

04

TANIA ELISA MONDRAGÓN SÁNCHEZ
DS.IN.ELISA@GMAIL.COM

LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, QUERÉTARO 76010, MÉXICO.
ESTUDIANTE EN LA MAESTRÍA DE EN ARQUITECTURA, FACULTAD DE
INGENIERÍA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO.

CÁLCULO LUMÍNICO CON SOFTWARE DIALUX™ PARA CASA SOLAR EXPERIMENTAL, CASO DE ESTUDIO CUANTITATIVO

LIGHT CALCULATION WITH DIALUX™ SOFTWARE FOR EXPERIMENTAL
SOLAR HOUSE, CASE OF QUANTITATIVE STUDY

RESUMEN

El siguiente artículo es un estudio de caso orientado a la iluminación artificial, se desarrolla en una casa solar experimental y se caracteriza por ser modular. En éste se analizó de forma sistemática el uso de la luz eléctrica en los diferentes espacios dentro de un hogar, con la finalidad de comprender a profundidad cómo funcionan todas las partes. Con base en la NOM-013-ENER-2004 (norma de iluminación mexicana) se exploraron las actividades que realiza el habitante, permitiendo proponer y seleccionar las luminarias con características que ayudan a potenciar las tareas de los habitantes (intensidad, luz directa/indirecta, color de temperatura: fríos/cálidos) y contribuyendo a una baja en errores o afectaciones a la salud. Por medio del software DiaLUX™ se llevó a cabo un cálculo lumínico que sustenta la implementación de una iluminación adecuada dentro de la casa solar experimental.

Palabras Clave: Iluminación, arquitectónica, casa habitación, luz artificial, DiaLUX™.

ABSTRACT

The following article is a study case focused on artificial lighting, it is developed in an experimental solar house characterized by being modular, the use of electric light in the different spaces of a house was systematically analyzed in order to understand how does every part work, based on NOM-013-ENER-2004 (Mexican lighting standard). The analysis of the activities performed by the habitant allows the proposal and selection of luminaires with characteristics that will help to enhance the tasks of the habitants (intensity, direct / indirect light, temperature color: cold / warm), contributing to reduce errors or effects on health. Using the DiaLUX™ software, a light calculation was carried out supporting the project for a proper lighting within the experimental solar house.

Key words: Architectural lighting, home, artificial light, DiaLUX™.

1. INTRODUCCIÓN

El presente artículo surge a partir de la propuesta de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro que, en la búsqueda por generar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, convocó a la comunidad universitaria a participar en el diseño, desarrollo y construcción de una casa solar experimental, la cual se distingue por contar con un sistema constructivo modular que gire en torno al desarrollo sostenible. Por ello y por la relevancia que ha tenido la luz, este texto se centra en la iluminación del interior y exterior de estos espacios, con la participación de la empresa Construlita Lighting International S.A. de C.V, creando un vínculo entre instituciones para lograr los fines establecidos.

Desde el inicio de su historia, la luz es un elemento que ha estado presente en la vida del ser humano, asegurando su sobrevivencia, y es un factor que influye en su reloj biológico, en su salud y de forma psicológica, ya que por medio del día y la noche se han establecido los ciclos horarios de las personas. Gracias a la invención de la bombilla se logró domesticar a la luz dando paso a un cambio

en dichos horarios y hábitos. Cabe mencionar que la luz artificial es un invento relativamente nuevo, al tener en cuenta que las primeras ciudades que contaron con alumbrado público tuvieron lugar en París, EUA y Rumania, hace 134 años aproximadamente (Luxtronic, 2018). Con el paso de los años la iluminación artificial se ha convertido un factor cotidiano para las generaciones posteriores al siglo XX y hasta se ha visto involucrada con otras áreas.

A partir del desarrollo de nuevas tecnologías y la especialización en la iluminación arquitectónica, la construcción de luminarias se volvió más interdisciplinaria, al involucrar disciplinas como diseño, ergonomía, ingeniería, automatización, psicología, entre otras. Por lo que se ha logrado resolver, no sólo requerimientos estéticos, sino también otros aspectos como la eficiencia energética, optimización en las diferentes distribuciones del flujo luminoso (luz directa, difusa e indirecta), nuevos materiales que contribuyen al mejoramiento de los efectos visuales, especialización en el efecto psicológico/físico que influye en el usuario, así como el encendido y

Tabla 1. Relación color de temperatura y actividades.
Fuente: Elaboración propia con base en Colorlib (2014).

COLOR	TEMPERATURA DE COLOR (Y)	ACTIVIDADES
Ámbar	1,500 a 2,900	Estados de ánimo de relajación, incita al descanso y al sueño.
Blanco cálido	2,900 a 3,000	Ambientes de descanso, esparcimiento, un tono de luz que tranquiliza.
Blanco neutro	3,900 a 5,500	Áreas de trabajo, su tono aumenta la productividad y realza los colores de los objetos.
Blanco frío	5,500 a 7,000	Recomendado para áreas de trabajo, su tono aumenta la productividad (logra más nitidez y entrega más lux por watt que la luz cálida).

Tabla 2. Clasificación de luminarias de acuerdo con la distribución del flujo luminoso.

Fuente: Elaboración propia con base en Raitelli (2008).

TIPO DE LUMINARIA	DISTRIBUCIÓN DE FLUJO LUMINOSO (%)	CARACTERÍSTICAS
DIRECTA		Alta eficiencia energética. Posibilita la uniformidad y balance de claridades en el campo visual. Con distribución concentrada puede requerir alumbrado suplementario para aumentar la iluminancia en superficies verticales. El cielorraso o la cavidad sobre el plano de montaje pueden resultar poco iluminados. En general requiere control de luminancias para minimizar el deslumbramiento (directo y reflejado).
SEMIDIRECTA		Similares a tipo directo, pero con menor eficiencia energética. Reduce el contraste de luminancias con el cielorraso. La luz reflejada (difusa) suaviza sombras y mejora las relaciones de claridad. No deben instalarse demasiado cerca del cielorraso para evitar áreas de alta luminancia que podrían resultar distractoras, perturbadoras y afectar la estética del ambiente.
DIFUSA		Combinadas entre tipos directa y semidirecta, pero con menor eficiencia energética. Produce buenas relaciones de claridad y suavizado de sombras. Puede ocasionar deslumbramiento (directo y reflejado) aunque su efecto es compensado por la componente reflejada (difusa). Requiere altas reflectancias de paredes y cielorraso.
DIRECTA EFICIENCIA		Es un caso especial de tipo difusa, pero con indirecta una eficiencia energética un poco mayor. Estas luminarias emiten poco flujo en ángulos próximos a la horizontal, lo cual reduce las luminancias en la zona de deslumbramiento directo.
SEMIDIRECTA		Similares al tipo semidirecto, pero con menor eficiencia energética. Las superficies del local deben tener alta reflectancia. La baja componente directa reduce las luminancias deslumbrantes y el contraste de claridades con el cielorraso.
INDIRECTA		Elimina virtualmente las sombras y el deslumbramiento directo y reflejado, pero tiene baja eficiencia energética. Requiere altas reflectancias de paredes y cielorraso, y un adecuado programa de mantenimiento de artefactos y superficies. Hay que cuidar el balance de iluminancias con el cielorraso.

control de la luminaria, contribuyendo a una mejora en el diseño y desarrollo de la iluminación.

2. DESARROLLO

Para llevar a cabo un proyecto óptimo donde la luz sea un factor esencial en el hogar resulta favorable desarrollar una planificación de la iluminación que analice, calcule y visualice el comportamiento de la luz con distintas luminarias en las áreas del hogar. Una forma de visualizar estos aspectos es por medio de DiaLUX™, ya que “El software permite el análisis cuantitativo de manera rápida y sin problemas de un proyecto, asimismo, cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización en 3D. El formato de datos para luminarias comprende la geometría 3D de la luminaria y la distribución de intensidad luminosa” (Illuminet, 2008). Además de que:



Un correcto diseño luminoso permitirá resaltar la arquitectura interior del propio edificio, valorizando las superficies y objetos contenidos, creando una atmósfera que motive a los ocupantes. Por lo tanto, cada zona del edificio requerirá de un estudio detallado en razón de la función, características espaciales y ambientes psicológicos que se requieran” (Monrroy, 2006).



A la par de la visualización digital, existen normas certificadas para el cálculo y valoración de la cantidad lumínica requerida para las diferentes actividades y espacios dentro de un edificio. Esto con el fin de hacer más agradables los espacios y estimular positivamente al usuario. En la investigación se estudió cada habitación y las labores que el usuario realiza para determinar la temperatura de color, la dirección del flujo luminoso y la cantidad de luxes que corresponde según el requerimiento para un diseño lumínico adecuado.

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y natural, al depender del contexto, el nivel de iluminancia, clima circundante y la aplicación (Colorlib, 2014). A continuación se muestra una tabla de actividades y la temperatura de color (en unidades Kelvin) que le corresponde para potenciar las tareas dentro del hogar.

La apariencia de color ayuda de manera considerable a determinar las diferentes sensaciones en los usuarios, sin embargo, también es importante considerar la distribución de flujo luminoso que poseen las luminarias con el fin de crear ambientes cómodos y saludables. En la tabla 2 se muestran las características y los tipos de distribución lumínica que existen.

Otros factores importantes que influyen en la creación de ambientes son los niveles de iluminancia (lux), cantidad de luz que llega a una superficie. La norma mexicana de iluminación NOM-013-ENER-2004 marca las recomendaciones para diferentes actividades y tipos de interiores variando de 200 a 500 luxes.

Una vez definidas las habitaciones dentro del hogar se puede relacionar el tipo de flujo luminoso, color de temperatura y niveles de iluminación necesarios para cada espacio, además de tener en cuenta las actividades que está tratando de hacer el usuario.

De acuerdo con la norma mexicana NOM-013-ENER-2004 y con el artículo

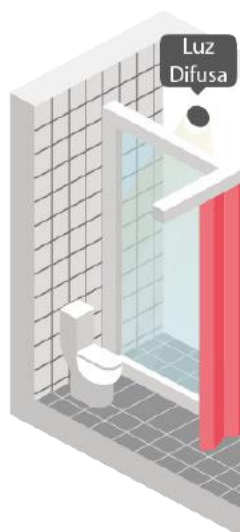




Figura 1. Rangos de iluminación por local.

Fuente: elaboración propia con base en la NOM-013-ENER (2004), Raitelli (2008) y vectores diseñados por Freepik (2017).

Tabla 3. Rangos de iluminación por local.
Fuente: Elaboración propia con base en Colorlib (2014).

INTENSIDAD LUMÍNICA (LX)		
LOCAL	MÍNIMA	RECOMENDABLE
SALA	60	150
COMEDOR	150	300
COCINA	---	400
DORMITORIO	150	300
OFICINA	---	400
BAÑO	120	250

“Iluminación LED” (2014), los rangos de iluminación apropiados para el hogar se muestran en el siguiente gráfico:

Ante esto, “La planificación de la iluminación es la planificación del entorno visual del hombre; su objetivo es la creación de condiciones de percepción, que posibiliten trabajos efectivos, una orientación segura, así como su efecto estético” (Ganslandt y Hofmann). Un estudio previo de la iluminación, donde se comprenda y justifique lo que se quiere lograr en cada habitación del edificio, puede mejorar las condiciones de los usuarios.

3. METODOLOGÍA

Se eligieron las luminarias del catálogo “Construlita 2017” por sus características, las cuales se acercan a los requerimientos vistos

en las tablas 1, 2 y 3. Asimismo estas características y los metros cuadrados de la edificación definieron el número de lámparas necesarias para llegar a los niveles de iluminación adecuados, resolviendo aspectos como la eficiencia energética y el control lumínico, y permitiendo al usuario adecuar sus atmósferas. Por medio de la herramienta DiaLUX™ se hizo una comprobación de los niveles de iluminación.

Sala-comedor

La sala y el comedor son áreas donde el usuario pasa gran parte del tiempo dentro de su vivienda. Ambos son lugares comunes donde se reciben visitas, son espacios donde se realizan diversas tareas y, por ende, se necesitan diferentes temperaturas de color, niveles de iluminación y distribución de flujo luminoso. Se eligió un LitePad LED que emite una luz

TIPO DE ALUMBRADO	
	Directa y difusa.
	Directa al centro de la mesa y general difusa.
	General difusa y directa en zonas de trabajo.
	Semidirecta a difusa e indirecta en cabecera.
	General difusa y directa en zonas de trabajo.
	General difusa y directa en lavabo.

general y una luz focalizada para empotrarlo en el techo, tiene la capacidad de ser dimeable y una temperatura de color de 3000 K (blanco cálido).

Cocina

La cocina es un área donde se requiere una iluminación segura y funcional para evitar accidentes o errores y permitir la preparación de alimentos de forma eficiente. Se debe mantener concentrado y alerta al usuario con ayuda de una iluminación puntual en áreas de trabajo y una iluminación general o ambiental para crear un ambiente agradable. Por un lado se recomienda: "Proporcionar una luz concentrada dirigida sobre una superficie definida (la encimera, fregadero o placa de cocción) esto nos ayuda a cocinar de forma cómoda y segura" y por el otro se recomienda una iluminación general que "tiene el objetivo de crear una luz uniforme en toda la habitación. Por ejemplo, con lámparas de techo situadas muy arriba, luces empotradas o plafones de techo" (IKEA Systems, 2014).

Además de la iluminación general se situaron Striplines LED de 25 cm c/u debajo de los gabinetes que permiten una iluminación



Figura 2. Simulación en DiaLUX Sala-Comedor y Cocina.

directa en las áreas de trabajo, son atenuables y tienen una temperatura de color de 4100 K (blanco neutro) para mantener alerta al usuario.

A continuación, se puede visualizar el rango de colores falsos simulado en DiaLUX™ con las luminarias designadas. Se recomienda un nivel de 150 lx en superficies de descanso, en la simulación da un valor de 189 lx, y para su-

RANGO LUXES

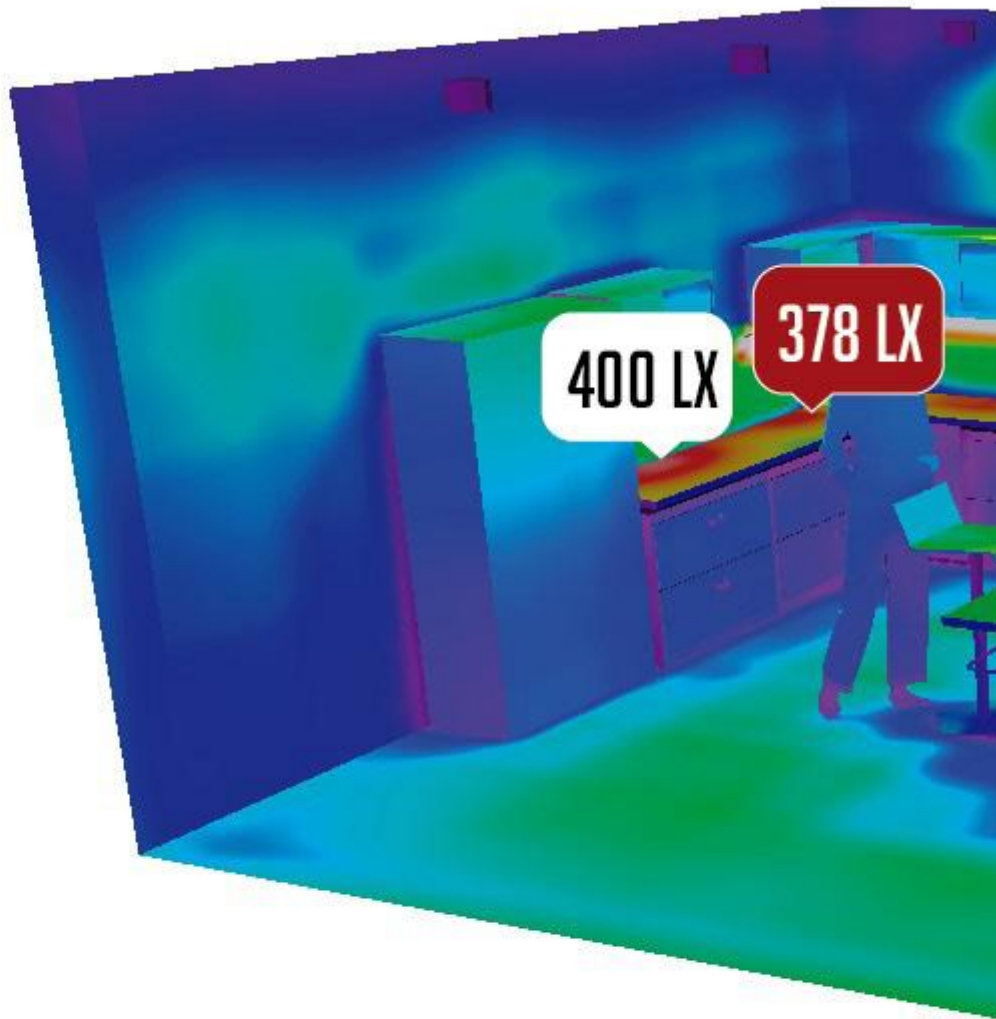


Figura 3. Simulación en DiaLUX™ colores falsos Sala-Cocina.

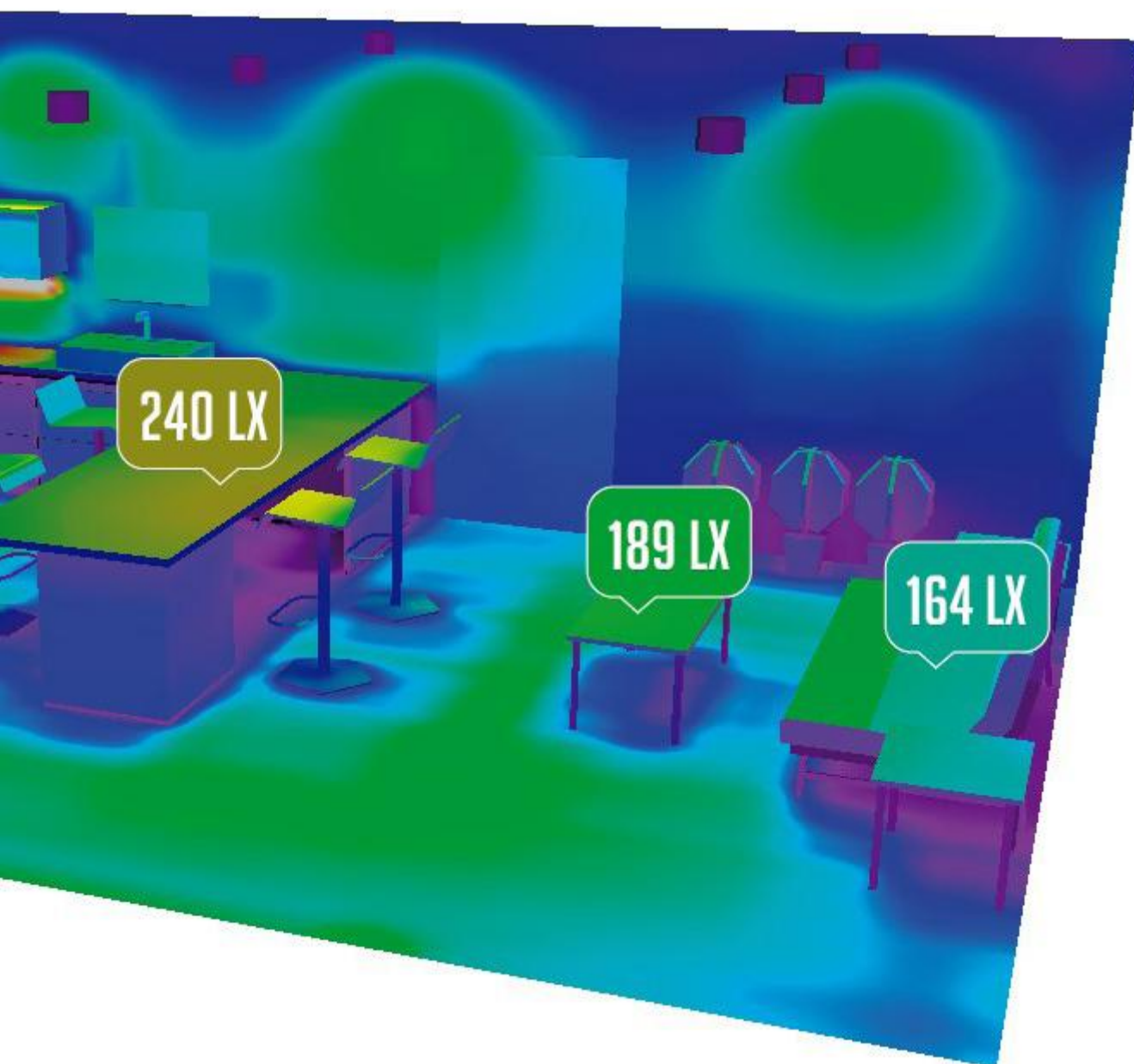
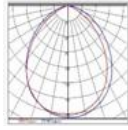
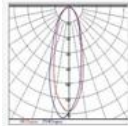
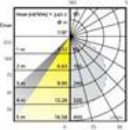


Tabla 4. Luminarias elegidas para la sala-comedor-cocina.

LUMINARIA	ESPACIO	NO. LUMINARIAS	CARACTERÍSTICAS	FLUJO LUMINOSO	COLOR DE TEMPERATURA
LITE PAD LUZ GENERAL	SALA	3	Luminario en plástico inyectado.		3000 K
	COCINA	3	Reflector en aluminio. Difusor de acrílico frosted. Para bote integral 12 cm. Dimieable.		4000 K
LITPAD LUZ DIRIGIBLE	COMEDOR	3	Luminario en plástico inyectado. Reflector en aluminio. Difusor de acrílico frosted. Para bote integral 12 cm. Dimieable.		3000 K
Striplines	COCINA	3	Cubierta frost y clear incluidas. Dimeable.		4000 K

perfiles de trabajo 400 lx recomendados, en simulación 378 lx. Además se pueden agregar luminarias decorativas para una iluminación indirecta.

Dormitorio / Oficina

Por lo general, en el dormitorio y la oficina se busca mantener un ambiente relajado, sin embargo, también se realizan actividades como leer, estudiar, ver Tv, por lo que se debe pensar en una iluminación cambiante, el flujo luminoso, la intensidad luminosa y la temperatura de color. En la oficina se requieren hacer tareas como leer, escribir, estudiar, son actividades donde el usuario debe estar concentrado evitando el cansancio y la sensación de sueño. Para estas habitaciones se eligió un panel LED para empotrar, a pesar de que se realizan diferentes actividades en cada una de ellas, y las luminarias tienen la capacidad de atenuarse y hacer un cambio en la temperatura de color que va del 3000

K (blanco cálido) a 4000 K (blanco neutro), adaptándose a lo que requiera el usuario y con la ventaja de cambiar el uso de la habitación.

Si se requiere leer o estudiar en el área del dormitorio o la oficina: “será necesario una buena luz de función en el escritorio, combinada con el resto de luces que iluminen la oficina.

Se debe colocarla del lado contrario al que se escriba para no proyectar sombras” (IKEA Systems, 2014), con una luz fría se logra este propósito.

En el gráfico de colores falsos (Figura 5) se puede observar que, sobre la superficie de la cama, se produce un nivel de entre 400 a 180 lx siendo lo recomendado para la habitación 150 lx, la ventaja de esta luminaria consiste en que es atenuable por lo que si el usuario percibe un alto grado de luminiscencia lo puede ajustar, mientras que para la oficina sobre la superficie del escritorio se detectan 400 lx, lo recomendado para trabajar y leer.



Figura 4. Simulación en DialLUX™ dormitorio/oficina.

- RANGO LUXES**
- 300 LX
 - 262 LX
 - 225 LX
 - 187 LX
 - 150 LX
 - 112 LX
 - 75 LX
 - 37 LX
 - 0 LX

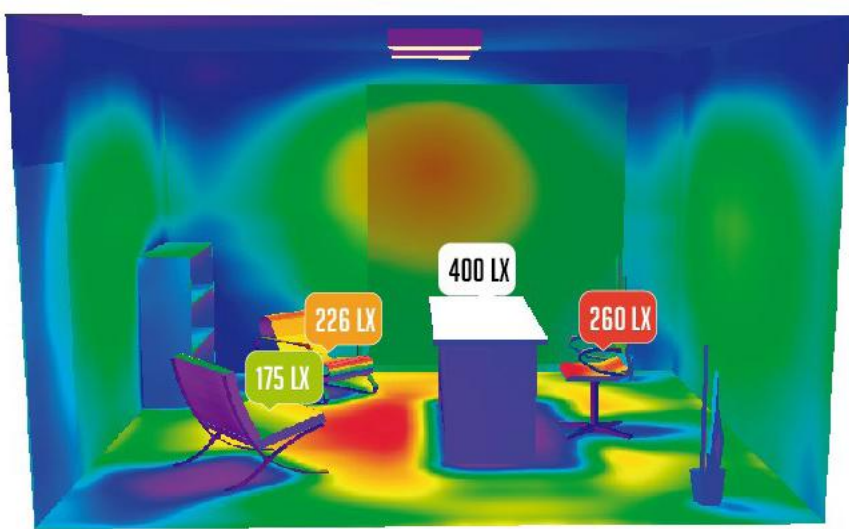
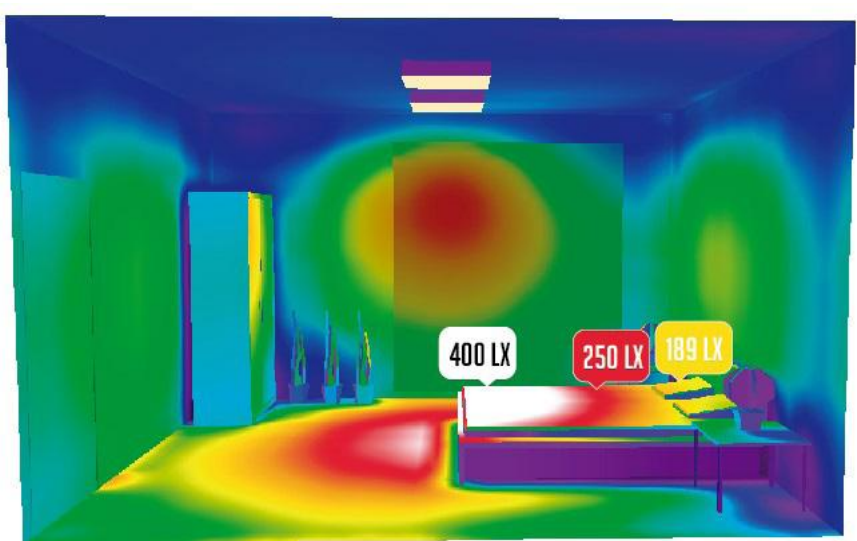
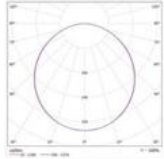


Tabla 5. Luminaria elegida para el dormitorio/oficina.

LUMINARIAS				
PANEL LUZ GENERAL	DORMITORIO	Luminario para empotrar o suspender, marco de aluminio extruido. Difusor de acrílico opalino. Control inalámbrico Zigbee para atenuar y selección CCT. Dimeable.		3000 K
	OFICINA			4000 K

Baño

Un baño es un lugar que no se debe subestimar, es un espacio de aseo y debe ser seguro para el usuario, evitando el deslumbramiento, se debe iluminar a las personas. Se recomienda tener una luz general y una luz dirigida, es decir, diferentes tipos de flujo luminoso, según sea la intención o actividad del usuario: "la luz funcional es la que da apoyo para realizar actividades como peinarse, afeitarse o maquillarse (luz integrada en espejos y otras lámparas con luz direccional se adaptarán a cada una de las tareas)" y luz general "que ayudará a completar la sensación de confort del baño" (IKEA Systems, 2014).

Se eligió una LitePad para empotrar en techo que emite una luz difusa para la iluminación general, tienen la capacidad de ser dimeables y tienen una temperatura de color de 4000 K (blanco neutro).

RANGO





Figura 6. Simulación en DiaLUX™ baño.

LUXES
 300 LX
 262 LX
 225 LX
 187 LX
 150 LX
 112 LX
 75 LX
 37 LX
 0 LX

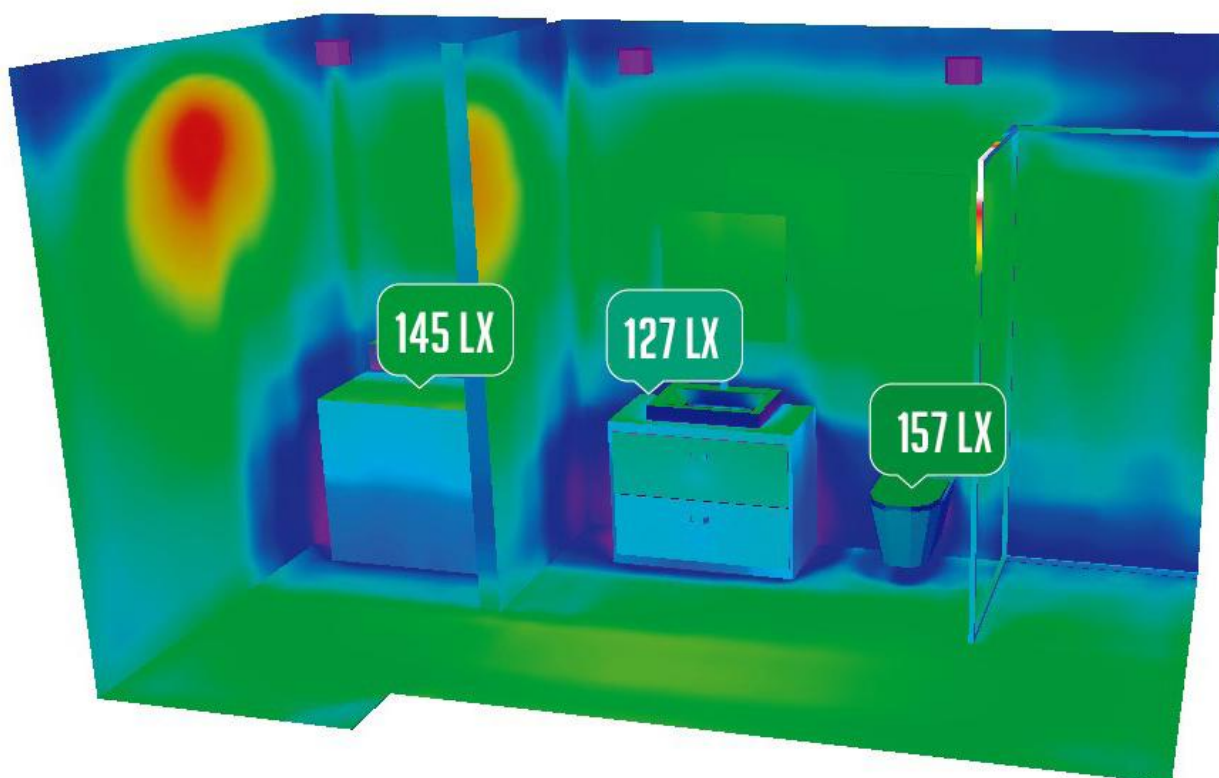


Figura 7. Simulación en DiaLUX™ colores falsos baño.

4. CONCLUSIONES

La dinámica y actividades de los usuarios en los espacios dentro del hogar resulta cambiante, la iluminación a su vez debe ser igual de flexible y siempre acertada, cambios como la temperatura de color (luz fría a ámbar), flujo luminoso (directa o indirecta) y la intensidad en la iluminación son factores que contribuyen a esta adaptabilidad en las tareas cambiantes. En este proyecto únicamente las luminarias destinadas a cuarto/oficina tienen estas capacidades que sin duda ayudan al usuario a cumplir con lo que están tratando de lograr. Aunque estos atributos suelen aumentar el costo en el sistema.

La apreciación de la iluminación en las personas siempre tendrá resultados diferentes, las normas ayudan a mantener un estándar en la percepción y nivel de confort para los usuarios. En cuanto a esto, las herramientas como DiaLUX™ ayudan a la previsualización de las zonas a iluminar, contribuyen a mejorar las condiciones y proyecciones de lo que se pretende lograr en cada espacio, a pesar de que es una simulación, resulta un reflejo muy apegado a la realidad, evitando gastos innecesarios a la hora de elegir una luminaria.

La modularidad que existe en la casa solar experimental, permite cierta flexibilidad en los espacios; es prudente que la iluminación tenga esta misma capacidad, donde exista la oportunidad de un acomodo, orden y propósito diferentes. En este caso de estudio se logra el objetivo, aunque siempre existe la posibilidad de mejorar en cualquier proyecto lumínico. El siguiente paso sería proponer un sistema modular de iluminación que cumpla con estas peculiaridades.

IKEA Systems. (2014). Todo sobre iluminación. La escuela de decoración.

Iluminet Revista de iluminación. (2008). Recuperado de: <http://www.iluminet.com/software-para-el-diseno-de-iluminacion/>

Luxtronic. (2018). Recuperado de: <http://www.luxtronic.com.mx/breve-historia-del-alumbrado-publico/>

Monrroy, M. M. (2006). Manual de la iluminación. Gran Canaria, España: /CARO.

NOM-013-ENER. Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2004.

Raitelli, M. (2008). Diseño de la iluminación de interiores. Recuperado de: <http://www.edutecne.utn.edu.ar>.

5. REFERENCIAS

Colorlib. (2014). Iluminación LED. Ecoeficenter.

DiaLUX 4.13. (2016). DIAL GmbH. Alemania.

Freepik. (2017). Recuperado de: https://www.freepik.es/vector-gratis/casafantastica-en-diseno-isometrico_1050638.htm>Vector de Diseño creado por freepik

Ganslandt, R. y H Hofmann. (s. f.). Cómo planificar con luz. Berlín, Alemania: ERCO Edición.