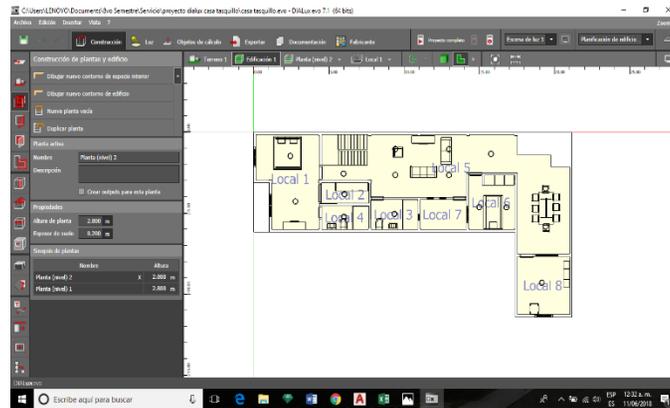


Fuente: Elaboración Propia

7.5 Envío de datos (planta arquitectónica) al programa de simulación Dialux

Para la exportación del levantamiento del proyecto de casa habitación al programa DiaLux mismo que utilizaremos para realizar la simulación lumínica fue necesario inicialmente dibujarla en un programa de tipo CAD, en el cual, se estableció el espacio arquitectónico. En la Figura 7 se observa la planta arquitectónica de la casa habitación en el programa Dialux.

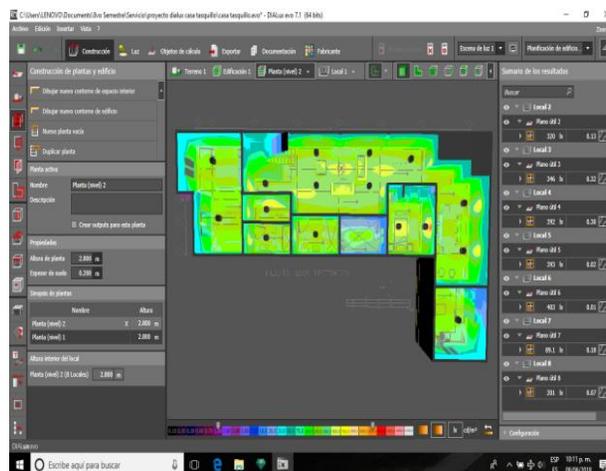
Figura 7 Planta arquitectónica de la casa habitación en el programa Dialux para su modelación 3D



Fuente: Elaboración Propia

Se trabajó la planta arquitectónica para su renderización en 3D, una vez finalizado esto se colocaron los muebles correspondientes al espacio arquitectónico de acuerdo con las actividades que se realizan en él, así como también se ubicaron los distintos vanos (puertas y ventanas) correspondientes al espacio respetando sus dimensiones. En la Figura 8 identificamos la iluminación de los espacios arquitectónicos debido a las luminarias presentes.

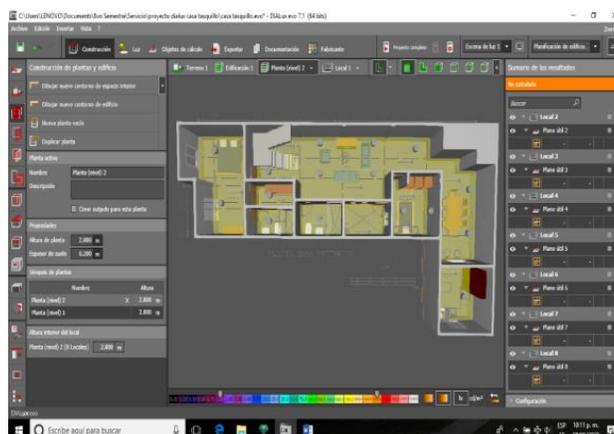
Figura 8 Patrón de iluminación presente en la planta arquitectónica de la casa habitación



Fuente: Elaboración Propia

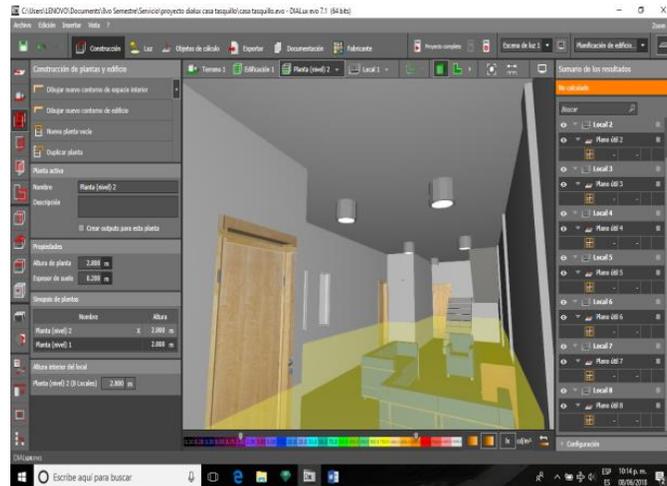
Las siguientes Figuras 9, 10 y 11 muestran los modelados en 3D de los espacios interiores con las luminarias a implementar.

Figura 9 Modelado en 3D de la planta alta de la casa habitación con luminarias a implementar “perspectiva 1”



Fuente: Elaboración Propia

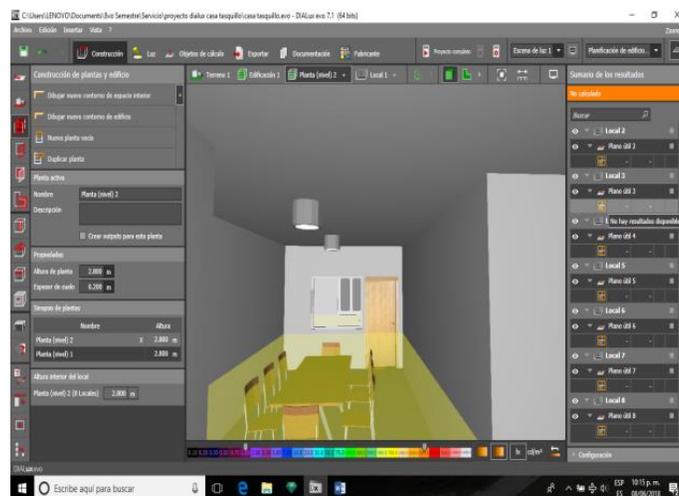
Figura 10 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar “perspectiva 2”



Fuente: Elaboración Propia

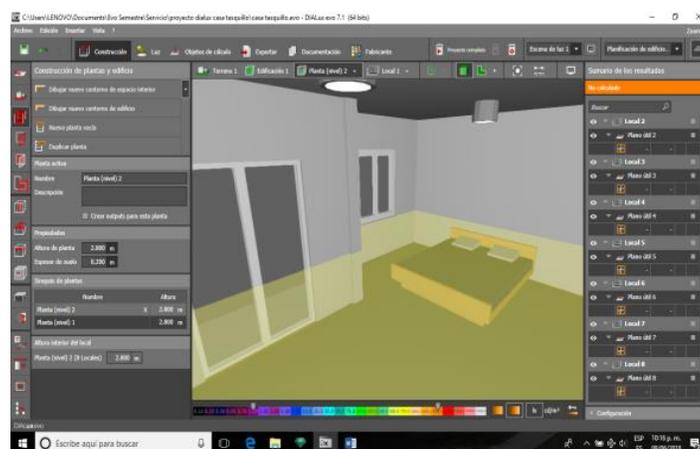
Colocación de luminarias

Figura 11 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar “perspectiva 3”



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar “perspectiva 4”



Fuente: Elaboración Propia

Se colocaron superficies de cálculo en cada una de las áreas de la casa, y siete puntos de cálculo correspondientes a cada uno de los espacios arquitectónicos que comprende la vivienda. Antes de comenzar con la colocación de las luminarias debemos tener en cuenta cual será nuestro plano útil, que en este caso como las actividades son diversas, el plano horizontal de trabajo (plano útil) tendrá una altura que puede oscilar de 0.75 a 0.85 metros por encima del piso, y la altura en techos puede llegar hasta los 3 metros.

Por último, hay que tomar en cuenta a la uniformidad (E_{\min}/E_{prom}), esto con la finalidad de impedir las molestias causadas por los cambios abruptos de luminancia. El cociente del valor del nivel de iluminación existente en la zona donde se realiza tareas y el alumbrado del plano útil no debe ser inferior a los establecidos en la Tabla 2 [7].

Tabla 2 Relación del coeficiente de uniformidad de iluminación (Fuente (Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. (2010). Capítulo 4. Diseños y cálculos de iluminación interior. 77-115.

Iluminación de tarea (lx)	Iluminación de áreas circundantes inmediatas (lx)
Mayor o menor de 750	500
500	300
300	200
Menor o igual a 200	E_{tarea}
Uniformidad (E_{\min}/E_{prom})	
Mayor o igual a 0.5	Mayor o igual a 0.4

Fuente: Elaboración Propia

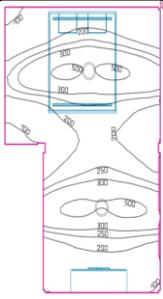
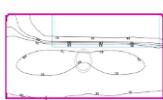
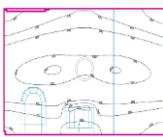
Tomado en cuenta lo anterior se puede proceder a la colocación de luminarias en la vivienda, considerando los niveles mínimos de iluminación establecidos en las normatividades anteriormente descritas.

Para los diversos espacios arquitectónicos se propusieron luminarias led, REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S ya que es eficiente para las necesidades de iluminación y no necesita de mucha potencia, ya que en el transcurso del día hay una eficiente iluminación natural en gran parte del área. Debe tenerse cuidado en que las luminarias cumplan los requisitos de nivel de iluminación, uniformidad, deslumbramiento y los de uso racional de energía.

7.6 Resultados

El plano de luminarias, así como el diseño de iluminación es mostrado a continuación para cada uno de los espacios del espacio arquitectónico interior. En la Figura 13 se identifica el modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar y el resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 1, 2 y 3).

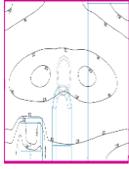
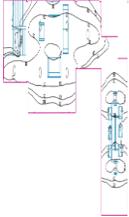
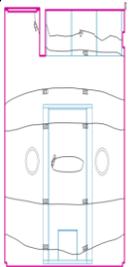
Figura 13. Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 1, 2 y 3).

local 1	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativa) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	253 (≥ 500)	81.9	586	0.32	0.14
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (mm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	2 REXEL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	9820	168.0	58.5			
	Potencia específica de conexión: 7.80 W/m² = 3.09 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 21.53 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 290 - 460 kWh/a de un máximo de 800 kWh/a						
local 2	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 2	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativa) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	320 (≥ 500)	40.4	598	0.13	0.07
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (mm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	2 REXEL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	4910	84.0	58.5			
	Potencia específica de conexión: 20.76 W/m² = 6.49 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 4.05 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 230 kWh/a de un máximo de 150 kWh/a						
local 3	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 3	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativa) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	346 (≥ 500)	111	613	0.32	0.18
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (mm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	2 REXEL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	4910	84.0	58.5			
	Potencia específica de conexión: 14.58 W/m² = 4.21 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 5.76 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 230 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a						

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 14 se identifica el modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 4, 5 y 6).

Figura 14 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 4, 5 y 6)

local 4	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 4	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	392 (≥ 500)	116	624	0.30	0.19
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (m)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	2 RE/EL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos VZS	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	4910	84.0	58.5			
Potencia específica de conexión: 18.29 W/m² = 4.66 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 4.59 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 230 kWh/a de un máximo de 200 kWh/a							
local 5	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 5	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	393 (≥ 500)	7.13	849	0.02	0.01
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (m)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	8 RE/EL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos VZS	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	39280	672.0	58.5			
Potencia específica de conexión: 10.83 W/m² = 2.76 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 12.04 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 1850 kWh/a de un máximo de 2200 kWh/a							
local 6	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Media (nominal)	Min	Max	Min/medio	Min/Max
	1 plano útil 6	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	403 (≥ 500)	4.05	1051	0.01	0.00
	# LUMINARIA	Ø (Luminaria) (m)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
	2 RE/EL_F1 - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos VZS	4910	84.0	58.5			
	Suma total de luminarias	9820	168.0	58.5			
Potencia específica de conexión: 16.26 W/m² = 4.03 W/m²/100 lx (Superficie de planta de la estancia 10.33 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 460 kWh/a de un máximo de 400 kWh/a							

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 15 se identifica el modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 7 y 8).

Figura 15 Modelado en 3D del espacio interior con luminarias a implementar Resumen del plano útil del diseño de iluminación (locales 7, 8 y 9)

local 7	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Medida (nominal)	Mín	Max	Mín/Max	Mín/Max
	1 plano útil 7	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativa emente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	88.1 (2 500)	15.6	376	0.18	0.04
	# LUMINARIA	Q (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
Potencia específica de conexión: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/100lx (Superficie de planta de la estancia 5.70 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 0 kWh/a de un máximo de 250 kWh/a							
local 8	Plano útil						
	Plano útil						
	superficie	resultado	Medida (nominal)	Mín	Max	Mín/Max	Mín/Max
	1 plano útil 8	Intensidad luminica perpendicular (Adaptativa emente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	207 (2 500)	14.4	568	0.07	0.03
	# LUMINARIA	Q (Luminaria) (lm)	Potencia (W)	Rendimiento lumínico (lm/W)			
1 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S	490	84.0	58.5				
Suma total de luminarias	490	84.0	58.5				
Potencia específica de conexión: 6.74 W/m² = 3.35 W/m²/100lx (Superficie de planta de la estancia 12.46 m²) Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación. Consumo: 150 - 230 kWh/a de un máximo de 450 kWh/a							

Fuente: Elaboración Propia

7.7 Discusión

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 1) se proponen 2 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 168 W distribuidos en un área total de 21.53 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{168 \text{ W}}{21.53 \text{ m}^2} = 7.80 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 2) se proponen 1 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 84 W distribuidos en un área total de 4.05 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{84 \text{ W}}{20.76 \text{ m}^2} = 4.05 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 3) se proponen 1 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 84 W distribuidos en un área total de 5.76 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{84 \text{ W}}{5.76 \text{ m}^2} = 14.58 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 4) se proponen 1 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 84 W distribuidos en un área total de 4.59 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{84 \text{ W}}{4.59 \text{ m}^2} = 18.29 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 5) se proponen 8 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 672 W distribuidos en un área total de 62.04 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{672 \text{ W}}{62.04 \text{ m}^2} = 10.83 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectonico1 (local 6) se proponen 2 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 168 W distribuidos en un área total de 10.33 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es

$$\frac{168 \text{ W}}{10.33 \text{ m}^2} = 16.26 \frac{\text{w}}{\text{m}^2}$$

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectónico 7 (local 7) no hay luminarias presentes.

Para el modelo general en DiaLux para el espacio arquitectónico1 (local 8) se proponen 1 luminarias 2 REXEL_FI - 4520806 Victor 1/HIT70/E27/Pos V2S, así el consumo total eléctrico es de 84 W distribuidos en un área total de 12.46 m² por consiguiente la densidad total de consumo eléctrico es $\frac{84 \text{ W}}{12.46 \text{ m}^2} = 6.74 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Tabla 3 Valores del modelado lumínico de la vivienda por medio del programa DiaLux

Local	Área (m ²)	Nivel de Iluminancia (lx)	Carga total eléctrica (W)	Densidad de carga eléctrica (W/m ²)
Local 1	21.53		168	7.80
Local 2	4.05		84	4.05
Local 3	5.76		84	14.58
Local 4	4.59		84	18.29
Local 5	62.04		672	10.83
Local 6	10.33		168	16.26
Local 7	0		0	0
Local 8	12.46		84	6.74

Fuente: Elaboración Propia

7.8 Conclusiones

Con la información obtenida podemos inferir que un sistema de iluminación con base a luminarias led desencadena un menor consumo de energía eléctrica, así como la optimización de la iluminación dentro del espacio arquitectónico desde el punto de vista funcional y estético.

7.9 Referencias

- [1] Kamaruddin, M. A., Arief, Y. Z., & Ahmad, M. H. (2016). Energy Analysis of Efficient Lighting System Design for Lecturing Room Using DIALux Evo 3. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 818, pp. 174-178). Trans Tech Publications.
- [2] Cabanes, N. C., & Antón, A. M. (2013). Criterios de elección de luminarias.
- [3] Pacheco, R., Ordóñez, J., & Martínez, G. (2012). Energy efficient design of building: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3559-3573.
- [4] Ledezma, S. L.; Cisterna, M. S.; Marquez, G.; Quiñones, G.; Nota, V. M. y Gonzálo, G. E. (2005). Evaluación del ahorro energético en iluminación artificial en aulas de edificios escolares en Tucuman. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9(5), 19-24.
- [5] Julian Andrés, R., Cristian Alejandro, L. (2012). Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando Dialux (Tesis de Licenciatura). Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Programa de Tecnología Eléctrica, Pereira.

Agradecimientos

La publicación de este libro no hubiera sido posible sin el interés y compromiso de un grupo de colegas e investigadores que se dieron a la tarea de desarrollar los casos de estudio presentados a través de una metodología práctica para resolver problemas de ingeniería de gran valor en el uso eficiente de la energía.

Agradezco la colaboración de los investigadores:

RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos. MsC.
 TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth. BsC.
 AGUILAR-CASTRO, Karla María. PhD.
 MACÍAS-MELO, Edgar Vicente. PhD.
 LÓPEZ-LARA, Teresa. PhD.
 HERNÁNDEZ-ZARAGOZA, Juan Bosco. PhD.
 GARCÍA-RODRÍGUEZ, Francisco Javier. PhD.
 RESÉNDIZ-BARRÓN, Abisai Jaime. PhD.
 MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline. BsC.
 GÓMEZ-BALBUENA, Daniel Napoleón. PhD.
 ORTIZ-MENA, Rebeca Guadalupe. PhD.

Asimismo, los autores del libro agradecen a las Instituciones de Educación Superior (IES) que les apoyaron en el desarrollo de la presente obra:

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (ITESHU)
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)
Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)
Instituto Tecnológico de Celaya (ITC)
Instituto Tecnológico de Querétaro (ITQ)

Igualmente deseo agradecer el apoyo brindado por los estudiantes del ITESHU, C. OLVERA-YÁÑEZ, German & C. DOMÍNGUEZ-DONGHÚ, Armando para el desarrollo de la presente obra.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

[Título de Libro en Times New Roman y Negritas No.14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre de 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre de 2^{do} Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre de 3^{er} Autor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre de 4^{to} Autor

Institutional Affiliation of Author including Dependency (No.10 Times New Roman and Italic)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 4^{to} autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 4^{to} autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

Resumen (En Español)

Título
Objetivos, metodología
Contribución
(150-200 palabras)

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 12 (En Español)

Resumen (En Inglés)

Título
Objetivos, metodología
Contribución
(150-200 palabras)

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 12 (En Inglés)

Indica área de investigación (CONACYT) (Time New Roman No. 12)

Área:

Campo:

Disciplina:

Subdisciplina:

Indicación si corresponde a celebración de año conmemorativo o festejo institucional

Citación: Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1er Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1er Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2do Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3er Coautor. Apellido. Título del Book. ©ECORFAN- Filial, Año. [Times New Roman No.10]

1 Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características.

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Capítulo.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Capítulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Capítulo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

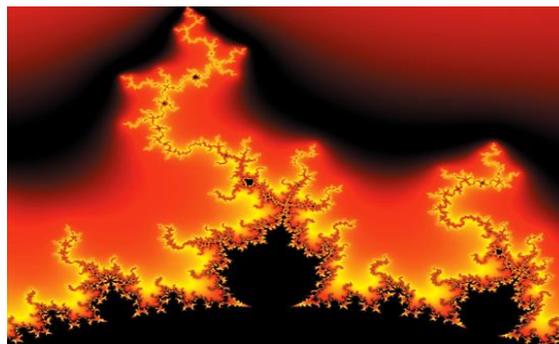
Tabla 1.1 Título

Variable	Descripción	Valor
P ₁	Partición 1	481.00
P ₂	Partición 2	487.00
P ₃	Partición 3	484.00
P ₄	Partición 4	483.50
P ₅	Partición 5	484.00
P ₆	Partición 6	490.79
P ₇	Partición 7	491.61

Fuente de Consulta:

(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

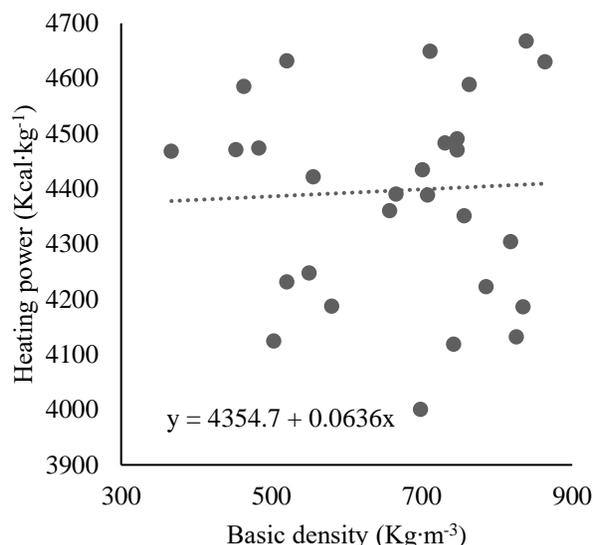
Figura 1.1 Título



Fuente de Consulta:

(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Gráfico 1.1 Título



Fuente de Consulta:
(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[\frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados.

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Capítulo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Capítulo.

Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Books

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

ECORFAN Books se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del Ecorfan Books. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el Ecorfan Books enviará al autor las pruebas para su revisión. Ecorfan® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación de la Obra Científica.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución.

La Dirección de Ecorfan-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a Ecorfan Books emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que Ecorfan-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding México para su ECORFAN Books, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica.

Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE	For international bibliographer's manager
MENDELEY	For basification of data from scientific journals
GOOGLE SCHOLAR	For your international search specialized in retrieving scientific documents
REDIB	Ibero-American Network of Innovation and scientific knowledge-CSIC

Servicios Editoriales:

Identificación de Citación e Índice H.
Administración del Formato de Originalidad y Autorización.
Testeo de Book con PLAGSCAN.
Evaluación de Obra Científica.
Emisión de Certificado de Arbitraje.
Edición de Obra Científica.
Maquetación Web.
Indización y Repositorio
Publicación de Obra Científica.
Certificado de Obra Científica.
Facturación por Servicio de Edición.

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org
www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesus. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

IGLESIAS-SUAREZ, Fernando. MsC

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

