

UCASAL

FACULTAD DE ARTES Y CIENCIAS
Licenciatura en Imagen y Sonido

LUZ Y SALUD LABORAL: CONFORT LUMÍNICO EN LAS OFICINAS DEL BANCO NACIÓN DE SALTA CAPITAL- CASA CENTRAL.

GABRIELA GOMEZ
DICIEMBRE 2019

A U T O R I D A D E S

Gran Canciller

S.E.R. Mons. Mario Antonio Cargnello Arzobispo de Salta

Rector

Ing. Rodolfo Gallo Cornejo

Vicerrectora Académica

Mg. Constanza Diedrich

Vicerrector Administrativo

Dr. Dario Eugenio Arias

Vicerrector de Formación

Pbro. Dr. Cristian Arnaldo Gallardo

Vicerrector de Investigación y Desarrollo

Dr. Federico Colombo Speroni

Director General Sistema de Educación a Distancia

Ing. Lic. Daniel Torres Jimenez

Secretaría General

Lic. Silvia Alvarez

Decano de la Facultad de Artes y Ciencias

\Lic. María Dolores Medina Bouquet

Secretaria Académica

Abg. Adriana Iburguren

Secretaria Técnica

Guía Nac. de Turismo Marcela Eugenia Ferrari

Área de Investigación

Mg. Paula Karina Ulivarri

Jefe del Departamento de Comunicaciones Sociales

Lic. Laura Beatriz Copa Torres

Jefe de las Carrera de Lic. en Comunicaciones Sociales y Lic. en Publicidad

Lic. Mauricio Javier Tolaba

Jefa del Departamento de Inglés

Lic. María Fernanda Irrazábal

Jefa del Departamento de Psicología

Lic. Sonia Edith Gujarro Cardenas

Jefe de Departamento de Filosofía

Lic. Carlos Antonio Solano

A mis padres...

ABSTRACT

The following research work was born from the idea of analyzing one of the important characteristics about the design of workspaces such as offices: lighting. The objective was to study the current lighting design of the offices of the Banco Nacion- Salta, based on the current protocol in Argentina On the measurement of lighting in the work environment, and determine its positive or negative influence on employee comfort. The offices chosen for this study were three: The Secretaria de Gerencia office, the Pre Mora office and the Cartera Morosa office. All share an important characteristic that led to the selection and is the absence of windows or any type of natural light input. In this way, the study was only based on the artificial lighting presented by the mentioned places.

Many studies demonstrated the need to initially devise lighting according to the type of tasks to be carried out, since the results are observed in the increase in productivity, health, and consequently the comfort of the users. Unfortunately, at present, our province does not grant greater importance to his issue, beyond energy saving. So it is significant to demonstrate compliance with the minimum levels required for workspaces, where important decisions are made and long hours of the day are spent.

Key words: *Illumination; illumination design; lighting system; work environment; Banco Nacion; Offices; Light comfort; Health; emotional needs; biological needs; parameters; lighting levels; protocol; measurement.*

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación nació de la idea de analizar una de las características importantes sobre el diseño de espacios de trabajo como las oficinas: la iluminación. El objetivo fue estudiar el actual diseño de iluminación de las oficinas del Banco Nación sucursal Salta, a partir del protocolo vigente en Argentina sobre la medición de la iluminación en ambiente laboral, y determinar su influencia positiva o negativa en el confort de los empleados. Las oficinas elegidas para este estudio fueron tres: La oficina de secretaría de gerencia, la oficina de pre-mora y la de cartera morosa. Todas comparten una característica importante que llevó a la selección, y es la ausencia de ventanas o cualquier tipo de entrada de luz natural. De esta manera, el estudio solo se basó en el alumbrado artificial que presentan los lugares mencionados.

Muchos estudios demostraron la necesidad de idear inicialmente la iluminación de acuerdo al tipo de tareas a desarrollar, ya que los resultados se observan en el aumento de la productividad, la salud, y por consecuencia el confort de los usuarios. Lamentablemente, en la actualidad, nuestra provincia no otorga mayor trascendencia a este tema, mas allá del ahorro energético. Por lo que es significativo demostrar el cumplimiento de los niveles mínimos requeridos para espacios de trabajo, donde se toman decisiones importantes y se pasan largas horas del día.

Palabras claves: *Iluminación; diseño de iluminación; sistema de iluminación; ambiente laboral; Banco Nación; oficinas; confort lumínico; salud; necesidades emocionales; necesidades biológicas; parámetros; niveles de iluminación; protocolo; medición.*

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1 MARCO METODOLÓGICO | 11 |
| 1.1 Tema..... | 12 |
| 1.2 Pregunta..... | 12 |
| 1.3 Objetivos..... | 13 |
| 1.4 Estado del arte..... | 13 |
| 1.5 Hipótesis..... | 18 |
| 1.5.1 Operacionalización de variables..... | 18 |
| 1.6 Marco metodológico..... | 19 |
| 1.6.1 Paradigma..... | 19 |
| 1.6.2 Tipo de investigación..... | 20 |
| 1.6.3 Muestreo..... | 21 |
| 1.6.7 Diseños experimentales y no experimentales..... | 21 |
| 1.6.8 Técnicas de recolección de datos..... | 23 |
| | |
| 2- MARCO TEÓRICO | 30 |
| 2.1 Capítulo: La Luz..... | 31 |
| 2.2 Magnitudes de la luz..... | 32 |
| 2.2.1 Flujo luminoso..... | 32 |
| 2.2.2 Eficacia luminosa..... | 33 |
| 2.2.3 Cantidad de luz..... | 33 |
| 2.2.4 Intensidad..... | 33 |
| 2.2.5 Iluminancia..... | 35 |
| 2.2.6 Luminancia..... | 36 |
| 2.3 Propiedades de la luz..... | 37 |
| 2.3.1 Conducción de la luz..... | 37 |
| 2.3.2 Luz difusa y dirigida..... | 39 |
| 2.3.3 Modelación..... | 39 |
| 2.3.4 El brillo..... | 40 |
| 2.3.5 Deslumbramiento..... | 40 |
| 2.4 Leyes Fundamentales de luminotecnia..... | 41 |
| 2.4.1 Ley inversa del cuadrado..... | 42 |
| 2.4.2 Ley del coseno..... | 42 |
| 2.5 Sistemas de iluminación..... | 44 |
| 2.6 Color..... | 47 |

| | |
|---|------------|
| 2.6.1 Espectro electromagnético..... | 47 |
| 2.6.2 Cualidades de color..... | 48 |
| 2.6.3 Temperatura de color..... | 48 |
| 2.6.4 Índice de rendimiento de color..... | 50 |
| 2.7 Fuentes de luz..... | 50 |
| 2.8 Instalaciones de luminarias..... | 52 |
| 2.9 Ley argentina 19.587..... | 54 |
| 2.9.1 Protocolo para la medición de la iluminación..... | 56 |
| 2.10 Necesidades lumínicas..... | 58 |
| 2.10.1 El confort..... | 59 |
| 2.10.2 Condiciones para el confort Lumínico..... | 59 |
| 2.10.3 Trabajo en oficinas e iluminación..... | 60 |
| 2.11 El ojo Humano..... | 61 |
| 2.11.1 Formación de imágenes..... | 62 |
| 2.11.2 La retina..... | 62 |
| 2.11.3 Células receptoras visuales..... | 63 |
| 2.11.4 Otros Fotorreceptores..... | 64 |
| 2.11.5 Adaptación..... | 65 |
| 2.11.5.1 Adaptación a la oscuridad..... | 66 |
| 2.12 Percepción Visual..... | 69 |
| 2.12.1 La percepción del color..... | 70 |
| 2.13 Sistema de “no formación de imágenes”..... | 70 |
| 2.13.1 Relojes biológicos..... | 71 |
| 2.13.2 Los ritmos circadianos..... | 71 |
| 2.14 Marco Referencial..... | 74 |
| 3 TRABAJO DE CAMPO..... | 75 |
| 3.1 Descripción del espacio..... | 76 |
| 3.2 Metodología de cuadrícula de puntos..... | 77 |
| 3.3 Relevamiento del lugar..... | 85 |
| 3.4 Cuadros comparativos..... | 87 |
| 3.5 Codificación de datos..... | 89 |
| 3.6 Distribución de frecuencias de las oficinas..... | 90 |
| 3.7 Encuestas..... | 91 |
| 3.7.1 Distribución de frecuencias..... | 95 |
| 3.7.2 Medidas de tendencia central..... | 97 |
| 4 RESULTADOS..... | 101 |

| | |
|--|------------|
| 5 CONCLUSIONES..... | 104 |
| 6 BIBLIOGRAFÍA..... | 108 |
| 7 ANEXOS..... | 110 |
| Anexo I Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo..... | 111 |
| Anexo II Encuestas..... | 115 |

Introducción

En los últimos años, el uso de la iluminación artificial ha estado bajo presión ya que, a nivel global, es el principal consumidor de electricidad. Por lo que se llevó a pensar una iluminación artificial más amigable con el medio ambiente, que consuma menos y tenga la misma eficiencia.

Para las empresas, pensar en ahorro energético es un gran punto a favor para sus economías, por lo que no dudan en apostar al cambio de las nuevas tecnologías de bajo consumo. Mas allá de que las decisiones con respecto al cuidado del planeta son de gran importancia, cotidianamente los profesionales encargados de generar los diseños de iluminación no contemplan otras necesidades que afectan a los usuarios.

El efecto más evidente de la luz en los humanos se percibe en la visión, ya que con luz se puede ver, sin luz, no se puede. Sin embargo, en los últimos tiempos, se han realizado diversos estudios sobre otras formas de influencia de la luz en las personas. En fisiología, se ha descubierto un nuevo fotorreceptor en la retina humana que tiene relación con los ritmos circadianos del cuerpo. En tecnología, la lámpara incandescente está desapareciendo y ganando lugar el diodo emisor de luz (LED). En las aplicaciones, la comprensión de cómo las condiciones de

iluminación afectan el rendimiento y la motivación ha tomado mayor interés; y en el plano de la salud, se estudiaron estas aplicaciones en relación al efecto positivo o negativo sobre los ritmos circadianos anteriormente nombrados.

Un diseño de iluminación engloba aún más que el concepto de sistema de iluminación. El primero se piensa desde el comienzo de un proyecto, en conjunto con la arquitectura del espacio, teniendo en cuenta el destino y las tareas a desarrollar en él. El sistema de iluminación, es decir, todo lo que engloba el alumbrado artificial, desde las conexiones hasta las lámparas y su distribución, forman parte del primero. De esta manera, las percepciones variarían en una oficina que presente ventanas a una que solo dependa de un alumbrado artificial. En variadas ocasiones, la arquitectura y ergonomía de los espacios no contribuyen a la eficaz distribución de la iluminación del sistema. Por lo que es necesario, además de estudiar los niveles, discriminar otros factores que pueden influir en los resultados.

Primeramente, este trabajo llevará adelante un análisis a partir del protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral de Argentina, vigente en la ley 19.587 de Higiene y Seguridad Laboral, más

específicamente en el decreto 351/79, donde se establecen los niveles mínimos de iluminación y uniformidad de acuerdo a los locales y tipos de tareas.

Una vez analizadas las condiciones lumínicas de estos espacios de acuerdo al protocolo, se discriminarán otros factores, desde la teoría, para establecer relaciones en lo que respecta al crecimiento del confort de los trabajadores. Esta investigación se propone recopilar datos de otras investigaciones y aplicaciones que se estén llevando a cabo a nivel mundial para sentar una base teórica con respecto a la influencia de la iluminación en las personas y cómo esta puede ser utilizada para crear ambientes eficientes y saludables.



1 Marco Metodológico

Tema: Luz y salud laboral: confort lumínico en las oficinas del Banco Nación de Salta capital- casa central

La iluminación en el ambiente laboral en nuestro país debe cumplir niveles de iluminancia y uniformidad mínimos de acuerdo al tipo de local o lugar que se presente y a las diferentes tareas que se desarrollan en el mismo. La iluminación suministrada en espacios de trabajos como las oficinas, garantiza la realización de las tareas de manera rápida, precisa y fácil. Un diseño de iluminación acorde a su destino, permite a los usuarios responder de forma activa, laborar de manera segura, aumentando la productividad y el confort de los empleados.

La luz es una energía necesaria para la vida humana. Además de permitir interactuar con el medio, la luz genera percepciones en la manera en que el flujo y sus diversas características llegan a la visión. Una iluminación con temperatura de color similar al blanco azulado puede generar la sensación de frescura, por ejemplo. Asimismo, en los seres humanos, la luz representa la señal de "comienzo de las actividades" y su ausencia, descanso. Si lo que se busca es aumentar el ritmo laboral, no se puede pensar una iluminación con bajos niveles que solo llevaría al sobreesfuerzo, cansancio, y por consecuencia, bajo rendimiento de quienes se exponen a la misma.

Existen parámetros que establecen de qué manera se debe presentar el alumbrado en una oficina para que los usuarios puedan desarrollar actividades sin fatiga, con facilidad y comodidad.

El tema de esta investigación se va a centrar específicamente en las oficinas del Banco Nación de Salta para verificar si los parámetros se están cumpliendo, y otorgan un clima confortable.

1.2 Pregunta:

¿Cómo influye el actual diseño lumínico de las oficinas del Banco Nación de Salta en el confort lumínico de los trabajadores?

Teniendo en cuenta que la iluminación altera no solo la visión, permitiendo ver o no, sino también influye biológica y emocionalmente en las personas, es de importancia saber cómo se están presentando las condiciones lumínicas actuales de las oficinas del Banco Nación. Estos son lugares donde los trabajadores pasan gran parte del día, toman decisiones y deben responder de manera activa. En pos de responder a la pregunta, se estudiarán las variables que determinan el confort lumínico de los usuarios en los espacios de trabajo.

1.3 Objetivo General

Analizar las condiciones actuales de iluminación de las oficinas del Banco Nación de Salta Capital, de acuerdo a lo estipulado con el Protocolo para la Medición de la Iluminación en el Ambiente Laboral en Argentina correspondiente a la Ley 19.587 anexo IV para relacionarlo con el aumento o disminución del confort lumínico.

1.3.1 Objetivos específicos

- Describir los parámetros que se tienen en cuenta a la hora de analizar las condiciones del alumbrado artificial de una oficina para luego discriminarlos en las oficinas del Banco Nación de Salta Cap. –
- Identificar otros parámetros que influyen en el confort lumínico de acuerdo a exigencias biológicas y emocionales de trabajadores.
- Exponer cómo estos parámetros identificados se relacionan con el aumento o disminución del confort lumínico.

1.4 Estados Del Arte.

1.4.1 Autores: Alison Jing Xu, Aparna A. Labroo

Título: “Incandescent Affect: Turning on the Hot Emotional System with Bright Light”

Artículo publicado en la revista científica *Journal Of Consumer Psychology*, volumen 24, número 2, abril del 2014, páginas 207-216

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1057740813000946>

Según investigaciones de las universidades de Toronto Scarborough (Canadá) y de Northwestern (Illinois, EEUU), la iluminación de una estancia influye en nuestro proceso de toma de decisiones. La intensidad de la luz podría actuar como un catalizador de la intensidad de las emociones.

Esta investigación fue publicada en la revista científica *Journal of Consumer Psychology*. Se llevaron a cabo seis experimentos en paralelo, con seis grupos instalados en salas de iluminación diferente. Luego se pidió a los participantes que expresaran lo que sentían al leer ciertas palabras, en torno a la valoración del atractivo de una persona, por ejemplo.

Los que se encontraban en la sala con la iluminación más brillante pidieron salsa más picante en su comida, bebieron zumo marcado como más favorable, percibieron a un personaje de ficción mucho más agresivo y a los personajes expuestos como mucho más atractivos. La percepción de las palabras positivas y negativas fue más intensa que en los demás grupos. Para la investigadora Alison Jing Xu la luz se percibe como calor y el calor puede desencadenar las emociones. La luz brillante, expresa la investigadora, intensifica nuestra reacción emocional inicial con la que respondemos a distintos estímulos, ya sean productos o personajes. Entonces, cuanto más luz haya y más intensa sea esta, más emocionales vamos a ser en la decisión que vayamos a tomar. Por eso, si reducimos la luz, la toma de decisiones sería más racional.

Los resultados de este estudio demuestran que las emociones experimentan más intensidad bajo luces brillantes, ya sean positivas o negativas. Se trataría por lo tanto de encontrar un equilibrio justo en la iluminación de acuerdo a la situación, regular y controlar.

Esta investigación permite sentar un antecedente para el estudio debido a que se demuestra, a través de experimentación, que las luces juegan un papel importante en la percepción y emociones de las personas.

Y esto es algo de suma importancia a la hora de generar o analizar un diseño de iluminación en oficinas, donde los trabajadores, expuestos diariamente a un alumbrado en particular, toman decisiones importantes.

1.4.2 Autores: Carlos Cachan, Begoña Carbelo, Manuel García

Título: “Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar”.

Estudio generado por la Universidad de Nebrija, Madrid en conjunto con PHILIPS

http://www.lucescei.com/uploads/tx_ztdownloads/iluminacion_escolar_Philips_Uni_Nebrija.pdf

Según una investigación de Philips en la Universidad de Nebrija, la luz- ausencia de luz, influye negativamente en el estado de ánimo y afecta las capacidades del cerebro para procesar información. La luz genera en los seres humanos estados de alerta y vigilia, y los efectos influyen en los ritmos circadianos.

En lugares donde la iluminación es monótona e insuficiente, se pueden presentar en las personas la falta de atención, el desánimo y la depresión, incrementando el estrés y la fatiga.

“Las diferentes intensidades de luz y color, y cómo las percibe cada sujeto, son relevantes en el entorno escolar y tienen un efecto sistemático en las personas que trabajan en espacios cerrados” (Kuller, Ballal, Laike, Mikellides y Tonel, 2006)

Estos autores estudiaron 988 personas en diferentes ambientes, estaciones del año y latitudes. En conclusión, obtuvieron que existen diferencias en el estado de ánimo de las personas que viven en países situados cerca del Ecuador con respecto a otros más alejados. Además, que los diseños de interiores deben tener en cuenta la utilización de colores y ventanas. Es seguro que los estados emocionales deben tener relación con los colores y la luz.

El estudio que llevó adelante Philips pretendió comprobar los efectos de la iluminación sobre el rendimiento escolar de alumnos de 5to grado de primaria. Utilizaron dos grupos de intervención distribuidos en tres aulas – 44 alumnos con el sistemas SCHOOLVISION y un grupo de control de 21 alumnos. Este sistema de alumbrado anteriormente citado, consta de cuatro escenas diferentes: estándar (4000klx y 300lx), energía (12.000klx y 650lx) concentración (8000klx y 1000lx) y calma (2900klx y 300lx). Las variaciones en los niveles de brillo y de color de la luz (cálida o fría) se sistematizaron en diversos tiempos con el objeto de optimizar las actividades en el aula.

Por ejemplo, luego del recreo, se utiliza la escena Calma, que proporciona una luminosidad menor y un color más cálido con el fin de que los estudiantes produzcan esa transición del recreo a un ambiente de tranquilidad. Otro ejemplo, fue la utilización de Concentración en actividades que lo requerían como los exámenes.

En conclusión, el rendimiento escolar depende de muchos factores, entre ellos una buena iluminación. Los buenos alumnos lo son independientemente de la luz que tengan. Cuantitativamente los alumnos prefirieron las escenas de Concentración y Energía, con el que las tutoras observaron un mejor rendimiento y participación.

Nuevamente, el aporte que genera esta investigación, es que las actividades que realizan las personas depende, en parte, a una iluminación específica para cada tarea. Y esto aumentaría el grado de productividad cuando se necesitase, por lo que se recalca la trascendencia de un buen diseño de iluminación

1.4.3 Autores: Nuria Castilla, Carmen Llinares, Vicente Blanca.

Título: “ Ingeniería Kansei aplicada al diseño lumínico de espacios emocionales”

Estudio generado por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Vol.2, N 1, 7-11 (2016)

http://polired.upm.es/index.php/anales_de_edificacion/article/view/3192/3277

La ingeniería Kansei (ingeniería emocional) propuesta por el médico y psicólogo japonés Nagamachi, se define como la técnica capaz de traducir sentimientos de los usuarios en elementos de diseños concretos. La principal ventaja que aporta ante otras técnicas es que establece un marco adecuado para trabajar atributos simbólicos y percepciones de los usuarios, expresadas en su propio lenguaje.

La metodología Kansei propone elaborar cuestionarios basados en los conceptos que manejan los usuarios y no exclusivamente en los conceptos que manejan los expertos. Son destacables los aportes realizados por investigadores de la universidad politécnica de Valencia sobre la aplicación de esta técnica en la arquitectura y la edificación (Illinares y Page, 2007, 2008, 2009).

El desarrollo de este sistema requiere de las siguientes fases: Fase 1- determinación de las estructura de conceptos que utiliza el usuario para describir y valorar un determinado espacio lumínico. Esta fase consta de las siguientes tareas: 1- caracterización de los espacios luminosos. El objetivo de esta tarea es identificar y parametrizar los factores de diseño o parámetros del espacio o ambiente luminoso. Esto implica la descomposición en ítems y a su vez en categorías de todos los parámetros de diseño que configuran la iluminación.

2- Generación de descriptores, aquí se recopila los descriptores estéticos o conjunto de adjetivos sustantivos y otras expresiones relacionadas con los significados que se le atribuyen al ambiente lumínico (claro, luminoso, cálido, frío, etc)

3- Generación de estímulos; el objetivo de esta tarea es seleccionar los espacios luminosos concretos a analizar. Cada uno de estos espacios contará con distintos tipos de iluminación y a partir de ellos el usuario emite sus valoraciones.

4- Selección de la muestra de usuarios. Para la selección de los participantes se representa a toda la población objetiva que puede llegar a hacer uso de cada uno de los tipos de iluminación.

5- Diseño de los estudios a realizar. Una vez que se identifican los parámetros de diseño de iluminación, se han elegido los ambientes luminosos a evaluar y se han definido las técnicas a emplear, se procede a diseñar una serie de estudios que permitan validar de manera individual y, más adelante, de manera combinada, el efecto de la alteración de determinados parámetros de la iluminación en el comportamiento y percepción humana. Se diseña para ello una serie de estudios donde cada uno corresponde a una secuencia que ayuda a definir un parámetro de la iluminación en particular. Cada estudio analiza el impacto concreto de un factor de alteración del espacio luminoso.

6- Desarrollo de los estudios de campo. La técnica a utilizar para recoger los datos es la entrevista personal, utilizando el cuestionario elaborado con los descriptores definidos y el conjunto de estímulos luminosos a valorar.

7- Evaluación de la respuesta ante la experiencia en espacio luminoso, tratando de cuantificar su respuesta.

B Fase II Cuantificar las relaciones entre las características de diseño del ambiente luminoso y la respuesta emocional del usuario. Aquí se extraen los factores de medición de las impresiones subjetivas afectivas. Se aplica el análisis factorial a la base de opiniones con el fin de definir el conjunto de variables que midan la valoración subjetiva del usuario (factores estéticos y factores emocionales). Se identifica el espacio semántico de las impresiones.

C Fase III Definir la estructura de conceptos o el conjunto de atributos percibidos que utiliza el usuario para describir y valorar un espacio luminoso a partir del propio lenguaje del usuario. El objetivo de esta fase es la creación de unas propuestas de actuación. Así se determinarán las reglas de diseño necesarias para configurar espacios o ambientes luminosos que maximicen el bienestar del usuario.

Se ha llevado a cabo un primer estudio de campo en el que se ha establecido el espacio semántico que utilizan alumnos universitarios a la hora de valorar la iluminación de su aula. Han participado 829 alumnos de la Universidad de Valencia y de la Universidad de Alicante.

La metodología permite establecer un marco para cuantificar las relaciones entre las características de diseño del ambiente luminoso y la respuesta emocional del usuario ante esa iluminación. Gracias a ella se puede definir el conjunto de atributos percibidos o estructura de conceptos que utiliza el usuario para describir un ambiente luminoso. Esta metodología permite el desarrollo de soluciones tecnológicas que respondan de una manera más adecuada a las necesidades emocionales, congestivas y de eficiencias del usuario.

Con la exploración sobre esta técnica, se pueden mejorar los diseños actuales de iluminación en las oficinas. Sobretodo, para mejorar la calidad de las condiciones laborales, que permitan progresar a una institución, como así también, cuidar la salud de los trabajadores.

1.4.4 Autor: Murguía Sánchez, Laura

Título: "La luz en la Arquitectura y su influencia sobre la salud de las personas. Estudio sobre la variabilidad del alumbrado artificial en oficinas"

Tesis doctoral de la universidad politécnica de Catalunya, departamento de construcciones arquitectónicas, Barcelona 2002

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93420>

El enfoque que se ha dado a este estudio tiene como base una problemática que refiere a procesos de alteración biológica y fisiológica en el ser humano con respecto al alumbrado artificial de características estáticas, que contradicen la variabilidad natural de la luz.

Esto puede observarse en lugares donde los usuarios permanecen largos periodos de tiempo, como ocurre en las oficinas.

La arquitectura no ha sabido integrar el diseño de iluminación en etapas previas al proyecto por lo que se convierte en un elemento añadido, sin tener en cuenta la importancia que conlleva junto con el manejo de la luz natural.

El estudio plantea dos metodologías paralelas para generar datos útiles en dos sentidos. Por un lado, informa del papel que juega el alumbrado artificial en la arquitectura actual, centrándose en oficinas. Por otro lado, propone respuestas acerca de la influencia que tiene sobre la salud de las personas. Además de las recopilación de información, se generó de forma paralela, una experimentación para comparar las condiciones habituales de luz y condiciones propuestas de variación y su influencia sobre actividades objetivas y subjetivas de sujetos determinados. Se realizó una prueba piloto de 10 sujetos en un espacio iluminado con alumbrado regulable; sin luz natural y variables climáticas controladas. Al tratarse de un análisis de las condiciones del alumbrado en horas de trabajo diurnas, se registró la temperatura corporal de los sujetos como marcador biológico del tiempo. La experimentación tuvo dos sesiones. Una donde los niveles eran los habituales y otra donde la curva de iluminación seguía a una similar a la de la luz natural, creciente hacia el mediodía y decreciente hacia la tarde. Los sujetos desempeñaron mejor las actividades, como se esperaba, en condiciones variables de luz.

Como conclusión se apuntó al replanteamiento en las normativas y procedimientos de iluminación en oficinas. Las condiciones estáticas de un diseño lumínico alteran el reloj biológico de las personas, influyendo en el estado emocional, el nivel de estrés y la capacidad de trabajo. Los diseños de edificios que contemplen la entrada de luz natural beneficia la salud como así también el ahorro energético por iluminación.

Esto aporta otra base que evidencia la importante relación biológica y fisiológica entre la iluminación y la persona que se desarrolla dentro de ese ambiente iluminado.

1.4.5 Autor: Amparo Berenice Calvillo Cortés

Título: "Luz y emociones: estudio sobre la influencia de la iluminación urbana en las emociones tomando como base el diseño emocional"

Tesis doctoral de ámbitos de investigación en energía y medio ambiente en la arquitectura. Departamento de construcciones arquitectónicas. Marzo 2010

<http://docplae.es/19407486-luz-y-emociones-estudio-sobre-la-influencia-de-la-ilumiancion-urbana-en-las-emociones-tomando-como-base-el-diseno-emocional.html>

Los diseños de iluminación urbana puede basarse en planteamientos funcionales, estéticos, económicos, etc., dejando de lado los planteamientos encaminados a la parte emocional del usuario.

Las emociones cambian el modo en que las personas resuelven problemas o se adaptan al ambiente. Estas, además, secundan procesos de toma de decisiones y de actitudes, de predisposición o rechazo.

"En el alumbrado urbano, la práctica generalizada es realizar alumbrados con criterio homogéneos que presiden de las características singulares de las ciudades en que actúan, las condiciones específicas del tipo de espacios y la idiosincrasia propia de sus ciudadanos". Un diseño lumínico que tome en consideración aspectos emocionales puede influir significativamente en la valorización de la ciudad por el visitante, o en el sentimiento de arraigo del ciudadano.

Esta tesis desarrolla una investigación sobre la relación entre la iluminación urbana y las emociones de las personas, teniendo en cuenta las bases psicológicas de las emociones y los principios teóricos del diseño emocional. El trabajo se llevó a cabo mediante un estudio experimental para obtener conclusiones sobre las

relaciones entre iluminación urbana y emociones. Se optó por la técnica de autoinforme descrita por Fernández – Ballesteros (1992) considerada como la técnica prioritaria y directa por excelencia a la hora de explorar contenidos mentales de la persona. El método de autoinforme, cuestionarios situación-respuesta, se desarrollo presentando a cada participante fotografías digitales de diferentes escenarios con iluminación urbana, proporcionando variación de parámetros lumínicos para investigar la relación con los efectos emocionales. Al final de cada cuestionario se pidió a los participantes una opinión personal sobre el proceso de realización.

La investigadora concluyó que la iluminación urbana influye en todos los casos sobre las emociones de los observadores, pero que esa respuesta emocional se relaciona con los valores culturales debido a que los participantes mostraron diferentes respuesta emocionales ante la misma escena, en función de su origen cultural (México, España, Francia), por encima de la diferencia de género o de su orientación profesional. Es necesario incorporar las consideraciones emocionales para mejorar la calidad ambiental de la vida urbana y para el sentido de bienestar emocional del propio usuario.

Esta es otra investigación que se basa en el diseño emocional para la iluminación de un espacio, teniendo en cuenta las emociones de las personas que permiten satisfacer sus necesidades desde su conocimiento. Y seguramente, un espacio pensado emocionalmente, permitirá obtener mayor productividad laboral.

1.5 Hipótesis

El actual diseño lumínico de las oficinas del Banco Nación de Salta disminuye de forma degenerativa el confort lumínico debido a que no cumple con los niveles requeridos para la iluminación en oficinas establecidos por el protocolo de iluminación en el ambiente laboral en Argentina y con las exigencias biológicas y emocionales de los trabajadores.

1.5.1 Operacionalización de variables.

La investigadora establece las siguientes definiciones para la operacionalización de variables:

Diseño lumínico se entiende como el proceso, sistema y equipamiento que permite suministrar iluminación artificial a un espacio determinado, según las necesidades y exigencias.

Confort es definido como las condiciones que proporcionan bienestar y comodidad. Por lo que, el confort lumínico en un espacio de trabajo se entendería como el sentido de bienestar y seguridad proporcionado por el alumbrado que permite a los trabajadores estar en alerta y atentos a sus actividades, sin dejar de lado la salud tanto física como mental. Más adelante se desarrolla una tabla con cada variable, definición y las diferentes dimensiones que se van a tener en cuenta para medir tanto la variable independiente como la variable dependiente.

| Tabla Operacionalización de Variables | | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Variables | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Items |
| Diseño lumínico de las oficinas del BNA | Sistema de iluminación artificial que permite realizar las actividades que exige la profesión bancaria | Niveles | Iluminancia (Ix) | Medición |
| | | Sistemas de iluminación | General | Observación |
| | | | Localizado | |
| | | | Mixto | |
| | | Direccionalidad | Dirigido | Observación |
| | | | Semidirigido | |
| | | | Difuso | |
| | | Temperatura de color | Semidifuso | Observación |
| | | | Cálido | |
| | | | Luz día | |
| | | fuentes luminosas | Frio | Observación |
| | | | Incandescente | |
| | | | incandescente halógena | |
| | | | De descarga Gas | |
| Tubos Fluorescentes | | | | |
| CFL | | | | |
| Instalación | Led | Observación | | |
| | Fijas | | | |
| | Orientables estructuras | | | |
| Reproducción de color | CRi | Observación | | |
| Confort lumínico | Sensación de bienestar y seguridad proporcionado por el sistema de alumbrado de la oficina. | Factores lumínicos | Iluminación uniforme y óptima. | Encuesta |
| | | | Ausencia de brillos. | |
| | | | Condiciones de contraste adecuados. | |
| | | | Ausencia de efectos estroboscópicos. | |
| | | Factores Emocionales | Tranquilidad | Encuesta |
| | | | incomodidad | |
| | | | Nerviosismo | |
| | | | Tolerancia | |
| | | | Estrés | |
| | | Factores físicos | Energía | Encuesta |
| | | | Postura | |
| | | | Somnolencia | |
| | | | Dolor | |

1.6 Marco Metodológico

1.6.1 Paradigma

Es importante para una investigación, encuadrar la misma dentro de un paradigma, para luego identificar los recursos y técnicas adecuados para realizar la recolección de datos.

De acuerdo a lo que describe Sampieri (2006) se pueden discriminar dos enfoques diferentes: el cuantitativo y el cualitativo. Los estudios cuantitativos proponen relaciones entre variables con el fin de arribar a proposiciones precisas y hacer recomendaciones específicas. Con este enfoque se espera que los investigadores elaboren un reporte con los resultados y ofrezcan soluciones aplicables a una población más

amplia, totalmente objetivos. En cambio, los estudios cualitativos consisten en comprender un fenómeno social complejo, con el fin de entenderlo y no de medirlo.

Es entonces que este trabajo, se encasillará dentro del enfoque cuantitativo.

Investigación cuantitativa.

Según Hueso y Cascant (2012) la metodología de la investigación cuantitativa se basa en la utilización de técnicas estadísticas para conocer aspectos determinados del universo que se está investigando.

Descansa en el principio de que las partes representan al todo; y estudian una muestra para luego conocer a la población en conjunto. Se pretende conocer cierta variable dentro de una población. Esta puede ser objetiva, como por ejemplo la edad, o subjetiva, como las opiniones. Los autores sostienen que para recolectar esta información, se suele utilizar herramientas como las encuestas o la medición. Se utilizan, además, técnicas de análisis cuantitativos, es decir, estadísticas descriptiva e inferencial. Por otro lado, la información se puede obtener mediante técnicas cualitativas como una entrevista abierta.

Este proyecto se encuadra dentro de este enfoque debido a sus características, ya que se trata de realizar un relevamiento del actual diseño de iluminación de las oficinas para establecer la relación que existe con el aumento o disminución del confort lumínico, la causa y efecto. A partir de esto, generalizar estos resultados estudiados para aplicarse en futuros diseños. Para corroborar los niveles de iluminación, se utilizará la medición, y para los demás parámetros de iluminación, observación metodológica. Los datos del confort lumínico se obtendrán a través de encuestas.

El desarrollo previo de esta investigación presenta características que la definen dentro de las cualidades que establece Sampieri (2006) para las investigaciones cuantitativas, entre ellas:

1. El planteo de un problema delimitado y concreto;
2. La generación de una hipótesis;
3. La recolección de datos se fundamenta en la medición;
4. Los resultados de las mediciones se analizarán de forma estadística;
5. La investigación pretende ser lo más objetiva posible;
6. Se busca explicar y predecir fenómenos, en este caso, la relación entre confort lumínico y la iluminación de un lugar.

1.6.2 Tipo de investigación

Es fundamental exponer el alcance de este trabajo y clasificarla dentro de los tipos de investigaciones que existen.

Sampieri (2006) sostiene que del alcance de un estudio depende la estrategia de investigación. Es entonces, que el diseño, los procedimientos y otros componentes serán diferentes en estudios de alcance exploratorios, descriptivos, correlacionales o explicativos.

Cuando se habla de estudios exploratorios se habla de aquellos que antecede a investigaciones de alcances descriptivos, correlaciones o explicativos. El objetivo de estos es examinar un tema de investigación poco estudiado y que no se ha abordado antes. Estos estudios sirven para familiarizarnos con fenómenos poco conocidos o desconocidos.

Las investigaciones de alcance descriptivos buscan detallar cómo son los fenómenos, situaciones, contextos y eventos. Buscan especificar propiedades y características. En estos estudios se selecciona una serie de variables y se mide para luego describir lo que se investiga.

Por otro lado, los estudios correlacionales pretenden conocer la relación entre dos o más variables en un contexto particular. Estas correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba, y el fin es saber cómo se comporta una variable al conocer el comportamiento de otras relacionadas.

Por último, el autor desarrolla los estudios explicativos que pretenden establecer las causas de los fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta.

Desarrollado todo lo anterior, se puede establecer que el alcance de dicha investigación será descriptiva y correlacional, ya que, primeramente, se van a medir las variables iluminación y confort lumínico para describirlas, y luego se busca saber la correlación que existe entre la variable independiente diseño lumínico y la variable dependiente confort lumínico. Es decir, que se busca exponer cómo se comporta el confort lumínico de los trabajadores en relación al diseño de iluminación de cada oficina.

1.6.3 Muestreo

Es de importancia saber el universo dónde se va a realizar la investigación, es decir, los sujetos de estudio. Para poder seleccionar una muestra de estudio, es primordial establecer la unidad de análisis y la población. De esta forma, se limita el número de individuos u objetos sobre los que se va a recoger la información. Según Hueso y Cascant (2012), la intención del muestreo es tener un idea más o menos aproximada de la población de donde proviene esa muestra.

Sampieri (2006) expresa que para seleccionar una muestra, lo primero que hay que identificar es la unidad de análisis y luego delimitar la población.

Unidad de análisis: las características lumínicas de oficinas

La unidad de análisis de una investigación se desprende del planteamiento de los objetivos del estudio. Teniendo en cuenta que el objetivo principal es "analizar las condiciones actuales de iluminación de la oficina de contaduría del Banco Nación de Salta Capital (...) para relacionarlo con el aumento o disminución del confort lumínico", se establece que la unidad de análisis son las características lumínicas de oficinas.

Población: oficinas del Banco Nación de Salta capital, casa central.

"La población es el conjunto de todos los sujetos, sobre los que queremos conocer cierta información relacionada con el fenómeno que se estudia " (Hueso y Cascant, 2012, p.10)

Sampieri (2006) expresa que una población debe situarse claramente en torno a sus características de contenido, lugar y tiempo.

Teniendo en cuenta lo citado, la población de esta investigación van a ser las oficinas del Banco Nación de Salta capital, casa central, ya que de ellas se obtendrá la información necesaria sobre la funcionalidad actual del diseño de iluminación.

Muestra: oficinas entrepiso sin entrada directa de luz natural.

Sampieri (2006) establece que la muestra es un subgrupo de la población. Pero estas muestras deben ser representativas. Se encuentran diferentes tipos de muestras.

Hernández Sampieri, 2006,p240:

“Básicamente categorizamos las muestras en dos grandes ramas: las muestras no probabilísticas y las muestras probabilísticas. En estas últimas todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis(...)

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico, ni con base en las fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.”

En el caso de esta investigación se va a reunir una muestra no probabilística, ya que, del número de oficinas en la institución, solo se van a seleccionar aquellas oficinas que no tienen entrada directa de luz natural. Este parámetro se elige para centrar las mediciones solamente en el alumbrado artificial. Teniendo en cuenta lo anterior, la muestra es de 3 oficinas que se encuentran en el entrepiso, la de secretaria de gerencia, las oficinas de pre-mora y cartera morosa.

1.6.4 Diseños experimentales y no experimentales

Hueso y Cascant (2012) enuncian que la metodología es la estrategia que vamos a utilizar para responder a la pregunta de investigación. Como anteriormente se nombraron, podemos tener una investigación de índole cuantitativa, cualitativa, y también mixta. Luego, se establece el universo y la muestra de donde se van a recoger esta información. El siguiente paso es el de establecer si este trabajo será de diseño experimental o no experimental.

Sampieri (2006) denomina el término diseño como el plan o estrategia concebida para obtener información acerca de lo que se desea estudiar. Los diseños experimentales son aquellos donde se manipulan intencionalmente las variables independientes para analizar lo que sucede con las dependientes. Según Domínguez Granda (2007) un experimento es un planteamiento que sirve para probar nuevos factores o confirmar o no los resultados de experimentos previos.

Domínguez Granda, 2007, p.86:

“En los experimentos preliminares el investigador ensaya un gran número de tratamientos a fin de seleccionar algunos de ellos para futuros trabajos. En los experimentos críticos el investigador compara las respuestas de diferentes tratamientos

con un número suficiente de observaciones a fin de detectar diferencias significativas. Los experimentos demostrativos son utilizados para trabajos de extensión cuando se requiere comparar un nuevo tratamiento o tratamientos con uno estándar. Los diseños experimentales son aplicables para planear la recolección de información de experimentos.”

Sampieri (2006) establece requisitos que debe tener un experimento, entre ellos, el de la manipulación intencional de una o más variables independientes, para luego medir el efecto que genera esta manipulación sobre la variable dependiente y además cumplir con el control o la validez interna de la situación experimental.

Los diseños no experimentales son aquellos que se realizan sin manipular deliberadamente las variables, es decir, todo lo contrario al anterior. Lo que se hace, según Sampieri (2006), en este tipo de investigación es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos. No hay ni condiciones ni estímulos planeados. En estos diseños no se construye ninguna situación, sino que se observan las que existen. Las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas ya que no se tiene un control directo sobre estas.

Estos diseños se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales. El primero, también conocido como transversal, recogen información en un solo momento, en un tiempo único. Buscan describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Los diseños transeccionales se dividen a su vez en exploratorio, descriptivos y correlacionales causales. Los primeros tienen el propósito de conocer una variable, un contexto, un evento, etc. Se aplican a problemas de investigación nuevos. Los descriptivos tienen como fin “indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables de una población” (Sampieri, 2006, p210.) Los correlacionales-causales describen la relación entre dos o más variables en un determinado momento.

De acuerdo a la teoría citada anteriormente, esta investigación tendrá un diseño no experimental, ya que no se generarán estímulos planeados ni tampoco se manipulara la variable independiente. Se medirá esta variable tal y cual se presenta en la realidad. Además, será un diseño transeccional correlacional-causal, debido a que se medirá en un único momento, en un mismo día, para establecer la relación que existe entre el actual diseño lumínico de las oficinas con el aumento o disminución del confort lumínico.

1.6.5 Técnicas de recolección de datos.

Una vez elegida la muestra y el diseño de investigación, se procede a elegir las técnicas a utilizar para la recolección de datos, de acuerdo con el problema y la hipótesis de estudio.

Sampieri (2006) expresa que la recolección de datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos para reunir datos con un propósito específico. Para conseguir datos valiosos es necesario medir. Sampieri (2006) cita a Carmines y Zeller diciendo que “la medición “es el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos”, el cual se realiza mediante un plan explícito y organizado para clasificar (...) los datos disponibles (...) en términos del concepto que el investigador tiene en mente” (Sampieri 2006, p

277). Por ello, el instrumento de medición es muy importante, porque debe captar verdaderamente la realidad que se desea capturar.

Estos instrumentos de medición deben cumplir con tres requisitos esenciales: Confiabilidad, validez, objetividad.

La confiabilidad se refiere al grado en que su aplicación repetida en el mismo objeto de estudio genere resultados iguales.

La validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que se pretende medir.

La objetividad, por último, es el grado en que este instrumento es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador.

Este trabajo va a utilizar diferentes instrumentos de recolección de datos: medición, observación metodológica (relevamiento) y encuestas. La medición - que "consiste en utilizar aparatos de medición para determinar la magnitud de un indicador o variable de interés" (Hueso y Cascant, 2012, p19) - se va a realizar con un Luxómetro calibrado con la normativa ISO 17025 . Esta normativa es la norma internacional para los laboratorios que llevan a cabo actividades de calibración y prueba repartidos alrededor del mundo.

Con este instrumento se obtendrá los niveles de Iluminancia. Para llevar a cabo una medición completa, es necesario identificar las demás condiciones de iluminación de la oficina. De acuerdo con el protocolo para la iluminación en ambiente laboral en Argentina, y lo estipulado por la Superintendencia de riesgos del trabajo en Argentina, se llevará a cabo una hoja de datos de información del lugar a medir, el día, el horario de inicio y final , el instrumento y observaciones que quieran anotarse. Más adelante se puede observar un modelo. (Modelo de hoja de datos n°1 y 2)

El método de medición de iluminación de un lugar que se utiliza con frecuencia y recomienda la Superintendencia de riesgos del trabajo de Argentina, es la técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre la zona a analizar. La base de esta técnica es la división del interior del lugar en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia en el centro de cada área a la altura de 80 centímetros sobre el suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. La precisión de la iluminancia media (E_{media}) aumenta a medida que aumenta la cantidad de puntos medidos. Para calcular el número mínimo de puntos de medición existe una relación a partir del valor del índice de local.

$$\text{índice de local} = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{altura del montaje}} \quad (\text{largo} + \text{ancho})$$

Largo y ancho se refiere a las dimensión del recinto, y la altura de montaje es la distancia vertical que existe entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo, por ejemplo, un escritorio.

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (x+2).2$$

Donde X es el valor del Índice de local redondeado al entero superior (con excepción de los valores iguales o mayores que 3, donde el valor de X es 4).

Luego de obtener el número mínimo de puntos de medición, se procede a tomar los valores en el centro de cada área de la grilla. Si el lugar llegase a tener una forma irregular, se trata en lo posible de dividir en cuadrados o rectángulos.

Una vez obtenida la iluminancia media, se verifica el resultado según lo requiere el Decreto 351/79 en su Anexo IV, en su tabla 2, (en marco teórico) según el tipo de edificio, local y tarea visual. Con estas mediciones se podrá verificar si los locales cumplen con un nivel mínimo de iluminación para las tareas que se requieren.

A continuación, se aprecia el modelo de hoja de datos del lugar a medir obtenido de la página web de la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DE TRABAJO de Argentina, que es de llenado obligatorio en los espacios donde se realizará la medición de los niveles de iluminación.

Modelo de hoja de datos N° 1

| PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| (1) Razón Social: | | |
| (2) Dirección: | | |
| (3) Localidad: | | |
| (4) Provincia: | | |
| (5) C.P.: | (6) C.U.I.T.: | |
| Horarios/Turnos Habituales de Trabajo: | | |
| Datos de la Medición | | |
| Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: | | |
| Fecha de Calibración del Instrumental utilizado en la medición: | | |
| Metodología Utilizada en la Medición: | | |
| Fecha de la Medición: | Hora de Inicio: | Hora de Finalización: |
| Condiciones Atmosféricas: | | |
| Documentación que se Adjuntará a la Medición | | |
| Plano o Croquis del establecimiento. | | |
| Observaciones: | | |

Modelo de hoja de datos N° 2

| PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL | | | | | | | | | |
|---|------|------------|--------------------------------|---|---|---|--|--------------------|---|
| Razón social | | | | | | C.U.I.T. | | | |
| Dirección: | | Localidad: | | CP: | | Provincia | | | |
| Datos de la Medición | | | | | | | | | |
| Punto de Muestreo | Hora | Sector | Sección / Puesto / Puesto Tipo | Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta | Tipo de Fuente Lumínica: Incandescente / Descarga / Mixta | Iluminación: General / Localizada / Mixta | Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima \geq (E media)/2 | Valor Medido (Lux) | Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79 |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |

Otra técnica que va a permitir obtener datos en este estudio es la observación metodológica. Sampieri (2006) expresa que en este tipo de observación, las variables son especificadas y definidas antes de comenzar la recolección. Los observadores deben seguir reglas que aplican invariablemente y deben minimizar su efecto sobre los registros.

En este trabajo se va a realizar un relevamiento del lugar de acuerdo a factores lumínicos que forman parte de un sistema de iluminación, como su direccionalidad, las lámparas que se utilizan, tipos de soportes, la potencia, la reproducción de color, presencia de superficies reflectantes, etc. Esta información permitirá obtener una mejor descripción del alumbrado artificial actual, para el llenado del formulario establecido por el protocolo. A partir del marco teórico, el investigador establecerá una clasificación de los indicadores observados en cuanto a cuáles deberían ser los óptimos para un sistema de iluminación en oficinas. A continuación, el modelo de cuadro para el relevamiento de datos creado por el investigador.

Modelo de Cuadro de observación N° 1

| oficina | Día / hora | sistema | Direccionalidad | Temperatura | CRi | Lámparas | Instalación | Presencia de brillos | Superficies reflectantes | Superficies translúcidas | Superficies absorbentes | Condiciones de contrastes | Presencia Luces intermitentes | observaciones |
|------------------------|------------|---------|-----------------|-------------|-----|----------|-------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------|
| Secretaría de gerencia | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Pre mora | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

La última técnica que se va a utilizar para la recolección de datos es la encuesta. Según Sampieri (2006) un cuestionario es un conjunto de preguntas respecto a una o mas variables a medir. Es un procedimiento estandarizado para la recolección de una muestra de personas acerca de un tema específico, en este caso, sobre la postura que tienen los empleados acerca del actual diseño de iluminación y el confort que le atribuyen.

Primeramente, para la elaboración de los cuestionarios, se realizará una lluvia de adjetivos. Se trata de generar y establecer calificativos acerca de la iluminación en una oficina. Se va a emplear el método del diagrama de afinidad creado por el Dr. Kawakita Jiro en 1980, de manera que se va a comprender los adjetivos que se aporten inicialmente para luego agruparlos en familias que expresen una misma idea.

A partir de la obtención de una serie de adjetivos acerca de un alumbrado de oficina, se los agrupara de acuerdo al significado, y se elegirá un nombre que represente esa familia de adjetivos.

Una vez definidos estos adjetivos, se generará un cuestionario que permita evaluar las calificaciones que tienen los empleados acerca del aspecto actual del diseño de iluminación de las oficinas elegidas. Con estos datos, se podrá saber cuál es el papel que cumple las variables medidas y establecer las relaciones entre ellas. El cuestionario también aportará información acerca de los efectos emocionales y fisiológicos que causa la iluminación actual. El cuestionario tendrá una estructura de acuerdo a la Escala de Likert (ordinal), con valores de "Totalmente en desacuerdo" a "Totalmente de acuerdo", y tomará valores numéricos de 1 a 5. Una vez obtenidos los resultados, se podrá comparar con los datos obtenidos en la observación y medición de las respectivas oficinas y establecer su relación.

Modelo de Encuesta N° 1

ENCUESTA N°1 SOBRE EL CONFORT LUMINICO EN LAS OFICINAS DEL ENTREPISO DE LA SUCURSAL BANCO NACION DE SALTA.

Por favor leer las siguiente preguntas y responder a continuación.

1. EDAD: _____
2. SEXO M() F()
3. RELACION CON LA OFICINA: _____
4. ESCOJA LA OPCION QUE DESCRIBA SU TIPO DE OFICINA. (Encerrar con un circulo el ítem seleccionado)
 - Oficina privada cerrada
 - Oficina cerrada compartida con otras personas
 - Cubículos con divisiones
 - Área de trabajo abierta sin divisiones
 - Otro. ¿Cuál? _____
5. TIEMPO QUE PERMARNECE EN LA OFICINA POR DIA
 - 5 horas
 - 6 horas
 - 7 horas
 - 8 horas

mas de 8 horas.

6. RESPONDER EN UNA ESCALA DEL 1 A 5 (Marcar con una cruz)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------------------|----------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| Totalmente en desacuerdo | En desacuerdo | Neutro | De acuerdo | Totalmente de acuerdo |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Se encuentra en una oficina iluminada | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo le genera amplitud | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo permite diferenciar los colores | | | | | |
| La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar cómodamente sus actividades | | | | | |
| Su puesto de trabajo esta libre de sombras molestas | | | | | |
| Su puesto de trabajo esta libre de reflejos o brillos molestos | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo produce un ambiente de tranquilidad | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo le genera energía | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo no le trasmite Somnolencia | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo produce un ambiente de concentración | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo permite diferenciar los objetos a su alrededor | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo evita tomar posturas forzadas (ejemplo, acercarse mas a la mesa) | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo no le fatiga visual | | | | | |
| La iluminación de su puesto de trabajo satisface la falta de luz natural | | | | | |
| La instalaciones lumínicas de su puesto de trabajo presentan buenas condiciones | | | | | |

7. Considera usted que la iluminación de su puesto de trabajo es:

- Adecuada
- Algo molesta
- Molesta
- Muy molesta

8. Agregue un comentario que considere relevante para mejorar las condiciones de iluminación actual de la oficina.

¡Muchas Gracias!



2 Marco Teórico

2.1 La Luz

Para comenzar este estudio acerca de la iluminación y su relación con el hombre, es necesario saber cuál y cómo se comporta la energía protagonista de este trabajo: La luz.

Desde un principio, el hombre manipuló el fuego con el objetivo de iluminar en la noche, dar visibilidad en la oscuridad. De las velas se pasó a las lámparas de gas, y luego a lo que hoy se conoce como energía eléctrica. Con Edison obtenemos, en 1879, la lámpara incandescente permitió una nueva forma de manipulación y control de los ambientes lumínicos.

Según Young y Freedman (2009) hasta la época de Isaac Newton (1642-1727), la mayoría de los científicos pensaban que la luz consistía en corrientes de partículas emitidas por fuentes luminosas. Galileo y otros intentaron sin éxito alguno medir la rapidez de la luz.

Por 1665, comenzaron a evidenciarse las propiedades ondulatorias de la luz, y ya para el siglo XIX las evidencias de que la luz es una onda se habían vuelto muy convincentes.

En 1873, James Clerk Maxwell predijo la existencia de ondas electromagnéticas. Este avance, así como el trabajo experimental que inició Heinrich Hertz, demostró, en forma concluyente, que la luz es una onda electromagnética

La concepción ondulatoria de la luz no ofrece una visión completa sobre su naturaleza. Varios efectos asociados con su emisión y absorción revelan un aspecto de partícula, en el sentido en que la energía transportada por las ondas luminosas se encuentra contenida en fotones o cuantos. Estas propiedades aparentemente contradictorias de onda y partícula se conciliaron con el desarrollo de la electrodinámica cuántica, que incluye tanto las propiedades ondulatorias como corpusculares (Young y Freedman, 2009). Según Tippens (2011) se desarrollaron dos teorías: la de partículas emitida por Isaac Newton y la ondulatoria por Christian Huygens. La propagación de la luz se describe mejor con el modelo ondulatorio, pero para comprender la emisión y la absorción se requiere un enfoque corpuscular.

Según Tippens (2011), de acuerdo con la teoría corpuscular, donde las partículas son pequeñas, estas eran emitidas por fuentes luminosas como el sol o una llama. Cuando estas partículas entraban en el ojo estimulaban la vista. Esta propagación rectilínea se explicaba fácilmente con esta teoría. Se pensó que las partículas producían sombras mientras que las ondas pueden flexionarse alrededor de los bordes. Las sombras nítidas que se forman bajo los rayos hicieron pensar a Newton que la luz estaba compuesta por partículas. Huygens, por otra parte, explicó que la flexión de las ondas acuáticas y sonoras alrededor de obstáculos, se apreciaban debido a sus grandes longitudes de onda. Él pensaba que si la luz era una serie de ondas con longitud corta daba lugar a la sombra bien definida.

La luz termina siendo, a la vez, una sensación puramente humana, de manera similar al sonido. Se necesita de una energía para estimular los sentidos, en este caso una energía que se propaga en forma de ondas, perteneciente a la parte visible del espectro electromagnético, cayendo sobre la retina del ojo. Por lo tanto, la luz puede considerarse como una combinación de radiación y la respuesta del sistema visual a ella.

2.2 Magnitudes de la Luz.

2.2.1 Flujo luminoso

La mayoría de las fuentes de luz que encontramos en nuestro ambiente diario emiten energía electromagnética distribuida en múltiples longitudes de onda (el investigador se refiere a longitud de onda como la distancia real que recorre una onda en un determinado intervalo de tiempo). Se suministra energía eléctrica a una lámpara, la cual emite radiación. Monroy (2006) expresa que esta energía radiante emitida por la lámpara por unidad de tiempo se llama potencia radiante o flujo radiante. Solo una pequeña porción de esta potencia radiante se encuentra en la rango visible: en la región entre 400 nanómetros (nm) y 700 nm y se llama flujo luminoso. El sentido de la vista depende tan solo de la energía radiada visible o luminosa, por unidad de tiempo, es decir, la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente. "Su unidad es el lumen (lm), que es la energía emitida por un foco con intensidad de 1 candela (cd) en un ángulo sólido de 1 estereorradián (sr) – unidad de medida de ángulo sólido - (1m^2 a 1 m de distancia)" (Monroy, 2006)

El ojo humano no es sensible de igual manera a todos los colores. "Iguales potencias radiantes de diferentes longitudes de onda no producen la misma brillantez" (Paul Tippers, 2011, p. 650). Es decir que, por ejemplo, una lámpara de luz verde de 20 W se ve más brillante que una azul de 20 W. Esto se debe a que, la sensibilidad del ojo no es la misma en todas las longitudes de onda, como se observa en la figura 1 más abajo, donde la sensibilidad es mayor en la región del medio del espectro, donde se sitúan los verdes-amarillos.

Según Tippens (2011), si la unidad elegida para el flujo luminoso debe corresponder a la respuesta sensitiva del ojo humano, entonces se debe definir otra unidad. El watt (W) no es suficiente porque las sensaciones visuales no son las mismas para colores diferentes, como se explicó anteriormente con el ejemplo de las lámparas led verde y azul de 20 W. Lo que se necesita entonces es una unidad que mide la brillantez, el lumen (lm), en el cuál se determina por comparación con una fuente patrón. Tippens (2011) establece que para determinar el flujo luminoso emitido por la luz de diferente longitud de onda debe utilizarse la curva de sensibilidad del ojo.

Cuando se habla de brillantez como un parámetro de una fuente luminosa, el investigador se refiere al efecto luminoso que se produce en una superficie producto de la reflexión de los rayos de luz. Es entonces que una fuente de luz puede producir menor o mayor brillantez, dependiendo de la sensibilidad del ojo humano.

Entonces, se determina que el flujo luminoso es la potencia de la radiación emitida por una fuente por unidad de tiempo en todas las direcciones, ponderada con la sensibilidad del ojo humano.

Boyce (2014) establece que las curvas de sensibilidad espectral se conocen como función de la eficacia luminosa, lo que significa, como se explicó anteriormente, la relación entre lo que físicamente irradia la fuente de luz y puede

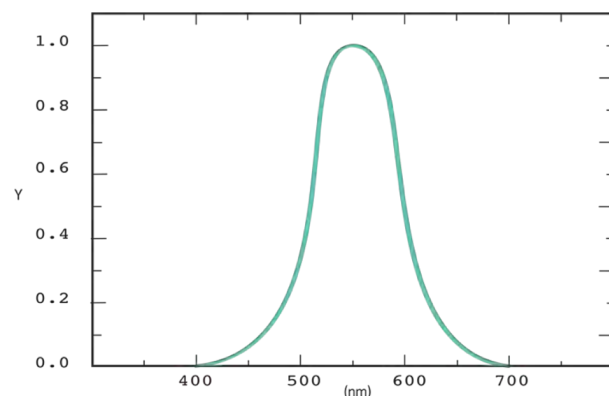


Fig. 1 Curva de sensibilidad del ojo visión Fotópica

medirse en las herramientas de medición y la sensibilidad del ojo, "lo que se ve". Estas curvas van a variar de acuerdo con las condiciones de iluminación a las que este expuesto el ojo, teniendo la curva de sensibilidad para la visión fotópica (en buenas condiciones de luz -día-) donde su pico llega a 555 nanómetros (nm) y para la visión escotópica con su pico en 507 nm para condiciones de poca luz.

2.2.2 Eficacia luminosa

Como se mencionó anteriormente, la eficacia luminosa se conoce como las curvas de sensibilidad espectral del ojo, porque significa la relación con lo que irradia una fuente de luz y lo que realmente se ve.

Ganslandt y Hofmann (1992) explican que la eficacia luminosa significa el grado de acción de un iluminante. Un iluminante, según la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) es una fuente de iluminación con distribuciones espectrales relativas.

La eficacia se expresa mediante la relación flujo luminoso dado en lumen y la potencia en vatios (W). El valor máximo alcanzable en luz visible sería 683 lm/W. Este valor fue establecido por la CIE (comisión internacional de iluminación), donde 1 W de flujo radiante a 555 (nm) deberían producir 683 lm, tanto para situaciones fotópicas (iluminación diurna) como escotópicas (bajos niveles de iluminación). Entonces la fórmula sería:

$$\eta = \frac{F}{P}$$

$$\eta = \frac{\text{lm}}{\text{W}}$$

η = sería la eficacia

F [Φ] = el flujo luminoso expresado en lumen (lm)

P = la potencia en vatios (W)

2.2.3 Cantidad de luz

La otra magnitud que se va a desarrollar es la cantidad de luz que se denomina como el producto de tiempo por flujo luminoso dado, con esto se quiere decir, el resultado de la energía lumínica en un espacio de tiempo. Por regla, esta cantidad se indica en klm.h. (Ganslandt y Hofmann, 1992, p.40). Entonces quedaría expresado como:

$$Q = \Phi \cdot t$$

Q = sería la cantidad de luz

F [Φ] = Flujo luminoso en lúmenes

t = Tiempo

2.2.4 Intensidad

Una fuente de luz ideal, irradiaría flujo luminoso de igual manera en todas sus direcciones, su intensidad sería la misma en todas las direcciones. Como en la realidad esto no sucede, es importante indicar una medida para la distribución espacial del flujo, la intensidad de la luz. Según Tippens (2011) con frecuencia es

más útil hablar de flujo por unidad de ángulo sólido. La cantidad física que expresa esta relación se llama intensidad luminosa (I). Es decir el flujo luminoso F emitido por unidad de ángulo sólido. Cuando se habla de ángulo sólido se hace referencia a un ángulo estereó que corresponde a un cono cuyo eje es la dirección en que considera la intensidad. (ver figura 2)

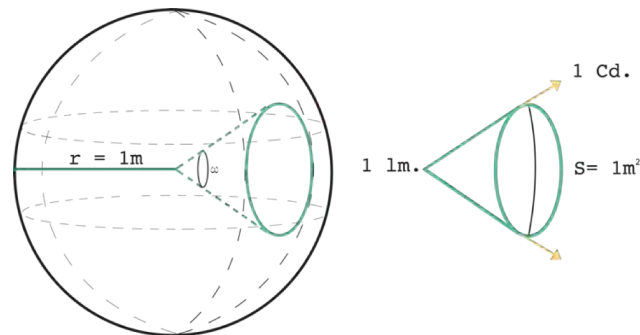


Fig. 2 .Ángulo Sólido

La ecuación para obtener el ángulo sólido es la siguiente

$$\omega = S/r^2$$

Donde:

S = superficie

r = Radio de la esfera.

Páramo (2003), en su manual de luminotécnica, describe que la unidad de medida de un ángulo sólido es el estereorradián (sr) que se corresponde con un cono cuyo casquete tenga un área igual al cuadrado del radio de la esfera. El área de la esfera es $A = \pi [(r)]^2$, el ángulo sólido total en todas las direcciones del espacio, tiene un valor de 4π estereorradianes.

Entonces, la intensidad para una determinada dirección del espacio será:

$$I = \phi/\omega$$

donde

ϕ = flujo luminoso en lúmen

ω = ángulo sólido en sr.

La unidad es el lumen por estereorradián (lm/sr), llamada candela (cd). La mayor parte de las fuentes proyectan luz en una dirección particular. Una fuente isotrópica emite luz de manera uniforme en todas direcciones. Por lo tanto, para calcular el flujo total emitido por ésta, se considera el ángulo sólido como 4π sr

2.2.5 Iluminancia

La iluminancia (E) también conocida como nivel de iluminación, es la cantidad de luz que recibe una superficie, La unidad de medida es el Lux (lx), que es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. (Monroy, 2006)

Ganslandt y Hofmann (1992), además, sostienen que la iluminancia no está sujeta a una superficie real y que se puede determinar en cualquier espacio. La iluminancia, disminuye con el cuadrado de la distancia desde la fuente de emisión. Esto es lo que se conoce como Ley fotométrica de distancia). Entonces, esta es definida por la intensidad dirigida hacia un punto, dividida por el cuadrado de la distancia de la fuente a la superficie a iluminar.

Páramo (2003) establece que la iluminancia es la cantidad de flujo luminoso que una superficie recibe por unidad de área, habitualmente llamada nivel de iluminación.

Por lo que se establece, en términos generales, que la iluminancia es la cantidad de luz iluminando una superficie determinada, y que va disminuyendo a medida que nos vamos alejando de la fuente de luz. Esta magnitud es muy importante a la hora de analizar el alumbrado de un espacio de trabajo, dependiendo de la situación y la actividad que se demande.

Páramo(2003) establece que el cálculo de la iluminancia es el siguiente:

$$E = \phi / s$$

E= Iluminancia (lx)

ϕ = flujo luminoso en lumen (lm)

s= área de la superficie a iluminar en m²

Ganslandt y Hofmann (1992) especifican, además, el cálculo para la iluminancia horizontal media E_m que se calcula por el flujo luminoso, que cae sobre la superficie observada A. A continuación, en la figura 3 podemos observar esta relación donde:

$$E_m = \phi / A$$

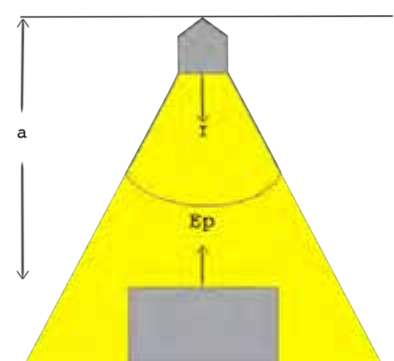


fig 3. Iluminancia horizontal media.

Por otro lado, Ganslandt y Hofmann (1992) desarrollan el cálculo para la iluminancia en un punto determinado E_p siendo la intensidad luminosa I y la distancia a entre la fuente de luz y el punto observado. Esto se puede observar en el figura 4:

$$E_p = I/a^2$$

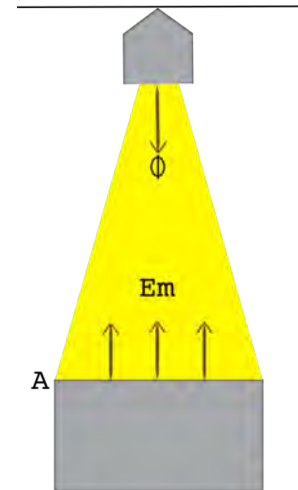


Fig. 4 Iluminancia vertical media.

2.2.6 Luminancia

Por otro lado tenemos a la Luminancia (L) entendida como la relación entre la intensidad y la superficie aparente de la fuente, o lo que conocemos como el brillo. Ganslandt y Hofmann (1992) la describen como -a diferencia de la iluminancia que registra la potencia de la luz que cae sobre una superficie- la luz que procede de la superficie.

Para Páramo (2003) la luminancia significa la relación entre la intensidad luminosa que emite una superficie en una dirección determinada y el área de la superficie que un observador ve situado en una misma dirección.

La luz también puede ser reflejada o transmitida por la superficie. Para materiales de reflexión difusa y para los de transmisión difusa, se puede calcular la luminancia desde la iluminancia. Es una magnitud que trata de la luz que reflejan las superficies y los objetos, dependiendo no solo de la fuente principal de luz sino también del color y la reflectividad (propiedad que tiene un objeto de reflejar parte del flujo luminoso) de las diferentes superficies.

Por lo tanto, la luminancia es lo que se conoce cotidianamente como el brillo, que es en realidad una percepción subjetiva de la luminancia, ya que nos expresa si vemos con "más o menos luz".

Según Páramo (2003) la ecuación para obtener la luminancia sería de la siguiente manera:

$$L = I / (s \cos \alpha)$$

Donde:

L = luminancia

I = intensidad

s = superficie aparente de la fuente

α = ángulo entre el área de la superficie y la dirección de observación

2.3 Propiedades de la luz

Determinadas cualidades de luz pueden generar condiciones de percepción diferentes y de esta manera influenciar la percepción visual del hombre. La iluminancia juega un papel importante, pero así también la distribución y la orientación de la luz, la limitación del deslumbramiento o la calidad de color de la iluminación. Existen normativas en los diferentes países de cómo un lugar debe iluminarse para desarrollar determinada tarea de forma óptima. Pero no se tienen en cuenta las necesidades arquitectónicas y psicológicas de un entorno visual.

Ganslandt y Hofmann (1992) expresan que lo fundamental para una iluminación es la cantidad de luz que puede estar disponible para desarrollar una determinada tarea visual. El alumbrado artificial actual, nos permite controlar los límites de la iluminancia y luminancia para generar un ambiente óptimo para determinadas situaciones.

La actuación visual, se entiende como la capacidad de percibir objetos y detalles visuales con un escaso contraste hacia el entorno. Entonces, la actuación visual aumentaría proporcionalmente con el aumento de la iluminancia, es decir, que mientras más niveles de iluminación mejor actuación visual. Sin embargo, una iluminancia de 1000 lux produciría deslumbramiento, por lo que iría disminuyendo la actuación visual. Con tareas complicadas se necesitan iluminancias altas. Con 20 lux, que representan un límite inferior, solo se puede distinguir la fisonomía de las personas. Para trabajos sencillos se necesitan por lo menos 200 lux, mientras que tareas complicadas requerirían hasta 2000 lux y casos como cirugías 10000 lux. En los puestos de trabajo la iluminancia se encuentra entre 1000 y 2000 lux. (Ganslandt y Hofmann 1992)

La percepción visual permite al hombre informarse del mundo que lo rodea influenciada por tres factores: Luz, objeto y sujeto percibido. Ganslandt y Hofmann (1992) sostienen que limitarse a la información de las iluminancias es insuficiente para pronosticar efectos visuales, ya que no es lo que las personas perciben directamente como la luminancia. La luminancia forma parte de lo que los objetos reflejan, lo que llega a nuestro ojos, la luz percibida. Pero también “juegan un papel importante las leyes de configuración, fenómenos de constancia, actitudes expectativas y el contenido informativo de lo percibido” (Ganslandt y Hofmann, 1992,p.76). El objetivo de la percepción es obtener información del entorno. No es tanto como las luminancias irradian objetos sino la información de las condiciones de estos objetos y la situación de iluminación en el momento en que se perciben.

2.3.1 Conducción de la luz.

En la construcción de un alumbrado artificial, se pueden aprovechar los fenómenos ópticos como medio de conducción de la luz, de algunos como la reflexión, como propiedad para generar una luz difusa, reflejando una parte del flujo en el techo, por ejemplo. Estos fenómenos ópticos se los definen de la siguiente manera:

Reflexión: que se da en el caso de las superficies lisas cuando el rayo de luz incide direccionado de tal forma que el ángulo de incidencia y reflexión son iguales, produciendo que la luz es rechazada por la materia. Monroy (2006) sostiene que en las superficies especulares –perteneciente o relativo a un espejo- remite en la misma dirección y que las superficies difusas o rugosas disparan los rayos en diferentes direcciones.

Transmisión: La luz puede propagarse sin variar la dirección cuando estamos ante un material transparente, o puede descomponerse en diversas direcciones cuando estamos frente a cuerpos traslúcidos que transmiten luz pero no imágenes. Estos últimos, Monroy (2006) los clasifica como materiales opalinos.

Absorción: La luz que incide sobre un cuerpo es absorbido total o parcialmente según la absorbencia (grado o capacidad de absorción) del material. Para Ganslandt y Hofmann (1992), este fenómeno, y propiedad de algunos materiales, no es deseado debido a que destruye la incidencia de luz, reduciendo el rendimiento de la luminaria.

Según Páramo(2003), por la ley de conservación de energía, podemos establecer que:

$$\Phi_i = \Phi_p + \Phi_t + \Phi_a$$

Donde:

Φ_i = flujo luminoso incidente (lm)

Φ_p = flujo luminoso reflejado (lm)

Φ_t = flujo luminoso transmitido (lm)

Φ_a = flujo luminoso absorbido (lm)

En la tabla nº 1, se pueden observar valores típicos de factores para determinados materiales iluminados por luz blanca. Esta tabla fue obtenida del Manual de luminotecnia de Ramón San Martín Páramo (2003). Estos valores aproximados son importantes a tener en cuenta a la hora de elegir materiales para un lugar (oficina), o en otro caso, obtener información acerca del ambiente donde se instaló un determinado un sistema de iluminación. Es decir, que se podrá saber el flujo incidente a partir de la ecuación anterior suplantando los valores que aporta esta tabla.

Tabla nº 1 Valores típicos de factores para determinados materiales

| Material | Factor de reflexión P | Factor de Transmisión T | Factor de absorción a | Efecto resultante | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| Superficies pintadas | | | | | |
| Amarillo | 0.5 | 0 | 0.5 | Reflexión difusa | |
| Beige | 0.5 | | 0.55 | | |
| Marrón | 0.25 | | 0.75 | | |
| Rojo | 0.2 | | 0.8 | | |
| Verde | 0.3 | | 0.7 | | |
| Azul | 0.2 | | 0.8 | | |
| Gris | 0.35 | | 0.65 | | |
| Blanco | 0.7 | | 0.3 | | |
| Negro | 0.04 | | 0.96 | | Reflexión semidirigida |
| Vidrios | | | | | |
| Opaco negro | 0.05 | 0 | 0.95 | Reflexión difusa | |
| Opaco blanco | 0.75 | | 0.25...0.20 | | |
| Transparente claro | 0.08 | 0.9 | 0.02 | Transmisión dirigida | |

| | | | | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| Mate al exterior | 0.07...0.20 | 0.87...0.63 | 0.06...0.17 | Transmisión semidirigida |
| Mate al interior | 0.06...0.16 | 0.89...0.16 | 0.89...0.77 | |
| Opal blanco | 0.30...0.55 | 0.66...0.36 | 0.04...0.08 | Transmisión difusa. |
| Opal rojo | 0.04...0.05 | 0.04...0.02 | 0.92...0.93 | |
| Opal naranja | 0.05...0.08 | 0.10...0.06 | 0.85...0.86 | |
| Opal amarillo | 0.25...0.30 | 0.20...0.12 | 0.55...0.58 | |
| Opal verde | 0.08...0.10 | 0.09...0.03 | 0.82...0.87 | |
| Opal azul | 0.08...0.10 | 0.10...0.03 | 0.82...0.87 | |
| Papel blanco | 0.5 | 0.10...0.20 | 0.30...0.10 | Reflexión y transmisión difusa |

2.3.2 Luz difusa y dirigida

Difusa y dirigida es una de las cualidades más importantes de una fuente. Uno de los mejores ejemplos para diferenciar ambas es con la luz natural del sol. Con cielo despejado tenemos luz dirigida, con fuertes sombras; un día nublado, la luz es difusa y genera una iluminación uniforme casi sin sombras.

La iluminación difusa, generalmente tiene la mitad del flujo luminoso dirigido hacia abajo y la otra hacia el techo, permitiendo que ésta se refleje luego a la superficie iluminada. Esta iluminación reduce el peligro de deslumbramiento (Páramo, 2003).

Para Ganslandt y Hofmann (1992) sobre todo en interiores, la luz difusa refleja. Al reflejarse crea una iluminación uniforme y suave, que da luminosidad y claridad al espacio, sin sombras.

La luz dirigida, en cambio, genera sombras sobre cuerpo y reflejos sobre objetos brillantes, por lo que se correría peligro de deslumbramiento. Pero si se quiere resaltar objetos o detalles, es una de las mejores opciones. Todo depende de lo que se quiera generar en el ambiente. Es importante tener en cuenta estas cualidades para poder controlarlas, elegir y hasta combinarlas en un espacio de trabajo. La modelación de los objetos, es algo importante que solo a veces se puede generar con una luz dirigida, para conocer el espacio y cómo los objetos están situados en él. Ganslandt y Hofmann(1992) ponen como ejemplo una esfera, que en un ambiente de luz difusa y uniforme costaría reconocer su cuerpo tridimensional. En cambio, con luz dirigida se producirían sombras que nos aportarían información sobre la posición de un objeto en el espacio. "Una iluminación con partes equilibradas de luz difusa y dirigida proporciona visibilidad de todo el entorno y posibilita al mismo tiempo una percepción espacial y viva de los objetos" (Ganslandt y Hofmann,1992, p. 78).

2.3.3 Modelación

La modelación es importante, debido que, como se menciona anteriormente, permite tener un idea del espacio y de la interacción de los objetos en este entorno.

"La tridimensionalidad abarca diferentes áreas individuales, desde la extensión del espacio a nuestro alrededor, por la situación y orientación de los objetos en el espacio, hasta su forma espacial y estructura de la superficie" (Ganslandt y Hofmann,1992,p. 78).

La modelación o tridimensionalidad se puede obtener gracias a el efecto que produce la luz dirigida. Si se imagina una esfera iluminada con luz difusa, solo se vería la forma de un círculo. Gracias a la creación de sombras proyectadas por la direccionalidad de la luz es que el ojo puede apreciar un volumen, un espacio, un objeto. Para Ganslandt y Hofmann (1992) es regla general disponer en un lugar tanto de luz dirigida como de luz difusa, para proporcionar visibilidad del entorno y al mismo tiempo una percepción espacial y viva de los objetos.

2.3.4 El brillo

El brillo también es una de las características que nos brinda la luz dirigida. Estos se producen por la reflexión o refracción y dependen de la luminancia de cada fuente de luz. El brillo obtiene su afectividad psicológica, el de llamar la atención hacia un punto.

Para Ganslandt y Hofmann (1992) el brillo permite revalorizar un objeto, obtener información sobre su superficie, percibir el brillo como algo agradable. Pero hay otras situaciones donde el brillo se percibe como algo molesto, ya que no tiene un rol informativo. Por ejemplo, los lugares de trabajos, donde se utilizan folios transparentes, papeles o superficies brillantes (blancos), como es el caso de las oficinas, el brillo puede causar deslumbramiento.

2.3.5 Deslumbramiento

Se denomina "deslumbramiento tanto a la disminución objetiva de la actuación visual como la alteración subjetiva de la visión debido a la aparición de altas luminancias o altos contrastes de luminancias en el campo visual" (Ganslandt y Hofmann, 1992, p. 79). Es decir que el deslumbramiento es el producto de la llegada excesiva de brillo a los ojos de la persona.

Para Ganslandt y Hofmann (1992) es importante resaltar dos tipos de deslumbramientos. Por un lado tenemos el Fisiológico que produce la disminución objetiva de la actuación visual. Con esto se refiere a que en el ojo la luz de una fuente deslumbrante recubre la gama de luminancias de la verdadera tarea visual y empeora su perceptibilidad.

Por otro lado, los autores Ganslandt y Hofmann (1992) remarcan la existencia del deslumbramiento psicológico. Este sucede cuando no se produce una disminución objetiva de la actuación visual sino que, mas bien, se genera una sensación de perturbación que es subjetiva. Al igual que un ruido sonoro molesto, la fuente de luz con altas luminancias produce un ruido óptico que desvía la atención de la tarea visual, y perturba la visión.

Debido a que el ojo humano se adapta constantemente a los diferentes niveles de luminancias, a las distintas tareas visuales y fuentes de luces, se produce un sobrecarga en el mismo que resulta molesta y algunas veces dolorosa.

García Sanz (s.f.) describe dos tipos de deslumbramientos:

Directo: producido cuando la luminancia de los objetos del entorno es excesiva en relación con la luminancia general existente en el entorno.

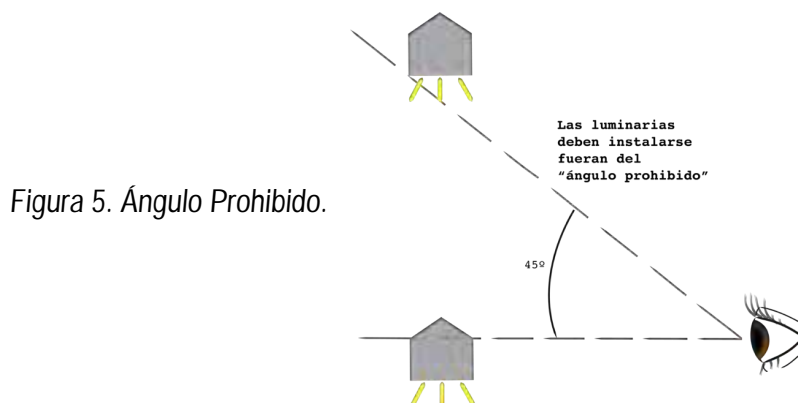
Reflejado: cuando las fuentes de luz se reflejan en superficies pulidas.

En cualquier de estos casos, García Sanz (s.f.) diferencia dos formas de deslumbramientos, que habitualmente se presentan juntos. El primero es el Deslumbramiento Perturbador que produce una reducción de la percepción del contraste de luminancias y por consecuencia la disminución de la tarea visual. La percepción del contraste no es mas que una variación de luminancias, lo que permite diferenciar un objeto de su fondo. Este tipo de deslumbramiento perturbador es el que Ganslant y Hofmann nombran como Fisiológico. Cuando ocurre esto, el ojo genera un mecanismo de adaptación a la luminancia a la cual está presente, resultándole imposible percibir el contraste de una tarea más oscura. También el ojo puede generar un mecanismo de velo que “se debe a la dispersión de la luz en la córnea, cristalino y demás medios intraoculares. La luz dispersa se proyecta sobre la retina de manera uniforme (como un velo de luz) reduciendo la sensibilidad al contraste” (García Sanz,s.f., p. 18)

Por otro lado, García Sanz (s.f.) nombra el deslumbramiento molesto, cuyo efecto es el de producir una situación con discomfort visual, que va aumentando con el tiempo, generando la fatiga visual. Este tipo de deslumbramientos son mas habituales en las oficinas y son producidas por fuentes luminosas que se encuentran dentro del campo visual.

La superintendencia de riesgo del trabajo, en su guía práctica sobre la iluminación en el ambiente laboral, establece que “los factores esenciales en las condiciones que afectan a la visión son la distribución de la luz y el contraste de luminancias” (p.6). Esto quiere decir que es de importancia tener una buena iluminación general en lugar de una localizada para evitar deslumbramientos (más adelante se desarrolla los sistemas de iluminación).

Se debe evitar la instalación de lámparas fuera del ángulo de 45 grados como se observa en la figura 5:



2.4 Leyes fundamentales de luminotecnia

La luminotecnia es la ciencia que estudia el comportamiento físico de la luz para su posterior utilización y control en los espacios a iluminar. A continuación, se va a desarrollar las leyes a tener en cuenta a la hora de medir o realizar cálculos sobre la iluminación de un lugar.

2.4.1 Ley de la inversa del cuadrado de la distancia.

Esta ley, sostiene Cortez (2010), expresa que para una misma fuente luminosa, las iluminancias (E) en diferentes superficies situadas perpendicularmente a la dirección de la radiación son directamente proporcional a la intensidad del foco, e inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia. En la siguiente imagen (fig. 6) se puede observar esta ley.

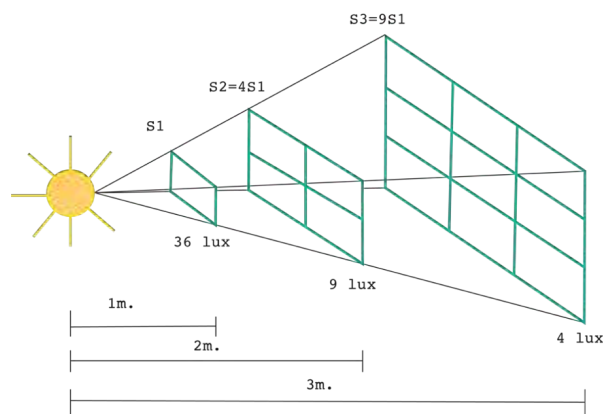


Fig. 6 Ley de la inversa del cuadrado de la distancia

En otras palabras, mientras la superficie está más alejada de la fuente de luz, la intensidad que llegará disminuirá de forma inversa al cuadrado de la distancia donde se origina la energía. En el ejemplo anterior, mientras se aumenta la distancia, a 2 metros disminuye la iluminancia E de 36 lux a 9 lux y aumenta la superficie iluminada 4 veces la superficie 1, por lo que:

$$E = I/d^2$$

E= Iluminancia

I= Intensidad

d^2 = distancia al cuadrado.

$$I/d^2 = 36/2^2 = 9\text{lux}$$

Esta ley se cumple tanto para la luz como el sonido, siempre que se trate de una fuente puntual y las superficies donde recae el flujo luminoso sean perpendiculares al mismo.

2.4.2 Ley del coseno

En el caso que una luminaria esté inclinada en un ángulo en relación a la superficie iluminada, Páramo (2003) sostiene que la iluminancia producida en una superficie inclinada en un ángulo respecto a la perpendicular de la dirección de radiación varía proporcionalmente al coseno de dicho ángulo.

$$E = I \cdot d^2 \cdot \cos \alpha$$

Donde: E = iluminancia
 I = intensidad
 d = distancia
 α = ángulo

La ley del coseno es también conocida como una generalización del teorema de Pitágoras. Por lo tanto, lo que se debe entender es que para encontrar un lado se debe elevar al cuadrado los otros dos lados (por lo que es importante contar con esta información), menos el producto de ambas variables por el coseno del ángulo que es opuesto al lado que deseamos encontrar. Por lo tanto:

$$f^2 = d^2 + e^2 - 2 \cdot d \cdot e \cdot \cos B$$

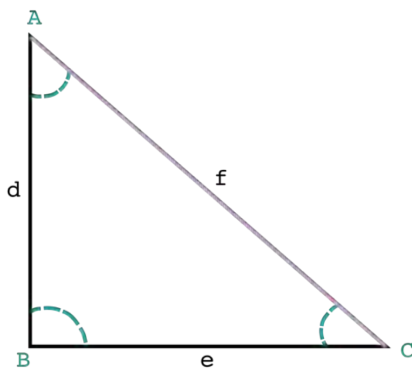


Fig. 7. Teorema de Pitágoras

Donde f sería el lado que se quiere conocer, d y e los lados conocidos, y B el ángulo opuesto del lado que se quiere conocer. Una vez que se conoce los lados, se puede obtener información acerca de los ángulos. Si se despeja la siguiente ecuación:

$$e^2 = d^2 + f^2 - 2 \cdot d \cdot f \cdot \cos A$$

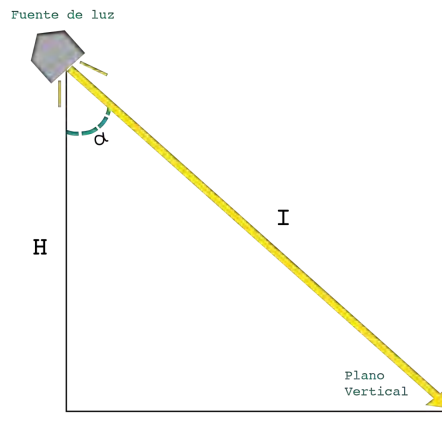
para hallar el ángulo A:

$$\cos A = (e^2 - f^2 - d^2) / (-2 \cdot d \cdot f)$$

Obteniendo estos datos, se puede proceder a utilizar la primera ecuación para hallar la iluminancia en una superficie. En los siguientes gráficos se puede observar otra forma de obtener la iluminancia en plano horizontal y vertical.

$$E_{ph} = I / H^2 \cdot \cos \alpha$$

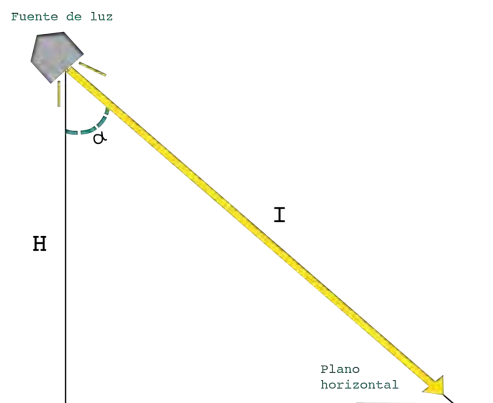
Fig 8. Iluminancia plano horizontal



donde : I es la intensidad de la lámpara
 H es la distancia entre el plano horizontal y la lámpara.
 α es el ángulo existente entre H y la direccionalidad de la lámpara.

$$E_{pv} = I/H^2 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha$$

Fig. 9 Iluminancia plano vertical



Esta ecuación es similar a la anterior con la diferencia de multiplicar por el seno del ángulo para obtener la iluminancia de un plano vertical.

2.5 Sistemas de iluminación

Dependiendo de las demandas de cada actividad será la elección de un sistema de alumbrado a la hora de generar un diseño. Esto es consecuencia de la dificultad de las actividades, teniendo en cuenta la

necesidad visual. Además, no se debe dejar de lado las exigencias emocionales de las personas, ya que una iluminación pensada en estas necesidades aumentan su sensación de bienestar, de ánimo, de atención y seguridad.

Castro Silva (2009) menciona que cualquiera de los siguientes sistemas de iluminación pueden ser aplicados a oficinas, teniendo en cuentas las necesidades de cada lugar, y la actividad que se va a llevar a cabo en el lugar, "con el fin de lograr los objetivos de confort, eficiencia, viabilidad arquitectónica y costo" (Castro Silva, 2009, p.20).

Este autor los clasifica de la siguiente manera:

Iluminación directa: donde el 90% y 100% de la intensidad de la luz se dirige hacia el área que se quiere iluminar. Mas allá de que es un eficaz productor de luz en la zona de trabajo, genera sombras duras, y existe el peligro de deslumbramiento. El brillo directo y reflejado "pueden ser satisfactorios a causa de la alta diferencia de luminancia entre la fuente, techo y partes altas de las paredes mas oscuras." (Castro Silva, 2009, p.20) La luz generalmente procede de lámparas empotradas en el techo, de pared a pared, dirigidas hacia abajo por rejillas o materiales refractantes.

Iluminación semidirecta: siguiendo con porcentajes, el 60% al 90% del flujo es dirigido directamente a la superficie, y la otra parte llega de forma reflejada. Para Castro Silva (2009) las sombras generadas no son tan duras como las anteriores, reduciendo el peligro de deslumbramiento. Este tipo de iluminación, se puede obtener colocando materiales difusores a las lámparas, para reducir el rendimiento luminoso de la instalación, pero consiguiendo un efecto mas agradable a la vista.

Iluminación difusa: Según lo desarrollado por Castro Silva (2009) la mitad del flujo luminoso de este tipo de iluminación se dirige hacia abajo y la otra hacia el techo, por lo que llega a la superficie a iluminar luego de reflejarse en techos y paredes. Se eliminan las sombras y se reduce el nivel de deslumbramiento .

Iluminación semidifusa: Este tipo de iluminación dirige del 10% al 40% de flujo luminoso hacia la superficie a iluminar, y la mayor parte de "dicho flujo luminoso se envía hacia el techo, donde se refleja para llegar finalmente a la superficie que ha de iluminar" (Castro Silva, 2009, p.21). Es importante subrayar que en este tipo de iluminación el rendimiento es bajo, debido a las sucesivas reflexiones que sufre el flujo luminoso antes de llegar a la superficie, por lo que parte es absorbido por techos y paredes. Para ello es necesario tener paredes y techos pintados de colores claros.

Iluminación indirecta: el 90% del flujo luminoso se dirige hacia el techo. Como ocurre con la iluminación anterior, los techos y paredes de estos locales deben ser de colores claros y, además, habría que instalar más potencia luminosa para obtener una iluminación medianamente aceptable (Castro Silva, 2009).

En la siguiente tabla (nº2), referida a los diseños de interiores descrita por el Ingeniero Mario Raitelli, se puede observar una variable diferente de clasificar sistema de alumbrados y sus características aproximadas para tener en cuenta al momento de hacer una selección de acuerdo a la necesidad, o una discriminación del sistema cuando ya está funcionando.

Los datos que aporta esta tabla descriptiva permite, sobre todo, conocer aquellos efectos visuales que se generan a partir del tipo de sistema de alumbrado que está instalado o se está por instalar.

Tabla N°2 Sistemas de alumbrados y sus características y efectos visuales.

| Sistema de alumbrado | Disposición de luminarias | Características Luminotécnicas | Efectos visuales sobre el espacio | Efectos visuales sobre personas y objetos | Coordinación con ubicación de áreas de trabajo | Consumo energético |
|--------------------------------------|---|---|--|--|---|--|
| <i>General - directo o indirecto</i> | Uniforme | Altos niveles de iluminancia en todo el espacio. Excelente uniformidad. Reducción de contrastes y brillos. Se minimiza la proyección de sombras | Produce sensación de amplitud y orden. Crea atmósfera de monotonía y condiciones propicias para trabajos que requieren de alta concentración | Modelados blandos. Aplana texturas. Oculta detalles. Minimiza efectos de reflejos especulares. Apaga intensidad de los colores | No requiere | Elevado. No permite reducción individual de los niveles de iluminación |
| <i>Localizado</i> | Irregular | Altos niveles de iluminancia solo en áreas de interés. Uniformidad general baja. Contrastes realzados. Puede causar importantes proyecciones de sombras | Produce sensación de reducción del espacio. Puede crear atmósferas dramáticas, estimulantes y distractoras. | Modelados duros. Realza textura y detalles, los colores resultan más intensos. Ideal para crear efectos luminosos | Muy importante | Reducido. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente |
| <i>General y localizado</i> | Uniforme (general) e irregular (localizado) | Iluminancia general reducida respecto de áreas de trabajo. Uniformidad general baja. Contrastes realzados. Puede causar importante proyección de sombras. | Un balance adecuado puede compensar la sensación de reducción del espacio y crear condiciones propicias para el trabajo. | Con un balance adecuado el modelado resulta casi natural. Buena apariencia de textura y detalles | Muy importante solo para el sistema de alumbrado localizado | Intermedio entre alumbrado general y localizado. Adecuado para controlar niveles de iluminación individualmente sin afectar el resto de la instalación |

| | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|--|
| <i>modularizado</i> | Uniforme por sectores | Iluminancia media elevada. Uniformidad excelente. Reducidos contrastes y proyección de sombra. | Ídem a alumbrado general. | Ídem a alumbrado general | Importante para determinar el arreglo de luminarias | Elevado. Requiere sectorización de los circuitos. Permite reducción de los niveles de iluminación por sectores |
|---------------------|-----------------------|--|---------------------------|--------------------------|---|--|

2.6 Color

2.6.1 Espectro electromagnético

La visión no solo se basa en diferenciar niveles de iluminación, claro-oscuro, contrastes. Por un lado, nuestro sistema visual está capacitado para distinguir las tonalidades que forman parte de nuestro ambiente: una taza amarilla, una carpeta gris claro, un escritorio marrón. La iluminación, en este caso, debe cumplir la función de reproducir estos colores fielmente. Por otro lado, el ojo puede percibir el color que emiten las fuentes mediante el efecto que se genera visualmente en un lugar, obteniendo lugares que nos pueden parecer más íntimos y cálidos, más fríos y espaciosos, más llamativos y coloridos.

La luz termina siendo solo una parte de un espectro electromagnético (espectro visible). “La región visible del espectro electromagnético se extiende desde 400 nanómetros (nm) para la luz violeta hasta aproximadamente 700 nm para la luz roja. Otras unidades antiguas son el millimicron (mU) que es igual al nanómetro y el angstrom (A) que es igual a 0.1 nm” (Paul Tippens, 2011, p.648)

Según Monroy (2006) el ojo humano es capaz de distinguir longitudes de onda del espectro como colores. En orden de longitudes de onda creciente los colores del espectro son: violeta (450nm), azul (480nm), verde (520nm), amarillo (580nm), anaranjado (600nm) y rojo (640nm). Luego se encuentran las regiones de ondas infrarrojas con longitudes de onda más grandes y las ultravioletas con longitudes más cortas que la luz visible.

Monroy (2006) especifica, además, que cuando la distribución de energía en cada longitud de onda es similar a la luz solar, esta se percibe como luz blanca. Las luces monocromáticas solo presentan una única longitud de onda, mientras que las térmicas emiten radiación en todas las longitudes del rango visible, por lo que presenta un espectro continuo, como en la figura 10a. Algunas fuentes de luz de descarga emiten sólo algunas longitudes de onda, por lo que se denominan de espectro discontinuo (figura 10b)

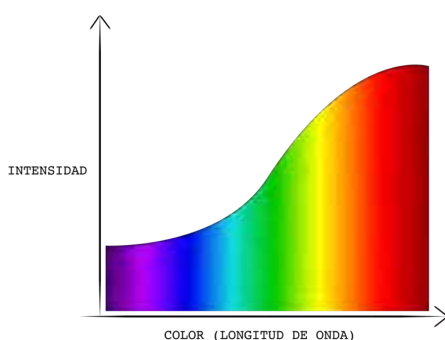
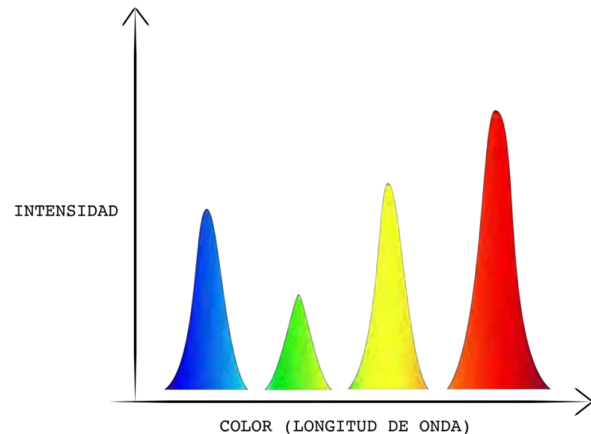


Fig. 10a. Espectro continuo (Luz incandescente)

La tonalidad de color del espectro continuo de una luz la determina su Temperatura de color TC (°K), correspondiendo a la luz de día una $T_c = 5500$ °K. Esto último es importante a la hora de saber qué es lo que se quiere generar en un lugar, en relación a lo que se percibe con una determinada tonalidad de color o temperatura de la luz.

Fig. 10b Espectro discontinuo (luz de descarga)



2.6.2 Cualidades del color.

Según Caminos (2001), se pueden diferenciar tres aspectos o cualidades que diferencian a los distintos colores. Primero encontramos al Tono, que corresponde al concepto físico de longitud de onda, y con esto se hace referencia a que cuando se habla de color amarillo se corresponde al tono con una longitud de onda de 570 nm.

Por otro lado, está la Intensidad, que representa la fuerza con la que nuestro ojo percibe el color, sin tener en cuenta el tono, porque lo que se trata de una cualidad subjetiva. El blanco es el más intenso y el negro el menos intenso.

Por último, Caminos (2001) describe la Saturación, que es aquella cualidad que depende de la cantidad de blanco que contiene un color. Cuando un color está completamente saturado es cuando no contiene blanco. A medida que se agrega, se irán consiguiendo diferentes matices hasta que se pierde la calidad en cuanto a color.

Entonces, en resumen, el color puede diferenciar según el tono, es decir, por ejemplo, amarillo de 570 nm o un rojo de 680 nm; según la intensidad, algo subjetivo como decir que un rojo es más intenso que un azul, y por último según la saturación, un rojo más claro que otro.

2.6.3 Temperatura del color.

Otro aspecto importante de la iluminación es la impresión de color que se tiene sobre un manantial luminoso, llamada temperatura del color. "Temperatura de color de un manantial es la temperatura absoluta a la que un cuerpo negro emitirá un flujo luminoso que provocará la misma impresión de considerado" (Caminos, 2011, p.85)

A continuación se observa una tabla donde se pueden ver ejemplos de tipos de fuentes de iluminación y su respectiva temperatura de color.

Tabla N° 3 Fuentes y su temperatura a color.

| Grados Kelvin | Tipo de fuente de luz |
|---------------|----------------------------------|
| 1700-1800 K | llama de fósforo |
| 1859-1930 K | Llama de vela |
| 2000-2300 k | Sol: al amanecer o atardecer |
| 2500-2900 K | bombillas domesticas de tugsteno |
| 3000 K | Lámpara de tugsteno 500W-1K |
| 3200-3500K | Luces de cuarzo. |
| 3200 -7500 K | luces fluorescentes |
| 3275 K | Lámpara de Tugsteno de 2K |
| 3380 K | Lámpara de Tugsteno de 5K, 10 K |
| 5000-5400 K | Sol: directo al mediodía |
| 5500-6500K | Luz de día (sol+cielo) |
| 5500-6500K | Sol: a través de nubes |
| 6000-7500K | Cielo: nublado |
| 6500K | Monitor RGB |
| 7000-8000K | Áreas exteriores con sombra |
| 8000-10000K | Cielo: parcialmente nublado |

La temperatura de color es una medida que se especifica en las lámparas y se refiere a la tonalidad de la luz que emite la fuente. Esto es un aspecto relevante a la hora de tomar una decisión con respecto a la elección de las fuentes luminosas, ya que depende de la atmósfera que se quiera lograr. Como se describió en un estado de arte, sobre una investigación de PHILLIPS acerca del sistema SCHOOL VISION, las temperaturas de color frías o neutras ofrecen un ambiente de concentración y aumenta la energía de las personas, en contraposición, las temperaturas de color cálidas generan un ambiente de calma.

Caminos (2011) denomina a las "luces frías" como aquellas que se perciben como blancas y brillantes o azuladas, con una temperatura arriba de los 3600K (grados Kelvin). Generalmente, este tipo de luminarias se utiliza en alumbrados para industrias, oficinas, hospitales, etc. Las fuentes que se perciben como rojizas o amarillentas tienen una temperatura por debajo de los 3400K, y son las denominadas "luces cálidas". Estas son utilizadas en ambientes de hospitalidad y confort, como en el hogar, en los restaurantes, etc.

Al mismo tiempo, se pueden distinguir aquellas luminarias con una temperatura de color de 3500K, llamadas luces neutras, y que comúnmente se utilizan en lugares de trabajo (oficinas, salas de conferencias, bibliotecas, escuelas).

Ganslandt y Hofmann (1992), establecen que en la práctica se produce una clasificación más ordinaria en los colores de luz blanco cálido, blanco neutral y blanco luz diurna. El color de la luz de una lámpara influye en la reproducción de colores. Estos autores expresan que las lámparas blanco cálidas acentúan áreas

espectrales de rojo y amarillo, mientras que bajo la luz blanca diurna se destacan los colores azules y verdes (fríos). Subjetivamente, "se perciben como agradables los colores de luz más fríos con altas iluminancias e iluminación difusa (comparable con la luz celeste), los colores de luz cálida más bien con escasas iluminancia y luz dirigida (comparada con la luz de una vela)"(Ganslandt y Hofmann, 1992, p 128),

2.6.4 índice de rendimiento de color o reproducción cromática

Caminos (2011) desarrolla al índice de rendimiento de color (CRI) como la capacidad que tiene una lámpara para reproducir los colores de los objetos, factor importante a tener en cuenta para la iluminación de un lugar. El CRI se mide en escala de 0 a 100, donde 100 indica la reproducción de todos los colores fielmente. Las personas y objetos que se ven iluminados bajo una luminaria con un CRI alto (>85) se ven más naturales, y el nivel de iluminación se percibe como mayor.

Para Ganslandt y Hofmann (1992), el color también se produce mediante la cualidad de numerosas sustancias que absorben determinadas zonas espectrales y modifican la composición espectral de la luz reflejada por ellas.

"El color de los objetos iluminados resulta de la coincidencia de la luz y cuerpo, es decir, de la composición de la luz que incide sobre un cuerpo y la propiedad del mismo de absorber determinadas partes de esa luz y solo reflejar las restantes áreas de frecuencia". (Ganslandt y Hofmann, 1992, p84). Estos autores definen a la reproducción cromática como el grado de alteración que se produce en el efecto cromático de objetos por la iluminación de una fuente de luz frente a la iluminación con una fuente de referencia.

Como se nombra anteriormente, el índice máximo de 100 significa una reproducción cromática ideal. Luego existe otra clasificación del CRI en cuatro categorías según DIN (Instituto de normalización alemán), de acuerdo a las exigencias mínimas para la reproducción cromática en puestos de trabajos. La categoría de reproducción cromática 1 se exige para las tareas que implican un juicio sobre colores, Ganslandt y Hofmann (1992) dicen que en la iluminación de interiores, como oficinas y puestos de trabajo industriales con elevadas tareas visuales se exige al menos la categoría de reproducción cromática 2. La categoría 3 es suficiente para puestos de trabajo con tareas visuales fáciles.

Entonces, es importante diferenciar en las luminarias el índice de rendimiento cromático CRI para saber si cumple con la clasificación según DIN, para espacios de oficina, lo que permitirá una reproducción de color ideal y fiel, generando un ambiente confortable de trabajo.

2.7 Fuentes de luz

La luz visible solo pertenece a una parte del espectro electromagnético, que el ojo humano aprovecha para informarse acerca de su entorno. Se percibe a través de los rayos de luz que irradian o reflejan los cuerpos, para informarnos acerca de su existencia, sus cualidades, hasta de los colores de los cuerpos. Ganslandt y Hofmann (1992) expresan que el ojo humano se ha adaptado a la única fuente de luz de la que dispuso millones de años: el sol.

La primera fuente de luz artificial fue la llama luminiscente de fuego, donde partículas de carbono producían una luz que disponía de un espectro continuado. Luego, durante mucho tiempo, la producción de la

luz se basó en este principio, y así surgieron las antorchas, la candela y la lámpara de aceite, hasta la luz de gas.

Ganslandt y Hofmann (1992) mencionan que durante los años treinta del siglo XX se había sustituido por completo las lámparas de gas por un surtido de alumbrantes eléctricos, sobre cuyos sistemas de funcionamiento se basan las luminarias modernas. Los autores sostienen que las fuentes de luz eléctricas se pueden dividir en dos grupos que se distinguen por diversos procedimientos para convertir la energía en luz. El primero lo constituyen los radiadores térmicos, que abarcan lámparas incandescentes y halógenas-incandescentes. El segundo grupo lo constituyen las lámparas de descarga y abarca un amplio espectro de fuentes: lámparas fluorescentes, de descarga de vapor de mercurio o de sodio, halogenuros metálicos. A continuación, un cuadro de fuentes de luces más conocidas.

Tabla N° 4 Fuentes de luces y sus características.

| Fuentes | Funcionamiento | Temperatura | Espectro |
|--------------------------------|--|--|--|
| Lámpara incandescente | Filamento de metal que cuando comienza a calentarse por corriente eléctrica se vuelve incandescente. La incandescencia roja del filamento se transforma en la luz color blanco cálido | 3000K - más cálida que luz diurna | Continuado - Excelente reproducción cromática. |
| Lámpara Halógena incandescente | Para evitar la pérdida de material del filamento se adhieren halogenuro metálicos | 3000 a 3300K Blanco cálido | Continuado - excelente reproducción cromática |
| Lámparas de descarga | La luz se produce por la excitación de gases o vapores metálicos. Se produce tensión entre dos electrodos en un tubo de descarga llenado de vapores metálicos, originando una corriente de electrones. Estos últimos chocan con átomos de gas, que genera la emisión de radiación. | > 3650K . Varía de acuerdo al llenado de la lámpara. | Discontinuo. Líneas espectrales |

| | | | |
|--|---|--|---|
| Lámparas fluorescentes | Lámpara de descarga que trabaja con vapor de mercurio. El interior del tubo está recubierto con una capa de sustancias emisoras, que transforman la radiación ultravioleta de la lámpara en luz visible. | de 5000k a 6000k (blanco cálido, neutro o frío) | Discontinuo con baja reproducción cromática |
| Lámparas de vapor de sodio de baja presión | Funcionan igual que las fluorescentes, solo que se estimula con sodio. Necesitan una alta tensión de encendido y una duración larga para el calentamiento y para alcanzar su máxima potencia. | Monocromática amarilla. | Mala calidad de reproducción cromática |
| Lámpara de vapor de mercurio de alta presión | Dispone de tubo de vidrio de cuarzo, con una mezcla de gas noble y mercurio. Cuando se evapora el mercurio por la descarga y se ha producido la suficiente sobrepresión por el calor, se llega a la propia descarga de alta presión | Blanco azulado | Reproducción cromática regular |
| Lámparas de vapor de sodio de alta presión | Funcionan igual que las de baja presión pero con la diferencia que se aumenta la presión del vapor para obtener un espectro más amplio | Amarillenta a blanco cálido | reproducción cromática de moderada a buena. |
| LEDs | Diodos emisores de luz | desde 2800k hasta 5000k. Luz día. | Discontinuo. |

2.8 Instalaciones de luminarias.

En el apartado anterior, se observó una discriminación de luminarias de acuerdo a los tipos de fuentes de luz artificial que se conocen hoy en día.

Otro tipo de clasificación importante para un diseño de iluminación es de acuerdo a su tipo de instalación: fija, orientables y estructuras luminosas.

Primeramente encontramos a las de instalación fija. Según Ganslandt y Hofmann (1992), estas se pueden ajustar a diferentes direcciones de luz, pero debido al montaje fijo la dirección de irradiación casi siempre está indicada. En esta primera distinción encontramos un subgrupo: las Downlight y las Uplight. Tal cual su nombre expresa, las primeras son aquellas que irradian el flujo principalmente hacia abajo. Como se observa en la figura nº11, habitualmente se montan en el techo, o pueden presentarse en versión de superficie y suspendidas. "En algunos tipos de Downlights se colocan adicionalmente rejillas de apantallamiento en el orificio del reflector, para proporcionar un menor deslumbramiento" (Ganslandt y Hofmann 1992, p. 94).

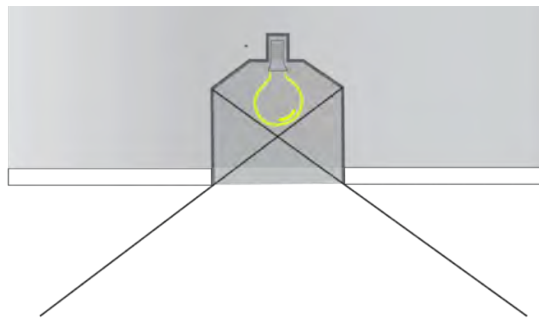


Fig. 11, Downlights empotrada en el techo.

Por otro lado se encuentran las Uplights que irradian luz hacia arriba. " Se pueden aplicar para iluminar el techo, para iluminación indirecta de un espacio mediante luz reflejada en el techo o para iluminar paredes por reflexión de luz...Se pueden instalar en el suelo o en la pared." (Ganslandt y Hofmann 1992, p.95).

Asimismo, existe un combinación de ambos Up-Downlights, y como es de esperar, proporcionan luz simultáneamente hacia el suelo y el techo. Estos pueden montarse en pared o estar suspendidos (Ganslandt y Hofmann, 1992).

Siguiendo con las instalaciones de tipo fija, también se pueden encontrar las luminarias de retícula. Según Ganslandt y Hofmann (1992) estas están construidas para fuente de luz lineales como las lámparas fluorescentes o fluorescentes compactas. "El nombre lo reciben por su recubrimiento, que puede componerse de rejillas antideslumbrantes que hacen una función de apantallamiento, de reflectores brillantes conductores de la luz o de rejillas prismáticas" (Ganslandt y Hofmann 1992 p.95). Su distribución es siempre horizontal, se utilizan para iluminar grandes superficies. Este tipo de instalaciones suelen observarse constantemente en lugares como las oficinas. Lo importante en este tipo de luminarias es manejar el deslumbramiento. En las formas más comunes, estas disponen de un rejilla de apantallamiento para limitar el ángulo de irradiación. La luminaria consigue un mayor rendimiento mediante reflectores conductores de luz, que pueden ser de material con alto brillo o mate. Las mate proporcionan una luminancia de techo uniforme, mientras que las otras pueden aparecer oscuras dentro del ángulo de apantallamiento, pero causar reflejos en el reflector.

Las luminarias de integración arquitectónica, utilizan elementos de la arquitectura como componente luminotécnico efectivo. Por ejemplo, están los techos luminosos, pozos de luz, iluminación de molduras que

reciben luz directa. Pero por regla general, son poco eficientes y difíciles de controlar, por lo que el papel que desempeñan es meramente decorativo y para destacar elementos arquitectónicos.

Por otro lado, se encuentran las luminarias desplazables. Tal como el nombre lo enuncia, se pueden montar en diferentes lugares, "aplicándolas principalmente en raíles electrificados o en estructuras luminosas" (Ganslandt y Hofmann 1992,p.102). La irradiación del flujo en este tipo de luminarias pueden tener diferentes direcciones ya que no son fijas ni tienen una posición definida. Los mas comunes son los proyectores. Según Ganslandt y Hofmann (1992), estos iluminan un área limitada, usándolos generalmente para acentuar objetos. Se pueden obtener con diferentes ángulos de irradiación. Algunos vienen equipados con lentes condensadores o Fresnel para variar este ángulo de irradiación. Además, se pueden aplicar diferentes elementos adicionales como filtros de color, infrarrojos, UV, elementos antideslumbrantes como las viseras, diafragma ranurado o rejillas.

Las estructuras luminosas en realidad se tratan de sistemas que integran luminarias de tipo fijas y orientables. Las orientables son aquellas que dan la posibilidad de controlar la direccionalidad de su flujo luminoso, hacia donde queremos que irradie. " Se componen de elementos tubulares o paneles, casi siempre suspendidos del techo" (Ganslandt y Hofmann 1992 p.104).

En resumen, las luminarias se pueden clasificar también de acuerdo al tipo de instalación. Por un lado, las fijas, y dentro de estas subgrupos (Dowlight, Uplight, de retícula) que son las más usuales de encontrar en espacios como las oficinas. Dentro de las instalaciones fijas, también están aquellas que acentúan molduras y detalles arquitectónicos, con un uso mayormente decorativo. Luego se pueden encontrar las instalaciones que son desplazables, como los proyectores con diferentes ángulos de irradiación pero puntuales y direccionales. Y por último, están las estructuras luminosas que, como su nombre lo dicen, son estructuras que integran diferentes luminarias (fijas o desplazables). El desarrollo de esta clasificación es de importancia en la investigación, ya que nos permitirá distinguir el tipo de instalación de luminarias existentes en la actualidad en las oficinas a estudiar, y concluir, su buena elección o no.

2.9 Ley argentina 19.587 de Higiene y Seguridad en el trabajo

Sancionada el 21 de abril de 1972, reglamentada por decreto N° 351/79, es una ley cuyo objetivo es proteger y preservar la vida de los trabajadores, disminuyendo los siniestros y enfermedades laborales, aislando los factores de riesgos. El anexo IV es el de interés, donde se plantean los niveles de iluminación requeridos de acuerdo al tipo de trabajo y espacio laboral. A continuación se transcribe el anexo IV de dicha ley con la información necesaria para este tipo de investigación en oficinas, (anexos 1 la ley completa).

ANEXO IV

Correspondiente a los artículos 71 a 84 de la Reglamentación aprobada por Decreto N° 351/79

CAPITULO 12 Iluminación y Color 1. Iluminación

1.1. La intensidad mínima de iluminación, medida sobre el plano de trabajo, ya sea éste horizontal, vertical u oblicuo, está establecida en la tabla 1, de acuerdo con la dificultad de la tarea visual y en la tabla 2, de acuerdo con el destino del local. Los valores indicados en la tabla 1, se usarán para estimar los requeridos para tareas que no han sido incluidas en la tabla 2.

1.2. Con el objeto de evitar diferencias de iluminancias causantes de incomodidad visual o deslumbramiento, se deberán mantener las relaciones máximas indicadas en la tabla 3. La tarea visual se sitúa en el centro del campo visual y abarca un cono cuyo ángulo de abertura es de un grado, estando el vértice del mismo en el ojo del trabajador.

1.3. Para asegurar una uniformidad razonable en la iluminancia de un local, se exigirá una relación no menor de 0,5 entre sus valores mínimo y medio.

$$E_{\text{mínima}} \geq (E_{\text{media}})/2$$

E = Exigencia

La iluminancia media se determinará efectuando la media aritmética de la iluminancia general considerada en todo el local, y la iluminancia mínima será el menor valor de iluminancia en las superficies de trabajo o en un plano horizontal a 0,80 m. del suelo. Este procedimiento no se aplicará a lugares de tránsito, de ingreso o egreso de personal o iluminación de emergencia.

TABLA 5 (1) Intensidad Media de Iluminación para Diversas Clases de Tarea Visual (Basada en Norma IRAM-AADL J 20-06)

| Clase de tarea visual | Iluminación sobre el plano de trabajo (lux) | Ejemplos de tareas visuales |
|--|---|--|
| Visión ocasional solamente | 100 | Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros. |
| Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes. | 100 a 300 100 de 156 | Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada. |
| Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos | 300 a 750 | Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo |
| Tareas severas y prolongadas y de poco contraste | 750 a 1500 | Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura. |
| Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste | 1500 a 3000 | Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina. |
| Tareas excepcionales, difíciles o importantes | 3000 | Trabajo fino de relojería y reparación |
| | 5000 a 10000 | Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía. |

TABLA 6 (2) Intensidad mínima de iluminación (Basada en norma IRAM-AADL J 20-06)

| Clase de tarea visual | Iluminación sobre el plano de trabajo (lux) | Ejemplos de tareas visuales |
|--|---|--|
| Visión ocasional solamente | 100 | Para permitir movimientos seguros por ej. en lugares de poco tránsito: Sala de calderas, depósito de materiales voluminosos y otros. |
| Tareas intermitentes ordinarias y fáciles, con contrastes fuertes. | 100 a 300 | Trabajos simples, intermitentes y mecánicos, inspección general y contado de partes de stock, colocación de maquinaria pesada. |
| | 100 de 156 | |
| Tarea moderadamente crítica y prolongadas, con detalles medianos | 300 a 750 | Trabajos medianos, mecánicos y manuales, inspección y montaje; trabajos comunes de oficina, tales como: lectura, escritura y archivo |
| Tareas severas y prolongadas y de poco contraste | 750 a 1500 | Trabajos finos, mecánicos y manuales, montajes e inspección; pintura extrafina, sopleteado, costura de ropa oscura. |
| Tareas muy severas y prolongadas, con detalles minuciosos o muy poco contraste | 1500 a 3000 | Montaje e inspección de mecanismos delicados, fabricación de herramientas y matrices; inspección con calibrador, trabajo de molienda fina. |
| Tareas excepcionales, difíciles o importantes | 3000 | Trabajo fino de relojería y reparación |
| | 5000 a 10000 | Casos especiales, como por ejemplo: iluminación del campo operatorio en una sala de cirugía. |

A partir de lo estipulado por la ley de HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, de acuerdo a la dificultad de la tarea visual, en este caso tareas moderadamente críticas y prolongadas, con detalles medianos, como lo son las de las oficinas (lectura, escritura, archivo) el nivel de iluminación puede variar entre 300 y 750 lx. Por otro lado, de acuerdo al tipo de local, en este caso, Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operaciones bursátiles, lectura de reproducciones, bosquejos rápidos sería un mínimo de 500 lx y Trabajos especiales de oficina, por ejemplo sistema de computación de datos, el nivel mínimo de iluminación sería 750 lx.

2.9.1 Protocolo para la medición de la iluminación en ambiente laboral de Argentina

Este protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral establecido por la SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO es de uso obligatorio para aquellos que deban medir el nivel de iluminación conforme con las previsiones de la ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y normas reglamentarias.

El protocolo establece que los datos de los valores de medición de la iluminación en el ambiente laboral tendrán una validez de DOCE (12) meses. El mismo tiene una guía práctica de medición, precisamente la de medición de cuadrículas de puntos que se desarrolló en el marco metodológico de esta investigación, donde también se plasmaron los formularios necesarios para la medición. A continuación, se transcribió el instructivo para completar el protocolo obtenido de la pagina web de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo.

INSTRUCTIVO PARA COMPLETAR EL PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

- (1) Identificación de la Empresa o Institución en la que se realiza la medición de iluminación (razón social completa).
- (2) Domicilio real del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- (3) Localidad del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- (4) Provincia en la cual se encuentra radicada el establecimiento donde se realiza la medición.
- (5) Código Postal del establecimiento o institución donde se realiza la medición.
- (6) C.U.I.T. de la empresa o institución.
- (7) Indicar los horarios o turnos de trabajo, para que la medición de iluminación sea representativa.
- (8) Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado.
- (9) Fecha de la última calibración realizada al equipo empleado en la medición.
- (10) Metodología utilizada (se recomienda el método referido en guía práctica).
- (11) Fecha de la medición.
- (12) Hora de inicio de la medición.
- (13) Hora de finalización de la última medición.
- (14) Condiciones atmosféricas al momento de la medición, incluyendo la nubosidad.
- (15) Adjuntar el certificado expedido por el laboratorio en el cual se realizó la calibración (copia).
- (16) Adjuntar plano o croquis del establecimiento, indicando los puntos donde se realizaron las mediciones.
- (17) Detalle de las condiciones normales y/o habituales de los puestos de trabajo a evaluar.
- (18) Identificación de la Empresa o Institución en la que se realiza la medición de iluminación (razón social completa).
- (19) C.U.I.T. de la empresa o institución.
- (20) Domicilio real del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- (21) Localidad del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- (22) Código Postal del establecimiento o institución donde se realiza la medición.
- (23) Provincia en la cual se encuentra radicada el establecimiento donde se realiza la medición.

INSTRUCTIVO PARA COMPLETAR EL PROTOCOLO DE MEDICIÓN PARA ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL

- 24) Sector de la empresa donde se realiza la medición.
- 25) Sección, puesto de trabajo o puesto tipo, dentro del sector de la empresa donde se realiza la medición.
- 26) Indicar si la Iluminación a medir es natural, artificial o mixta.
- 27) Indicar el tipo de fuente instalada, incandescente, descarga o mixta.
- 28) Colocar el tipo de sistema de iluminación que existe, indicando si este es general, localizada o mixta
- 29) Indicar los valores de la relación $E_{\text{mínima}} \geq (E_{\text{media}})/2$, de uniformidad de iluminancia.

- 30) Indicar el valor obtenido (en lux) de la medición realizada.
- 31) Colocar el valor (en lux), requerido en la legislación vigente.
- 32) Espacio para indicar algún dato de importancia
- 33) Identificación de la Empresa o Institución en la que se realiza la medición de iluminación (razón social completa).
- 34) C.U.I.T. de la empresa o institución.
- 35) Domicilio real del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- 36) Localidad del lugar o establecimiento donde se realiza la medición.
- 37) Código Postal del establecimiento o institución donde se realiza la medición.
- 38) Provincia en la cual se encuentra radicada el establecimiento donde se realiza la medición.
- 39) Indicar las conclusiones, a las que se arribó, una vez analizados los resultados obtenidos en las mediciones.
- 40) Indicar las recomendaciones después de analizadas, las conclusiones.

2.10 Las necesidades Lumínicas

Un buen sistema de iluminación, la elección correcta de fuentes artificiales, el provecho de la luz natural, los niveles de iluminación aptos para las diferentes tareas visuales en un lugar, de seguro van satisfacer la necesidad básica que cubre la iluminación, que es la de ver. Pero existen otras necesidades un poco más complejas que deben tenerse en cuenta a la hora de tomar estas decisiones con respecto al alumbrado.

Cortés, 2010, p. 45:

“Las principales necesidades del ser humano que tienen relación con la iluminación son:

Visibilidad; que es la habilidad de extraer información del campo de la visión. Contraste, luminancia, tiempo y tamaño son las variables que tienen influencia en la visibilidad de los objetos. La edad también modifica esta relación.

Realización adecuada de la tarea:(...) es una necesidad humana esencial.(...) La iluminación puede permitir a los usuarios la realización correcta de su trabajo.

Ambiente y atmosfera; la necesidad de un adecuado ambiente y atmosfera comprende la respuesta emocional hacia un ambiente lumínico. La preferencia, la satisfacción, la relajación o la estimulación son influenciadas por la iluminación.

Confort visual; (...) es una necesidad humana esencial que puede afectar la realización de una tarea, la salud, la seguridad así como el ambiente y la atmosfera.

Juicio estético; (...) el ser humano parece necesitar encontrarle un sentido a lo que ve, por tanto esta información debe estar inmediatamente disponible o implícita en la escena visual.

Salud, seguridad y bienestar; (...) la iluminación tiene un impacto directo sobre la vigilia y el estado de los ciclos circadianos (ciclo sueño-vigilia) por supresión de la producción de melatonina a que afecta el cerebro. ”

En esta investigación el hincapié principal será el confort visual, ya que se considera que de la obtención del confort visual en una escena visual, en un lugar, se cubrirían otras necesidades como la salud, la seguridad y el bienestar. También se puede incluir la realización adecuada de una tarea, en un ambiente de trabajo apropiado, que comunique al usuario comodidad y bienestar, ya que la iluminación también afecta emocionalmente. Como se aprecia, todo esta entrelazado y relacionado, por lo que es importante que un diseño de iluminación permita no solo visibilidad sino también todo lo anteriormente nombrado.

2.10.1 El confort

De acuerdo a la definición de la Real Academia Española, Confort se trata de aquello que brinda comodidades y genera bienestar al usuario. Para generar un bienestar en un usuario se deben satisfacer necesidades físicas, fisiológicas y psicológicas.

Según la escuela técnica especializada en ingeniería, arquitectura y construcción EADIC de Madrid - España, la palabra confort se refiere a un estado ideal del hombre, que supone bienestar, salud y comodidad en el cual no existe en el ambiente distracción alguna o molesta que perturbe de manera física o mental a los usuarios.

En esta investigación, el análisis se va a centrar en el confort lumínico en un espacio de trabajo, entendido como el sentido de bienestar y seguridad proporcionado por el alumbrado que permite a los trabajadores estar en alerta y atentos a sus actividades, sin dejar de lado la salud tanto física como mental.

De acuerdo con el Real Decreto 486/1997, Anexo IV.4.d de España, para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal forma que se consiga una ausencia de excesivos contrastes. Todo esto en función a las exigencias visuales del trabajo, es decir a contar con los niveles de iluminación mínimos para la tarea visual, como las características personales de cada persona. Esto último hace referencia a la parte fisio-psicológica de las personas, ya que un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz.

2.10.2 Condiciones para el confort lumínico

De todos los tipos de energía que el ser humano puede utilizar, la luz es muy importante. La luz es necesaria porque con ella se puede apreciar el ambiente en el que las personas se mueven, obtienen información de los colores, las formas, las texturas, para así interactuar con los objetos que nos rodean. Farrás (2012) subraya que es de importancia no olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano – estado mental o nivel de fatiga- se ven afectados por la iluminación y por el color de los objetos que nos rodean. En el campo de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visual “son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos” (Farrás, 2012, cap.46.)

Dado que las personas y su sistema visual se adaptan fácilmente a sistemas de iluminación precarios y deficientes, a veces no se tienen en cuenta estos aspectos y el efecto que generan. Esto último es un rasgo importante a tener en cuenta, debido a que es una situación posible en el lugar de estudio de este trabajo. Farrás (2012) dice que un correcto diseño de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Para llegar a este objetivo se debe establecer como punto de partida una colaboración entre

arquitectos, diseñadores de iluminación y los encargados en higiene y seguridad laboral. "Entre los aspectos mas importantes que es preciso tener en cuenta cabe citar el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz" (Farrás 2012, cap.46).

Factores que determinan el confort visual

Según Farrás (2012) existen requisitos que un sistema de iluminación debería cumplir para proporcionar condiciones necesarias para el confort visual. Estos requisitos son los siguientes:

- Iluminación uniforme;
- Iluminación optima;
- Ausencia de brillos deslumbrantes;
- Condiciones de contraste adecuadas;
- Colores correctos;
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

En el momento que se va a realizar un estudio en un lugar de trabajo, no solo se debe analizar bajo criterios cuantitativos, sino también cualitativos. Para Farras (2012), es necesario primero estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren en las tareas que realizan los trabajadores, la cantidad de trabajo, la movilidad que se necesita, etc.

2.10.3 Trabajo en oficinas e iluminación

Para comprender la relación entre la iluminación y el trabajo primero es necesario identificar los caminos por los que la iluminación puede afectar el desempeño humano. Según Boyce (2014), existen tres: a través del sistema visual, a través del sistema circadiano y a través del estado de animo y motivación. El efecto de la iluminación en la visión es el impacto mas obvio de la luz en los humanos. Boyce (2014) establece cinco parámetros de estímulos para el sistema visual: tamaño visual, contraste de luminancia, diferencia de color, calidad de imagen retiniana e iluminación retiniana. Estos parámetros van a determinar en que medida el sistema visual puede detectar e identificar el estímulo.

Boyce, 2014, p. 116:

"Tamaño visual: el tamaño visual generalmente viene dado por el ángulo solido que el estímulo subtiende en el ojo.(...) Cuanto más grande es el ángulo solido, mas fácil de detectar es el estímulo.

Contraste de luminancia: el contraste de luminancia de un estímulo expresa su luminancia en relación con su fondo inmediato. Cuanto más alto es el contraste de luminancia, mas fácil es detectar el estímulo.(...)

Diferencia de color: (...) son las longitudes de onda emitidas por el estímulo las que influyen en su apariencia de color (...) La iluminación puede alterar la diferencia de color entre el objeto y su fondo cuando se usan fuentes de luz con diferentes espectros.

Calidad de la imagen retiniana: (...) la nitidez de la imagen retiniana esta determinada por el estímulo mismo, la medida en que el medio a través del cual se

trasmite la luz del estímulo dispersa la luz y la capacidad del sistema visual para enfocar la imagen. (...) Se ha demostrado que las fuentes de luz que son ricas en longitudes de onda cortas producen tamaños de pupila más pequeños produciendo mayor profundidad de campo y poca aberración cromática.

Luminancia retiniana: (...) La cantidad de luz que ingresa al ojo esta determinado por las luminancia del campo de visión y las iluminancia en ellas. Para interiores, las luminancias están determinadas por las reflectancias de las superficies en el campo de visión y las iluminancias en ellas."

De acuerdo a lo desarrollado en el párrafo anterior, el investigador establece un determinado sistema de iluminación para oficinas. Primeramente, para cumplir un mayor tamaño visual, el ángulo sólido debe ser mayor, y para obtener esto el flujo luminoso debe ser el apropiado. El flujo luminoso esta relacionado, como se vio anteriormente, con la iluminancia de una fuente. La iluminancia es el nivel o cantidad de flujo luminoso que recibe una superficie. Para oficinas en Argentina, la iluminancia debe ser 500 lx o más.

Para diferenciar los colores se establecerá un índice de reproducción cromática CRI de >85 , debido a que mientras más cercano a 100 la reproducción de los colores será mas fiel. A su vez, será importante la utilización de fuentes de luces con un mismo espectro, con longitudes de onda corta, con temperatura luz día de $>5600K$. Esto también contribuirá a la nitidez de la imagen retiniana (longitudes de onda corta, pupila pequeña, mayor profundidad de campo).

Es necesario tener en cuenta también que la calidad de la imagen depende del medio por donde se dispersa la luz. Por lo que sería apropiado tener un sistema de iluminación semidirecto para que del 60% al 90% del flujo sea dirigido directamente a la superficie, y la otra parte llegue de forma reflejada. Esto evitara posibles deslumbramientos. Además de sumar la característica de sistema generalizado donde las lámparas están dispuestas de manera uniforme generando niveles de iluminación equilibrados, evitando sombras duras. Esto produce sensación de amplitud y orden, creando una atmósfera de monotonía y condiciones óptimas para trabajos que requieren de alta concentración. Evitando sombras duras con niveles uniformes se obtendrá un nivel de contraste adecuado en las luminancias.

Si nos encontramos con instalaciones fijas, que suelen ser las más comunes en espacios como oficinas, lo ideal sería que estas tengan algún tipo de apantallamiento o retícula integrada para dispersar la luz de manera uniforme y difusa, evitando un flujo directo que pueda deslumbrar. Evitar luces estroboscópicas, superficies con factor de reflexión >0.85 , que generen reflexión difusa, y de absorción <0.65 para redirigir parte del flujo y no absorberlo por completo.

2.11 El ojo humano

Se percibe el mundo gracias a que los rayos de luz entran en contacto con las superficies y se reflejan o absorben en ellas y llegan finalmente a los ojos. El ojo genera una imagen invertida de lo que se ve, y es en el cerebro donde se genera la imagen última y una respuesta al estímulo. Por lo tanto, el cerebro es el órgano

fundamental del sentido de la visión, ya que sin él no se conocería ni interpretaría lo que se nos presenta a nuestro alrededor.

Es de importancia entender el funcionamiento y el recorrido que realizan los rayos de luz hasta ser procesados como una imagen en la corteza visual. Todo comienza en el ojo. El ojo está colocado en la parte anterior de la cavidad orbitaria. Este órgano funciona proyectando imágenes a una retina que es sensible a la luz, donde se detecta y se transmite una señal correspondiente a través del nervio óptico.

2.11.1 Formación de imágenes.

Como se expresó anteriormente, el ojo genera una imagen invertida de lo que vemos en realidad, ya que los rayos de luz viajan en línea recta. Para formar las imágenes del mundo sobre la retina, el ojo está dotado del aparato de refracción, constituido principalmente por la córnea y el cristalino. El funcionamiento de nuestro ojo es comparado constantemente al de una cámara de fotografía.

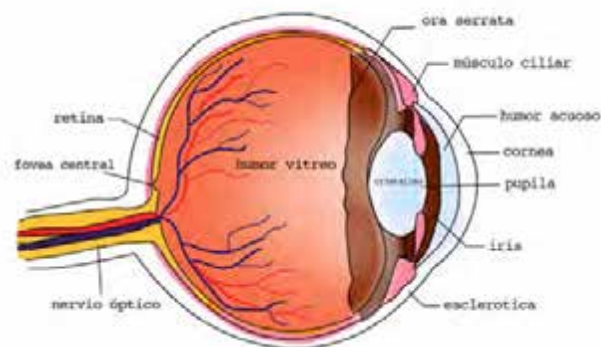


Fig. 12. Sección esquemática del ojo

Según Marín (s.f.) la luz entra al ojo a través de la córnea para ser enfocada en la retina después de la refracción en la córnea, que es el elemento refractivo de mayor potencia y luego por la lente del cristalino. La luz se refracta de forma muy acentuada a través de la córnea debido a la diferencia entre los índices de refracción del aire (1) y de la córnea (1,376). Sin embargo, la refracción en la cara posterior de la córnea es poca debido a que el índice de la sustancia corneal y de humor acuoso es igual. Por eso, la luz vuelve a refractarse en el cristalino. La potencia del mismo puede cambiar cuando el ojo necesita acomodar diferentes distancia; al igual que lo hacemos con la lente de una cámara. Esto es lo que se conoce como acomodación del lente del cristalino.

Marin (s.f.) explica que el borde del iris está situado casi tangencialmente a la primera superficie del cristalino, su función es regular la cantidad de luz que pasa hacia la retina a través de la pupila, al igual que un diafragma hace en una cámara, menor abertura, menor entrada de luz. Esta varía de diámetro en función del nivel de iluminación pasando desde 2-3 mm con luz brillante hasta alrededor de 8 mm en oscuridad. Según Boyce (2014) el tamaño de la pupila puede variar de acuerdo a la cantidad de luz que llega a la retina "pero

también esta influenciado por la distancia del objeto desde el ojo, la edad del observador, y factores emocionales como el miedo, la excitación y la ira” (Boyce, 2014, p 47)

En resumen, la luz se definió como una energía que se propaga mediante partículas y que viaja de forma recta hasta llegar a nuestro ojos para formar una imagen invertida de la realidad. Estos rayos se proyectan entrando por la cornea, pasando por el cristalino para potenciar la imagen hasta la retina. La cantidad de luz que ingresa es controlada por el iris, gracias a la pupila.

2.11.2 La Retina

Según Marin (s.f.), la retina se extiende sobre la superficie interna de la parte posterior del globo ocular hasta el cuerpo ciliar. Su estructura es compleja ya que se trata de prolongaciones del sistema nervioso central donde comienza el proceso del análisis de la información. Esta retina contiene dos tipos de fotorreceptores, bastones y conos, que constituyen dos sistemas que operan a diferentes niveles de luminancia. La retina es la pantalla donde se forma la imagen, o lo que se conoce como película en la fotografía.

En la retina se encuentra un área central conocida como la fovea. Según Boyce (2014) el sistema visual dedica la mayor parte de sus recursos al análisis del área central de la retina, particularmente la fovea. La visión periférica identifica algo que debe examinarse girando la cabeza y los ojos, para que esa imagen recaiga sobre la fovea.

Para Ganslandt y Hofmann (1992) es incuestionable que la imagen formada en la retina es la base de percepción, pero existen considerables diferencias entre las percepciones reales del entorno y la imagen sobre la retina. Primero “se debe citar la deformación espacial de la imagen mediante la proyección sobre la superficie deformada de la retina: una línea recta se proyecta por regla general sobre la retina como curva” (Ganslandt y Hofmann 1992, p 23). Por lo tanto el ojo es un instrumento óptico insuficiente que crea una imagen retiniana deformada espacialmente y sin corrección cromática (crea aberraciones).

En la percepción real, en la última terminal del sistema visual, el cerebro ha eliminado todos estos fallos, por lo que no percibimos estos errores.(Ganslandt y Hofmann 1992).

Esto quiere decir que la percepción visual involucra diferentes terminales en el sistema visual, comenzando por la entrada de información mediante el ojo, en forma de energía lumínica. Esta energía se proyecta en la retina, que resulta ser la primera instancia de la percepción. Por último, el cerebro es el encargado de revertir los errores o fallos de la percepción retiniana y dar como resultado la percepción real.

2.11.3 Células receptoras visuales

Las células receptoras visuales, según Eckert (1994), divididas en dos grupos- los bastones y conos – se hallan distribuidos en la retina. Todas las neuronas de la retina contribuyen a la respuesta a la luz del ojo de los vertebrados. En los humanos, la fovea -depresión en forma de hoyuelo- contiene solo conos, mientras que el resto de la retina contiene bastones y conos. Según Boyce (2014) se pueden encontrar algunos conos distribuidos en menor cantidad fuera de la fovea. En los mamíferos, según Eckert (1994) los conos son los responsables de la visión del color, y los bastones más sensibles, están restringidos a la visión acromática.

Cada célula receptora contiene un cilio rudimentario que conecta el segmento externo, el cual contiene las células receptoras, al segmento interno, que contiene el núcleo, mitocondrias y contactos sinápticos.

Eckert (1994), sostiene que las moléculas de fotorpigmento están incrustadas a las membranas- lamelas aplanadas derivadas de la membrana superficial cerca del origen del segmento externo- de los discos. Como la membrana de los discos son las que contienen el fotorpigmento, el paso inicial de la transducción fotoquímica debe tener lugar en estas membranas.

La respuesta del receptor a destellos de luz de menos de 1 segundo de duración es proporcional al número de fotones de cada uno de los destellos. El número de impulsos generados permanece constante, siempre que el producto entre la intensidad y la duración se mantenga constante. La respuesta quedará determinada por el número de moléculas de fotorpigmento alteradas por los fotones que inciden sobre el fotorreceptor. En destellos de corta duración, los humanos no pueden apreciar los cambios en intensidad y duración.

Si se estimula con una luz intermitente, el potencial de membrana conseguirá describir las ráfagas de luz hasta aproximadamente 10 hz (frecuencia crítica de fusión). Por encima de esta frecuencia el receptor no puede seguir los destellos. Los impulsos ya no se agrupan coincidiendo con los destellos y presentan una frecuencia de descarga estacionaria. Cuando esto ocurre, el Sistema Nervioso Central (SNC) ya no recibe información acerca de la frecuencia de parpadeo y la luz parece entonces como si fuera constante. Muchas veces, este fenómeno ocurre con las lámparas de tubos fluorescentes, comunes en lugares como oficinas, donde debido al desgaste o al bajo voltaje dado a la fuente, crean un efecto estroboscópico - a veces imperceptible- que a la larga genera consecuencias en los receptores.

2.11.4 Otros fotorreceptores.

En una publicación realizada por los ingenieros W.J.M. van Bommel & G.J. van den Beld (2004) se explica que las células fotorreceptoras de la retina- conos y bastones- regulan los efectos visuales. Cuando la luz incide sobre ellas provoca una reacción química que libera un complejo químico llamado rodopsina activada que crea los impulsos nerviosos. Para estos autores, los bastones influyen en la visión escotópica y los conos en la agudeza, el detalle y la visión del color. En los casos de iluminación de interiores, los conos son decisivos.

“El nuevo tipo de célula fotorreceptora llamada ganglio retínico intrínsecamente fotosensible (ipRCG) de la retina detectada por David Berson et. al. en 2002 regula los efectos biológicos” (W.J.M. van Bommel et.al. , 2004, p.4). Este es el fotorreceptor necesario para describir el mecanismo de los efectos biológicos controlados ya sea por la luz o la oscuridad. Cuando la luz alcanza las células, se genera una reacción química (en este caso implica al fotorpigmento melanopsina) produciendo impulsos. Estas “células”, como señalan los autores, tiene sus propias conexiones nerviosas con el núcleo supraquiasmático del cerebro, conocido como el reloj biológico del cerebro, y con la glándula pineal. La sensibilidad de esta célula, varía según las diferentes longitudes de onda de la luz y hacia los distintos colores.

Bommel et.al. (2004) citan a Brainard (n.d.) por una investigación realizada sobre la supresión de la melatonina que pudo determinar la curva de acción biológica espectral. Al comparar esta curva con la de sensibilidad visual del ojo (correspondiente a los conos) se pudo observar la diferencia entre ambas. La sensibilidad máxima visual se encuentra entre las longitudes de onda del amarillo-verde, y la sensibilidad biológica máxima en la región azul del espectro. Además los autores plantean que esto es importante a la hora

de iluminar un lugar. Se realizaron muchas investigaciones referentes a los efectos de la luz sobre la vigilia, sobre cómo la luz brillante influye poniendo en estado de vigilia el SNC.

Estos investigadores además mencionan investigaciones sobre el dolor de cabeza y estrés provocado en personas en lugares cuya iluminación, por lámparas fluorescentes accionadas por reactancias magnéticas, emite 50 Hz.

En otra investigación documentada por Pereira (2011) se concluye la importancia de la luz natural. Según este autor, la luz diurna (natural) cumple otras funciones que no están relacionadas con la visión, como mejorar nuestro humor en días sombríos. Pero no toda la luz puede cambiar nuestro estado de ánimo con la misma intensidad. Existen dos familias de fotorreceptores en el ojo humano, antes nombrados, los bastones y conos. Pereira (2011) nombra un reciente descubrimiento sobre un nuevo tipo de fotorreceptor – conocidos como células del ganglio retinal intrínsecamente fotosensible – que también se encuentran presentes en el ojo. Estas células se activan al máximo con la luz azul; además, no envían señales al cerebro para crear imágenes sino impulsos nerviosos que nos despiertan, aumentan el nivel de alerta y estimulan la concentración. El experimento generado por Gilles Vandewalle y sus colegas de las universidades de Lieja (Bélgica), Ginebra (Suiza) y Surrey (Reino Unido) consistió en colocar participantes dentro de una resonancia magnética funcional para exponerlos a destellos de luz verde y azul, acompañados por fragmentos de voces en tono neutro y de enojo. Como resultado se descubrió la eficacia de la luz azul en la activación de áreas cerebrales que se encargan de procesar emociones en respuesta a las voces de enojo. Pereira (2011) concluye que los resultados de este experimento explican la importancia de la luz azul como ayuda a la reacción del cerebro ante desafíos emocionales y su rápida adaptación a un entorno cambiante.

Los humanos están biológicamente programados para estar expuestos y actuar mejor ante la luz natural. Por esto, es muy importante tener en cuenta la presencia de la luz natural en los diseños luminosos de lugares, sobre todo, si en estos lugares las personas pasan la mayor parte del día.

En otras palabras, diversas investigaciones han dado lugar a un nuevo tipo de célula fotorreceptora que influye físicamente en las personas: la melanopsina. Esta célula activa las funciones del reloj biológico de las personas, y los ritmos de este reloj se verán afectados de acuerdo al tipo y cantidad de luz que le llega en diferentes momentos del día.

2.11.5 Adaptación

Nuestros ojos funcionan tanto con la luz solar como con la que emiten las estrellas en un cielo despejado. La adaptación es la regulación de la sensibilidad en función de la iluminación: en las iluminaciones fuertes, la sensibilidad disminuye, en las débiles, aumenta. Según Urtubia (1999) entre los límites de adaptación máxima a la luz y adaptación máxima a la oscuridad, el ojo puede cambiar su sensibilidad en 10 ordenes de magnitud mediante ajustes automáticos de sensibilidad a los cambios de iluminación. Cuando se habla específicamente de adaptación retiniana, y se compara con el funcionamiento de una cámara fotográfica, se haría alusión a el ISO o a las ASA de un rollo, es decir, la sensibilidad hacia la luz (mientras mas iluminación, se necesita menor ISO). El estado de adaptación interviene y corresponde a la luminancia y al color del fondo, posición, tamaño, intensidad y tiempo de presentación del estímulo.

Berens (1954) explica que la impresión de la luz en la retina es transmitida instantáneamente al cerebro para su reconocimiento, y si es de importancia queda en la memoria. En un tiempo muy corto, la misma parte de la retina tiene que estar lista para recibir y reconocer otras impresiones. Por eso, cuando se trata de fotografía, la cantidad apropiada de luz que se necesita para producir una buena fotografía se obtiene graduando la abertura del diafragma de la cámara o su tiempo de obturación.

La adaptación de la retina a la luz consiste en el descenso del umbral de sensibilidad en iluminaciones débiles y en su elevación en las fuertes, necesita un cierto tiempo, lo que explica el fenómeno de deslumbramiento, cuando se pasa de una iluminación débil a una fuerte y el fenómeno de ceguera en el caso inverso. El deslumbramiento dura menos tiempo que la ceguera.

El tiempo de exposición o presentación del estímulo tiene un papel importante. El umbral disminuye cuando aumenta el tiempo de presentación y la percepción desaparece cuando permanece mucho tiempo inmóvil y sin variar la intensidad.

Para Boyce (2014) la adaptación de nuestro sistema visual es un proceso continuo de involucra tres cambios distintos:

El cambio en el tamaño de la pupila: el iris se contrae y se dilata en respuesta a los niveles aumentados y disminuidos de iluminación. La protección que da la reacción pupilar es valiosa por la rapidez con que ocurre. La contracción del iris es muy importante con referencia a la adaptación y eficiencia general del ojo. "La amplitud de la pupila se encuentra regulada por la acción de dos músculos, el constrictor (o esfínter) y el dilatador." (Conti,2010,p.393). Berens (1954) expone que la pupila actúa como un diafragma regulando la cantidad de luz que penetra en el ojo (contrayéndose o dilatándose). Aumenta la profundidad del foco en la visión cercana y reduce las aberraciones de esfericidad y cromaticidad.

Por otro lado, Boyce (2014) expone que el otro cambio es la adaptación neuronal. Este es un cambio rápido (menos de 200 ms) en la sensibilidad producida por las interacciones sinápticas en la retina. Gracias a este tipo de adaptación es posible mirar alrededor de la mayoría de los interiores iluminados sin ser conscientes de estar mal adaptados ya que estos procesos neuronales adaptaron estos cambios en la sensibilidad del ojo.

El último cambio que describe Boyce (2014) es la adaptación fotoquímica. Los diferentes tipos de fotorreceptores de la retina contienen pigmentos diferentes. Cuando se absorbe la luz, estos pigmentos se descomponen. Este pigmento se regenera para estar nuevamente disponible. La sensibilidad del ojo a la luz es en gran parte una función del porcentaje de pigmento no blanqueado, es decir, no alterado. En condiciones de iluminación estable, la concentración de fotorreceptores producido por los procesos de blanqueamiento y regeneración es en equilibrio. Los fotorreceptores de cono se adaptan mucho más rápido que los bastones, los conos alcanzan su máxima sensibilidad en 10-12 minutos mientras que los de bastones requerirán 60 minutos para alcanzar esta máxima sensibilidad.

2.11.5.1 Adaptación a la oscuridad. Visión escotópica, fotópica y mesópica.

Cuando una persona pasa de un lugar iluminado a otro oscuro, ocurre en un primer momento de no ver nada. Luego se pueden distinguir sombras de los objetos sin colores ni detalles. "Esta extraordinaria adaptación es debida a un elevadísimo aumento de la sensibilidad retiniana, que es máxima en la región

periférica (parafovea) y se es entonces capaz de percibir una luz de 1×10^{-10} de la máxima percibida durante el día" (Urtubia, 1999, p120).

Boyce (2014) define a la visión escotópica como el estado operativo del sistema visual que ocurre en luminancia de adaptación bajas (niveles de irradiancia bajos) donde solo los fotorreceptores de varilla pueden responder a la estimulación. Esto significa que no se percibe color, solo tonos grises.

Urtubia, 1999, p.121: "Características de la visión escotópica.

- Dilatación pupilar (midriasis)
- Aumento de la concentración de fotorreceptores en conos y bastones.
- Desplazamiento del máximo de absorción hacia el azul-verde (498 nm)
- Cese de actividad en los conos.
- Funcionamiento de los bastones
- Cese de actividad foveal.
- Máxima actividad en región parafoveal
- Mínima agudeza visual (nula en la fovea)
- Percepción de claroscuro.
- Débil percepción de formas."

Por lo tanto, la visión escotópica nos permite ver en la oscuridad o en la noche, gracias a el aumento de sensibilidad que ocurre en la retina. Los fotorreceptores de bastones que se encuentra fuera de la fovea son los encargados de esto, por lo que no se pueden observar colores y detalles.

Urtubia (1999) expresa que la curva de la adaptación a la oscuridad muestra normalmente dos segmentos: primero un segmento corto de adaptación que dura entre 4 y 5 minutos, después uno mas largo y lento de unos 20-30 minutos. En la primera parte de la curva del gráfico que se encuentra mas abajo, representa la adaptación de los conos a la oscuridad. Su adaptación es más rápida que la de los bastones pero nunca alcanza el umbral tan bajos de estos. La segunda parte representa la recuperación mas lenta de los bastones.

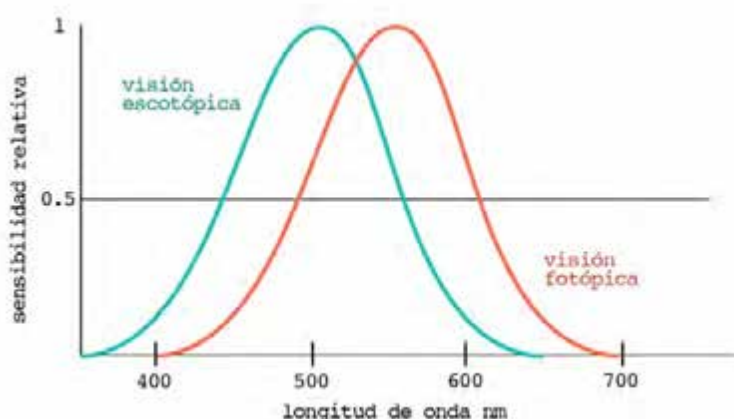


Fig.13 Curva visión escotópica y fotópica.

Teniendo una situación contraria a la anterior, y se pasa rápidamente de la oscuridad a un ambiente suficientemente iluminado, se produce una sensación molesta en los ojos, que a veces genera dolor. Pero al cabo de unos segundos el ojo se adapta a esta luz. Este estado del sistema visual se lo conoce como visión fotópica. Para Urtubia (1999) en ambiente luminoso se divide una mayor cantidad de moléculas de fotorreceptor en ambos tipos de fotorreceptores. " Concretamente, los bastones estarán saturados ya que se habrá superado el punto de Aguilar-Siles. Según Aguilar y Stiles (1954), este nivel de saturación a partir del cual no proporcionan información visual, es del orden de 1000 trolands, lo que corresponde a una concentración de rodopsina del 2%. Como el umbral de los conos esta por debajo (...) no se deja de transmitir información visual." (Urtubia, 1999, p124). Básicamente, lo que quiere decir el autor, es que en un primer momento la visión estará saturada de pasar de la oscuridad a la luz, pero la adaptación será mucho mas rápida que la visión escotópica y además, nunca se dejara de transmitir información.

Para Boyce (2014) la visión fotópica es un estado del sistema visual que se produce a luminancia de adaptación superiores a aproximadamente 5 cd/m². La respuesta retiniana esta dominada por los fotorreceptores de cono, dejando disponible una visión de color y una resolución fina de los detalles.

Urtubia, 1999, p125:

"Características de la visión fotópica

Se producen en el ojo una serie de cambios respecto a su funcionamiento en la oscuridad:

- Contracción pupilar (miosis)
- Disminución de la concentración de fotorreceptores en conos y bastones.
- Máximo de absorción en el verde-amarillento (558 nm)
- Cese de la actividad de los bastones (saturación)
- Funcionamiento de los conos.
- Disminución de la actividad de la retina periférica.
- Máxima actividad de la fóvea.
- Máxima agudeza visual, localizada en la fóvea.
- Percepción cromática
- Perfecta discriminación de las formas."

Por último, encontramos la visión mesópica. Según Boyce (2014) este estado del sistema visual es intermedio entre los otros dos estados nombrados anteriormente. Los fotorreceptores de cono como los de bastones están activos. A medida que la luminancia disminuye, a través de la región mesópica, la fóvea, dominada por conos, disminuye lentamente en sensibilidad absoluta, sin cambios significativos en la sensibilidad hasta que la visión falla por completo a medida que se alcanza el estado escotópico.

En resumen, la sensibilidad espectral del sistema visual es diferente en los estados escotópico, fotópico y mesópico debido a que diferentes fotorreceptores visuales son dominantes en cada uno de los estados. En el fotópico, los dominantes son los de cono en todas partes. En el mesópico, los de cono son dominante en la fóvea, pero en la retina periférica están activos ambos. En condiciones escotópicas, solo los de bastones están activos.

2.12 Percepción visual

La luz permite relacionarnos con nuestro entorno. Se pueden apreciar objetos que no poseen una radiación propia gracias a aquellos que la tienen –artificial o naturalmente-. La acción de ver recorre un camino desde el momento en que la luz reflejada (información) llega hasta nuestro sistema visual (ojos) y luego se generan procesos en nuestro cerebro que nos permite obtener una interpretación final de lo que percibimos, y una respuesta emocional y biológica.

Para Boyce (2014), los umbrales definen los límites de las capacidades del sistema visual humano, pero la mayor parte de nuestra vida transcurre mirando cosas que están por encima del umbral y por lo tanto claramente visibles. La percepción del mundo visual no está únicamente determinada por los estímulos físicos presentados al sistema visual como la imagen de la retina ni por las características del sistema visual.

Cortez (2010) menciona que la imagen que nuestra retina capta, es una simple representación invertida, disminuida y plana, de la luminancias de las diversas superficies reflejantes de una escena, y nuestra percepción de los objetos es gracias al contraste. De allí podemos percibir diferencias o intervalos sensibles.

Cuando observamos un espacio u objeto que nos llama la atención, se dice que tiene *pregnancia visual*. Quien juega un papel importante en la *pregnancia visual* es justamente la luz, incidiendo en el espacio y las formas, su posición, intensidad, distribución y color.

Cortez (2010) dice que la información visual encierra tres datos básicos:

- Intensidad (amplitud de una onda)
- Color (longitud de onda)
- Posición (coordenadas espaciales)

En la retina, luego de que las células que se encuentran allí son excitadas, la información comienza a tener un tratamiento, ya que de acuerdo a las características de la luz van a actuar los receptores especializados.

Luego pasamos al nervio óptico. Aquí hay un pre- procesamiento de la imagen, de los datos iniciales otorgados por la retina (amplitud, longitud de onda y posición) que siguen siendo códigos que necesitan un procesamiento total para obtener una representación visual.

De la misma manera existen representaciones visuales que no necesitan estímulo externo ocular, como los sueños o recuerdos. "Por lo tanto no vemos con los ojos, vemos con el cerebro" (Cortez, 2010, p. 39).

Entonces en el proceso perceptivo tenemos el nivel físico, que depende del comportamiento de la luz, el nivel fisiológico, que comprende el funcionamiento del ojo hasta que llega a la corteza cerebral y el nivel psicológico donde se interpreta la información y se genera una respuesta. En este último también tenemos la regulación circadiana.

La visión, según San Martín Páramo (2003), precisa de un paso más, que es la decodificación de la información que proviene de los impulsos eléctricos de las fibras nerviosas. Se necesita traducir a un lenguaje legible. "Aquí entra en juego un conjunto de estructuras (ancestrales, históricas, culturales, personales) que llamamos personalidad. La personalidad moldea los mensajes, les confiere un lenguaje propio" (Murguía Sánchez, 2002, p.15).

2.12.1 La percepción del color

Muchas veces se describe un color mediante adjetivos naturales, como por ejemplo amarillo limón o rojo sangre. Esto demuestra la dificultad básica para intentar especificar el color en términos técnicos. Para Pritchard (2014) los colores tienen un efecto tanto psicológico como físico. Es difícil saber el efecto que el color tiene en un esquema de iluminación, y la insatisfacción que puede surgir con una instalación lumínica no porque no haya suficiente luz sino porque el efecto de color del espacio o de las superficies de la habitación es desagradable.

“Hay algunas generalizaciones que relacionan el color con la iluminación de interiores. La mayoría de las lámparas producen alguna forma de luz blanca desde fría a cálida. Esta es su apariencia de color y es razonable decir que la apariencia más fría se asocia con altos niveles de iluminación y condiciones de trabajo” (Pritchard, 2014, p 72). Pritchard (2014) también expresa que una apariencia más cálida es más para la relajación y la socialización.

El color es un efecto de la luz y si se agregan colores implicaría que se agreguen diferentes luces. El efecto resultante de esto en el cerebro es un nuevo color, más claro que los originales. Por ejemplo, si se mezclan dos luces monocromáticas de longitud de onda 650 nm (rojo) y 540 nm (verde) sobre una superficie blanca el ojo no puede separar el color de cada fuente, solo puede reconocer la mezcla de colores resultante como amarilla. Esto es lo que se conoce como mezcla aditiva de colores.

“La mayoría de los materiales que reflejan la luz son selectivos en lo que absorben. Un radiador de cuerpo negro absorbería toda la luz incidente y aparecería negro. La pintura de color rojo oscuro absorbe gran parte del azul y del verde, reflejando solo el rojo (...) Del mismo modo, un filtro rojo solo transmite el rojo, restando el azul y el verde” (Pritchard, 2014, p. 74) Esto es lo que se conoce como mezcla sustractiva.

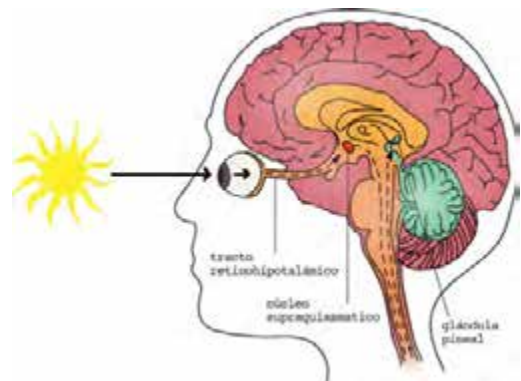


Fig. 14 tracto retinohipotalámico

2.13 Sistema de “no formación de imágenes”

Este término de sistema de “no formación de imágenes” se utiliza para enfatizar la diferencia que existe entre los efectos a la exposición de luz y el sistema visual. Según Boyce (2014), el sistema visual se encarga del procesamiento de imágenes. En cambio, el “no formador de imágenes” se refiere a todo lo que genera los efectos de la luz, desde la división celular y la producción de hormonas, hasta cambios en el ánimo o comportamiento.

Boyce (2014) expresa que lo principal para avanzar en la investigación de la luz y los efectos en la fisiología y comportamiento humano, fue la identificación de una nueva forma de fotorreceptor en la retina, llamado células del ganglio retínico intrínsecamente fotosensible (ipRGC). Su fotopigmento es la melanopsina, que tiene una absorción máxima a una longitud de onda de 480 nanómetros, por lo que es más sensible a la luz de onda corta.

Estas células tienen un tiempo de respuesta más lento que los fotorreceptores de bastones y conos, lo que significa que se requiere de iluminación brillante para producir una respuesta sostenida. El tracto retino-hipotalámico, que se puede observar en la fig. 14, se alimenta de las señales que envían las células fotorreceptoras de melanopsina y conduce a los núcleos supraquiasmáticos. En los núcleos supraquiasmáticos se regulan los ciclos circadianos. Boyce (2014), expresa, además, que el Sistema nervioso central (SNC) es el responsable de sincronizar el tiempo de muchos eventos fisiológicos, incluida la producción de hormonas.

2.13.1 Relojes biológicos

La luz no solo condiciona lo que vemos, o cómo lo vemos, si no que, a nivel fisiológico, permite una regulación de los ritmos circadianos, la actividad hormonal y el comportamiento.

Naturalmente, el ambiente lumínico se va modificando con el tiempo, de manera horaria, diaria, estacional, anual. Desde siempre, los seres vivos hemos registrado estas variaciones. Con la luz nos colocamos en actividad, con la oscuridad, o noche, descansamos.

Según Sánchez (2002), el término de relojes biológicos comenzó a utilizarse a principios del siglo pasado, para referirse a los sistemas internos de las especies vivientes del planeta, que permiten a los organismos hacer lo que es adecuado en el momento preciso y con flexibilidad desde el punto de vista biológico y fisiológico. Son neuromecanismos que miden el tiempo y señalan al organismo que comience o termine una actividad.

Para Barceló (2017) el reloj biológico es también conocido como oscilador endógeno, reloj interno o marcapasos ya que ejerce un control temporal de todas las funciones biológicas “(los ritmos sueño/vigilia, los cambios en niveles sanguíneos de las hormonas, la sensibilidad al dolor o incluso la capacidad intelectual, la habilidad manual o la fuerza física)”(Barceló, 2017, p63)

El factor ambiental más importante que influye en estos relojes biológicos es la alternancia del día y la noche, o de luz a oscuridad. Boyce (2014) dice que la luz que ingresa al ojo es un potente medio para modificar la fase y amplitud de los ritmos circadianos.

Los ritmos o relojes biológicos, según Barceló (2017), se clasifican en tres grandes grupos: Circadianos, cuya frecuencia es de aproximadamente un ciclo por día (24 horas) por ejemplo el de sueño/vigilia; Ultradianos, de frecuencia superior a un ciclo por día y un periodo de 20 horas, como la motilidad intestinal; Infradianos que son los de frecuencia inferior a un ciclo por día, (mas de 28 horas), como el ciclo menstrual en las mujeres.

Barceló, 2017, p. 69:

“Al sistema que controla la ritmicidad diaria de nuestras funciones biológicas lo llamamos sistema circadianos (del latín *circa* = alrededor *die* = día). Esta integrado por tres elementos. El primero es el oscilador endógeno, marcapasos o reloj interno, capaz de generar automáticamente señales rítmicas de periodicidad circadiana. El segundo elemento sería algún tipo de receptor que informe al reloj interno sobre las señales medioambientales (alternancia luz/oscuridad o día/ noche); estamos

hablando de la retina, particularmente de la parte que hemos llamado división "no visual" o de baja resolución (las células ganglionares que expresan melanopsina) que mide luminosidad y conecta con los NSQ del hipotálamo (reloj interno) El tercer elemento son las vías eferentes (o de salida) que (...) tramiten la información hacia los distintos órganos que exhiben la ritmicidad circadiana" (p 69).

En otras palabras, los seres humanos poseen relojes internos que rigen funciones fisiológicas, esto es lo que el autor Barceló establecía como ritmicidad. Las ordenes enviadas desde el cerebro se dan gracias a que el sistema visual es expuesto a la luz, o a su ausencia, por lo que el organismo sabe cuándo comenzar una actividad y cuándo terminarla. En otras palabras, cuando despertar y cuando descansar o dormir. Uno de los relojes biológicos que interesan en esta investigación es el de los ritmos circadianos. Estos envían señales rítmicas hacia los diferentes órganos gracias a los receptores de luz que se encuentran en la retina visual, informando las alternancias de luminosidad medioambientales.

2.13.2 Los ritmos circadianos.

Según Boyce (2014), la naturaleza de los ritmos circadianos fue explorada por primera vez por Jean-Lacques d'Ortous de Mairan en 1729, cuando observó que el heliotropo, una planta que abre sus hojas de día y las cierra durante la noche, lo seguía haciendo incluso en la constante oscuridad. En 1866, Ogle observó este fenómeno en los seres humanos, cuando noto que la temperatura corporal aumentaba en la mañana y disminuía en la noche. Bunning en 1936, sugirió que los ritmos circadianos eran impulsados por un reloj endógeno (interno), arrastrado por una señal exógena (externa) como la alternancia de luz y oscuridad.

Estos ritmos fluctúan alrededor de 24 horas. Sánchez (2002) expresa que son consecuencia de los cambios de actividad, en función de la hora del día, de los grandes sistemas de comunicación del organismo: el sistema endocrino y el sistema nervioso autónomo. Con respecto al sistema endocrino, muchas hormonas muestran ritmos diarios en su secreción. La melatonina y el cortisol tienen relevancia como señales de sincronización.

Murguía Sánchez 2002:

"La síntesis de melatonina en la glándula pineal tiene una posición central mediando los efectos de los estímulos lumínicos a través de los ojos durante las variaciones diurnas y anuales. Se ha detectado un marcado ritmo diario en la cantidad de melatonina secretada por los seres humanos. Mientras que el nivel es generalmente muy bajo durante el día, la secreción incrementa al caer la tarde, llegando a su máximo nivel durante la noche y se disuelve al amanecer" (p.29)

El cortisol, hormona secretada por las glándulas suprarrenales, realiza lo contrario que la melatonina, aumentando su presencia en las horas de la mañana. Boyce (2014) reafirma lo que dice Sánchez sobre la secreción de melatonina, expresando que el uso de luz eléctrica en la noche después de la puesta del sol, y temprano en la mañana antes que el sol haya subido, suprime la secreción de melatonina. El reloj circadiano es especialmente sensible a la luz en dos momentos del día: Al amanecer y al atardecer. Según Cambras y

Díez (2015) , cuando la luz incide sobre el reloj al inicio del día interno, este ira mas rápido y el día será mas corto; cuando la luz incide al final del día interno, este ira mas lentamente y el día será mas largo.

Esto significa que la finalidad de nuestro reloj circadiano es la adaptación a las condiciones rítmicas de la Tierra. "Aunque nos halláramos en un entorno constante en el que no hubiera diferencia entre el día y la noche, nuestro cuerpo seguiría manifestando ritmos de 24 horas." (Cambras y Díez. 2015, p 66) Esto no significa que las condiciones ambientales no tengan influencia alguna. Otra habilidad del reloj, aparte de funcionar solo, es que logra ponerse en hora según ciclos externos, es decir adaptarse al ciclo día-noche o a otros ritmos si existieran. Es por ello que algunos agentes externos modifican el reloj y otros no.

Esto último visto, de los ritmos circadianos, representan una parte importante a la hora de generar un alumbrado artificial de un lugar de trabajo. La luz debe reproducir niveles parecidos a la luz del día, e ir variando a lo largo del mismo, para ambientar a la persona al paso del tiempo y no generar cambios en sus ritmos biológicos.

Para Cambras y Díez (2015), los casos mas frecuentes de ritmos no sincronizados se dan precisamente en la sociedad moderna. " Gente que pasa la mayor parte del día en entornos con baja intensidad de luz (pensemos en todos aquellos que trabajan en sitios sin ventanas) o que por la noche duerme con la luz encendida. O aquellos que por motivos profesionales están sometidos a cambios de horario frecuentes." (Cambras y Díez, 2015 p73)

Se han realizado diversos estudios para abordar sobre cuánto se necesita de luz para suprimir la melatonina en el cuerpo. Lo que queda claro es que, tras una duración suficientemente larga, la práctica actual de iluminación proporciona la suficiente estimulación al sistema circadiano como para modificar su funcionamiento.

Para cerrar el capítulo, se puede establecer como hecho que todavía se debe seguir aprendiendo sobre la forma y las características del reloj biológico del cuerpo, o lo que Boyce (2014) denomina sistema de "no formación de imágenes". Y en particular del sistema circadiano, ya que el único enfoque importante en la actualidad es el de identificar las condiciones de trabajo que causan la interrupción del ritmo circadiano. La interrupción circadiana frecuente se asocia con una mala salud, por lo que reducir su aparición seria realmente beneficioso.

2.14 Marco referencial: Banco Nación Sucursal Salta Capital

La historia de esta institución comienza en 1891, cuando el presidente Carlos Pellegrini la funda, en Capital Federal, como un medio para resolver las consecuencias de una crisis económica devastadora que afectaba al sistema bancario del momento. En el año siguiente, el 19 de enero de 1892, se abre la sucursal de nuestra provincia, la séptima en el país, en la esquina de Avenida Belgrano y Bartolomé Mitre.

Aparte de la casa central, hoy la república cuenta con "629 sucursales, 60 anexos operativos, 4 agencias móviles, 14 puestos de promoción, 3 dependencias en empresas clientes y 1 oficina de atención transitoria, lo que hace un total de 711 bocas de atención distribuidas a lo largo y a lo ancho de la geografía argentina." (Berensztein,2016, p 153)



Imagen fotográfica Banco Nación de Salta Casa central, Extraída de la página web de informateSalta.com.

La Sucursal central de Salta, ubicada en la intersección de calle Bartolomé Mitre y Avenida Belgrano, cuenta una planta baja donde se encuentra diferentes sectores: atención al cliente, línea de cajas, tesorería, contaduría, zona de control y seguridad, mayordomía, caja de seguridad, baños y comedor.

Luego se encuentra el entrepiso que cuenta con 6 oficinas distribuidas de la siguiente manera: gerencia y secretaría de gerencia, banca empresa, comercio exterior con líneas de cajas, cartera morosa y pre mora . Por otro lado, el primer piso está dividido en: gerencia zonal, secretaría de gerencia zonal, gerencia comercial, salón de reuniones, cartera morosa, responsable operativo, unidad de pago tarjeta de crédito, oficina de sumarios, oficina de legales, y de auditores. Tiene en la actualidad 25 oficinas en funcionamiento y aproximadamente 120 empleados en actividad. La arquitectura institucional con estilo francés, no fue modificada hasta el incendio ocurrido en 1988, donde los empleados debieron trasladarse para trabajar en otra sede durante 5 años. Las reparaciones ocasionadas por lo ocurrido, no afectó la estructura ni el estilo que hoy hacen de este edificio uno de los más significativos del casco céntrico de la ciudad.

Esta investigación se va a centrar en el estudio concreto de las oficinas del entrepiso. Entre las que se nombró, se elegirán aquellas que no cuentan con entradas de iluminación natural: La amplia oficina de secretaría de gerencia, que está compuesta por 9 empleados en actividad y la de cartera morosa con 3 empleados.

Esta selección de oficinas sin entrada de luz natural va a permitir que las mediciones que se realicen no estén contaminadas con iluminación proveniente del exterior, y sean puntualmente del sistema de iluminación artificial que se encuentra en funcionamiento en la actualidad.



3 Trabajo de Campo

3. TRABAJO DE CAMPO

En este capítulo se llevará a cabo el trabajo de campo, que se centrará en el análisis de las condiciones actuales de iluminación de las oficinas de acuerdo al Protocolo para la Medición de la Iluminación en el Ambiente Laboral, para relacionarlo con el aumento o disminución del confort lumínico de los trabajadores afectados.

Primeramente, se procederá a la medición de cada oficina por medio del método de puntos de medición explicado en el capítulo de metodología de la investigación. Luego, se realizará un relevamiento de cada oficina, a través de la observación metodológica de acuerdo a parámetros desarrollados en el capítulo del marco teórico (sistema de iluminación, reproducción del color, condiciones de contraste, etc).

A partir de esta observación se obtendrá una descripción más específica del diseño de iluminación actual de cada lugar y con ello se procederá a completar el formulario dispuesto por el protocolo para la medición de la iluminación en Argentina.

Por último, se implementará el formato de encuestas, desarrollado anteriormente, a todos los empleados implicados en el estudio para conocer la postura del personal acerca de las condiciones lumínicas de su ambiente laboral.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO.

El Banco de la Nación Argentina está ubicado en el casco céntrico de la ciudad, más específicamente en calle Mitre 151, entre avenida Belgrano y calle España. Las oficinas en las que se realizará el estudio son 3, mencionadas en el marco referencial del marco teórico: la secretaria de gerencia, la oficina de cartera morosa y la de pre-mora.

La primera y más amplia, cuenta con una superficie total de 94,44 m², debido a que durante la investigación sufrió un cambio que afectó tanto a esta oficina como a la de premora, uniendo ambas en una sola por medio de un arco.





OFICINA DE CARTERA MOROSA.

La segunda oficina es la de cartera morosa, con una superficie total de 16,35 m².

3.2 METODOLOGÍA DE CUADRÍCULA DE PUNTOS

Estas actividades tuvieron lugar en la cuarta semana del mes de noviembre del 2018. Además, de acuerdo a lo estipulado por el protocolo de medición de la iluminación, se completó una hoja de datos con la información del lugar a medir, el día, el horario de inicio y final, el instrumento y algunas observaciones que se notaron, como las remodelaciones en los espacios a estudiar.

Primeramente, se midieron las dimensiones de los recintos (ancho y largo), como así también la distancia entre el plano de trabajo (escritorio) y la fuente de luz. A partir de los resultados obtenidos, se aplicó la ecuación pertinente para conseguir el número de puntos para muestrear. La primera oficina en medir fue la de cartera morosa.

Oficina cartera morosa.

La medición con el luxómetro inicio a las 19:08 hs. de la tarde y finalizó a las 19:35 hs. (Las mediciones de las dimensiones del lugar se realizaron con anterioridad). El clima que se presentó ese día fue nublado, aunque cabe destacar que, en este caso por ser oficinas sin entrada de luz natural, no afectan las mediciones.

Teniendo la información necesaria del lugar, se calculó el número de puntos a muestrear:

$$(3,37 \times 4,85) / (1,75 \times (3,37 + 4,85)) = 16,35 / 14,38 = 1,087$$

$$\lceil (1,087 \times 2) \rceil = 9,48$$

El resultado final fue 9,48 puntos. Como no es un número entero, y de acuerdo a la teoría explicada en el marco metodológico, se redondeó al entero próximo, es decir, 10 puntos de muestreo.

A partir de este paso, se dividió el espacio rectangular en 10 partes iguales. Cada cuadrado de aproximadamente 1,68 m x 0,97 m, y de allí se buscó el punto medio para comenzar las mediciones con el Luxómetro.

El Luxómetro que se utilizó para realizar las mediciones fue el digital luz meter LX1010B número de serie 51011222. Este instrumento capta la luz transformándola en impulsos eléctricos, permitiendo medir los niveles de iluminancia de un lugar. Su unidad es el LUX.

Las mediciones se hicieron de acuerdo a lo establecido en el protocolo, con el instrumento colocado a la altura de la cadera, o aproximadamente 75-80 cm, y con cierta distancia del cuerpo. Los resultados obtenidos se pueden observar en el gráfico de abajo.

Una vez conocidos estos valores, se pasó a obtener la Iluminancia media del lugar:

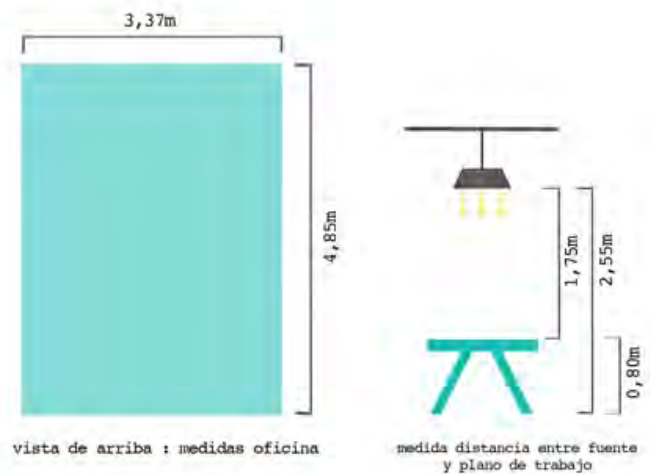


gráfico 1 medidas oficina cartera morosa

$$(168lx+135lx+215lx+184lx+222lx+180lx+185lx+109lx+108lx+76lx)/10=$$

$$(1582)/10=158,2 lx=E \text{ media (iluminancia media)}$$

| | |
|--------|--------|
| 168 lx | 135 lx |
| 215 lx | 184 lx |
| 222 lx | 180 lx |
| 185 lx | 109 lx |
| 108 lx | 76 lx |

resultados de las mediciones con luxómetro

Comparando el resultado con la tabla N° 1 que se desarrollo en el marco teórico de esta investigación de Iluminación mínima sobre el plano de trabajo en Argentina de acuerdo a la dificultad de la tarea visual, en este caso, discriminado como tarea moderada y prolongada, trabajos comunes de oficina como lectura, escritura y archivo, la iluminación sobre plano de trabajo establecida es de 300 lx a 750 lx. Por lo tanto, el valor no se acerca al mínimo, siendo de 158,2 lx la E media.

gráfico 2 resultados mediciones oficina cartera morosa

Luego, se comparó con la tabla N° 2 de la misma ley de Intensidad mínima de iluminación de acuerdo al local, en este caso, de "trabajo general de oficinas", donde la mínima es de 500 lx, encontrando una carencia de 341,8 lx para llegar al mínimo.

Seguidamente se procedió a verificar la uniformidad de la iluminancia, calculando la E mínima para cada punto de muestreo :

$$E \text{ mínima} = (E \text{ media})/2 = 158,2/2 = 79,1 \text{ lx}$$

Obtenido este resultado se pudo concluir que la uniformidad de la iluminancia se cumple en la mayoría de los puntos de muestreo salvo en un punto donde se obtuvo una iluminancia menor (76 lx) a la mínima (79,1lx).

Oficina secretaria de gerencia y pre-mora

La medición con Luxómetro de estas oficinas iniciaron a las 19.50 hs y finalizaron a las 20.34 hs. Las anotaciones del clima fueron las mismas que la oficina anterior, y en observaciones se detalló las reformas sufridas en ambas, generando un arco que las comunica completamente y las transforma en un sola oficina. Además, los pisos de alfombra fueron reemplazados por sintéticos de colores claros. Teniendo la información de las dimensiones de la oficina, se calculó el número de puntos a muestrear de la misma manera:

$$(21,56 \times 4,38) / (2,27 \times (21,56 + 4,38)) = 94,43 / 58,88 = 1,60$$

$$[(1,60 + 2)]^2 = 12,96$$

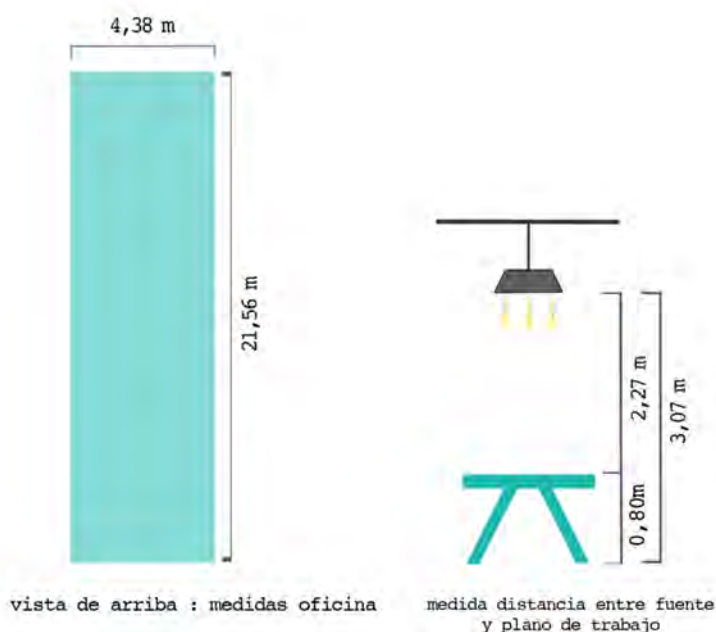


gráfico 3 medidas oficina secretaria de gerencia y pre mora

El resultante fue 12,96 que se lo redondeó al entero próximo, es decir 13. Como la forma de la oficina es rectangular, se tomaron 14 puntos de muestreo (el resultado de $\lceil (k+2) \rceil^2$ es el número mínimo de puntos de muestreo, puede optarse por tomar mas puntos). Se dividió el espacio en rectángulos de 2,19 m x 3,08 m y se midió en el punto medio de cada rectángulo. Los resultados obtenidos se pueden observar en el gráfico contiguo.

A partir de los valores obtenidos, se continuó con el cálculo de la E media, sumando todos los resultados y dividiendo por 14:

gráfico 4 resultados mediciones oficina secretaria de gerencia y pre mora

| | |
|--------|--------|
| 124 lx | 119 lx |
| 295 lx | 252 lx |
| 651 lx | 571 lx |
| 767 lx | 644 lx |
| 751 lx | 700 lx |
| 831 lx | 675 lx |
| 448 lx | 430 lx |

$$(124lx+119lx+295lx+252lx+615lx+571lx+767lx+644lx+757lx+700lx+831lx+675lx+448lx+430lx)/ (14)=7264lx/14=518lx$$

La iluminancia media (E media = 518 lx) del recinto se encuentra dentro de los niveles de iluminación mínima sobre planos de trabajo estipulados en la tabla N° 4, que es entre 300 lx y 750 lx, y en la mínima de acuerdo al local de la tabla N°5, en este caso oficinas, que es 500 lx.

Por último, se procedió a verificar la uniformidad de la iluminancia, obteniendo la E mínima para cada punto de muestreo :

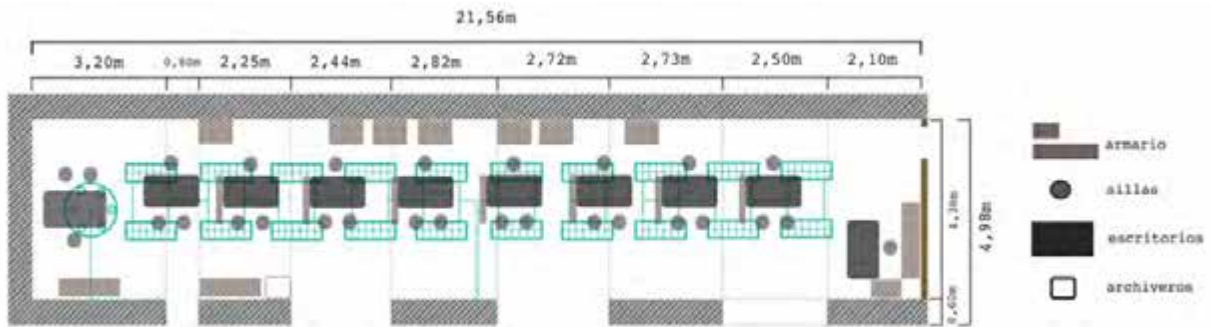
$$E \text{ mínima} = (E \text{ media})/2 = (518 \text{ lx})/2 = 259 \text{ lx}$$

La iluminancia mínima en cada punto de muestreo resulto ser de 259 lx, lo que permite concluir que en el sector donde anteriormente se encontraba la oficina de premora se encontró varios puntos por debajo de la mínima (diferenciados en color)

Formularios protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral

A continuación, se pueden observar los formularios establecidos y obligatorio según lo estipulado en el decreto 351/79 desarrollado en el marco metodológico de esta investigación, que se generan luego de realizar las mediciones en los espacios a analizar. La oficina de secretaria y pre-mora fueron analizadas y medidas como una sola, por lo que comparten formulario.

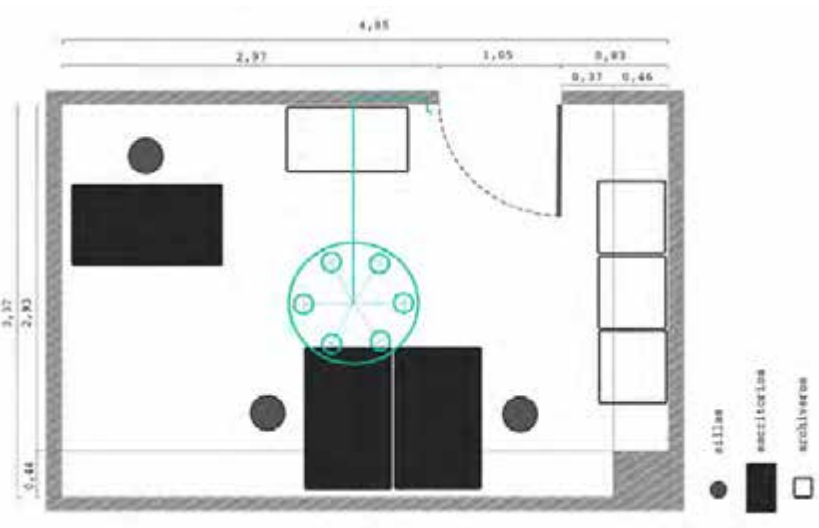
FORMULARIO N°1 OFICINA DE SECRETARIA Y PRE MORA

| | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| PROTOCOLO PARA LA MEDICIÓN DE LA ILUMIANCIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL | | |
| (1) Razón Social: Banco de la Nación Sede Salta Capital casa central. | | |
| (2) Dirección: Bartolomé Mitre 151 | | |
| (3) Localidad: Salta | | |
| (4) Provincia: Salta | | |
| (5) C.P.:4400 | (6) C.U.I.T.: 30-50001091-2 | |
| Horarios/Turnos Habituales de Trabajo: un turno de 7.30 hs. Desde las 8.15 am a 15.45 | | |
| Datos de la Medición | | |
| Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: digital luz meter LX1010B número de serie 51011222 | | |
| Fecha de Calibración del Instrumental utilizado en la medición: | | |
| Metodología Utilizada en la Medición: se utilizó el método de cuadrícula de puntos | | |
| Fecha de la Medición: 24 /11/2018 | Hora de Inicio: 19:08 hs | Hora de Finalización: 19:35 |
| Condiciones Atmosféricas: Nublado | | |
| Documentación que se Adjuntará a la Medición | | |
| <p>Plano o Croquis del establecimiento.</p>  <p>The diagram shows a rectangular office layout with a total width of 21,56m and a total depth of 4,98m. The width is divided into sections of 3,20m, 0,40m, 2,25m, 2,44m, 2,82m, 2,72m, 2,73m, 2,50m, and 2,10m. The depth is divided into 1,10m and 3,88m. A legend on the right identifies symbols for 'armario' (cabinet), 'sillas' (chairs), 'escritorios' (desks), and 'archiveros' (filing cabinets). The desks are arranged in a row, with chairs positioned in front of them. Cabinets and filing cabinets are placed along the walls.</p> | | |
| Observaciones: la oficina de secretaria de gerencia sufrió cambios de infraestructura que la unió con la oficina de pre mora | | |

FORMULARIO Nº 2 OFICINA SECRETARIA DE GERENCIA Y PRE MORA

| PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABOR | | | | | | | | | |
|--|----------|----------------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|--------------------|---|
| Razón Social: Banco de la Nación Argentina sede Salta casa Central | | | | | C.U.I.T.:30-50001091-2 | | | | |
| Dirección: Bartolomé Mitre 151 | | | Localidad: Salta | | CP:4400 | | Provincia: Salta | | |
| Datos de la Medición | | | | | | | | | |
| Punto de Muestreo | Hora | Sector | Sección / Puesto / Puesto Tipo | Tipo de Iluminación : Natural / Artificial / Mixta | Tipo de Fuente Lumínica : Incandescente / Descarga / Mixta | Iluminación : General / Localizada / Mixta | Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima \geq (E media)/2 | Valor Medido (Lux) | Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79 |
| 1 | 19:50 PM | SECRETARIA DE GERENCIA Y PREMORA | OFICINA ADMINISTRATIVA | ARTIFICIAL | DESCARGA | GENERAL | 119 LX > 259 LX | 518 LX | 500 LX O MAS |
| 2 | 19:53 | | | | | | | | |
| 3 | 19:56 | | | | | | | | |
| 4 | 19:59 | | | | | | | | |
| 5 | 20:05 | | | | | | | | |
| 6 | 20:09 | | | | | | | | |
| 7 | 20:12 | | | | | | | | |
| 8 | 20:16 | | | | | | | | |
| 9 | 20:18 | | | | | | | | |
| 10 | 20:21 | | | | | | | | |
| 11 | 20:24 | | | | | | | | |
| 12 | 20:28 | | | | | | | | |
| 13 | 20:31 | | | | | | | | |
| 14 | 20:34 | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: LAS MEDICIONES SE REALIZARON UN DÍA NO LABORAL FUERA DE LOS HORARIOS DE TRABAJO QUE POSEE LA INSTITUCIÓN , PERO QUE NO TENDRA RELEVANCIA EN LA MEDICIÓN DEBIDO A QUE LAS OFICINAS NO POSEEN VENTANAS NI OTROS INGRESOS DE LUZ NATURAL | | | | | | | | | |

FORMULARIO Nº 1 OFICINA CARTERA MOROSA

| PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| (1) Razón Social: Banco de la Nación Sede Salta Capital casa central. | | |
| (2) Dirección: Bartolomé Mitre 151 | | |
| (3) Localidad: Salta | | |
| (4) Provincia: Salta | | |
| (5) C.P.:4400 | (6) C.U.I.T.: 30-50001091-2 | |
| Horarios/Turnos Habituales de Trabajo: un turno de 7.30 hs. Desde las 8.15 am a 15.45 | | |
| Datos de la Medición | | |
| Marca, modelo y número de serie del instrumento utilizado: digital luz meter LX1010B número de serie 51011222 | | |
| Fecha de Calibración del Instrumental utilizado en la medición: | | |
| Metodología Utilizada en la Medición: se utilizó el método de cuadrícula de puntos | | |
| Fecha de la Medición: 24 /11/2018 | Hora de Inicio: 19.08 | Hora de Finalización: 19.35 |
| Condiciones Atmosféricas: Nublado | | |
| Documentación que se Adjuntará a la Medición | | |
|  | | |
| Observaciones: de 6 lámparas en el sistema de iluminación, 2 fuera de funcionamiento. | | |

FORMULARIO Nº 2 OFICINA CARTERA MOROSA

| PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABOR | | | | | | | | | |
|---|-------------|----------------------------------|---|---|--|--|---|--------------------------|---|
| Razón Social: Banco de la Nación Argentina sede Salta casa Central | | | | | C.U.I.T.:30-50001091-2 | | | | |
| Dirección: Bartolomé Mitre 151 | | | Localidad: Salta | | CP:4400 | | Provincia: Salta | | |
| Datos de la Medición | | | | | | | | | |
| Punto de Muestreo | Hora | Sector | Sección / Puesto / Puesto Tipo | Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta | Tipo de Fuente Lumínica: Incandescen te / Descarga / Mixta | Iluminación: General / Localizada / Mixta | Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima \geq (E media)/2 | Valor Medido (Lux) | Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79 |
| 1 | 19:08 PM | OFICINA CARTER A MOROSA | OFICINA ADMINIS TRATIVA | ARTIFICIAL | DESCARGA | MIXTA | 76LX >79.1 LX | 158,2 LX | 500 LX O MAS |
| 2 | 19:11 | | | | | | | | |
| 3 | 19:15 | | | | | | | | |
| 4 | 19:17 | | | | | | | | |
| 5 | 19:20 | | | | | | | | |
| 6 | 19:23 | | | | | | | | |
| 7 | 19:25 | | | | | | | | |
| 8 | 19:28 | | | | | | | | |
| 9 | 19:31 | | | | | | | | |
| 10 | 19:35 | | | | | | | | |
| Observaciones: LAS MEDICIONES SE REALIZARON UN DIA NO LABORAL FUERA DE LOS HORARIOS DE TRABAJO QUE POSEE LA INSTITUCION , PERO QUE NO TENDRA RELEVANCIA EN LA MEDICION DEBIDO A QUE LAS OFICINAS NO POSEEN VENTANAS NI OTROS INGRESOS DE LUZ NATURAL. | | | | | | | | | |

Estos formularios permitieron exponer en forma de tabla los resultados obtenidos de las mediciones, además de otras observaciones acerca del actual diseño de iluminación. En conjunto con el llenado de estos formularios, se realizó la observación sistemática de las oficinas a través del cuadro de observación, para obtener un relevamiento más detallado y descriptivo de los locales.

3.3 RELEVAMIENTO DEL LUGAR

El proceso de recolección de datos a través de la observación sistemática se llevó a cabo en la cuarta semana de noviembre del 2018. En esta etapa se pretendió realizar un relevamiento del lugar teniendo en cuenta factores lumínicos que influyen de manera directa en el confort lumínico de las personas. A través de un cuadro de observación se pudo discriminar estos factores presentes en los diferentes espacios. (Ver cuadro N° 1).

Sistemas de iluminación.

Según la superintendencia de riesgos de trabajo de Argentina es importante examinar un lugar de trabajo no solo con criterios cuantitativos sino también cualitativos.

El método de observación que permitió generar una descripción del estado actual en el que se encuentra el sistema de iluminación de cada oficina, consistió en la inspección del alumbrado físico, tangible y su disposición para determinar el tipo de iluminación y la direccionalidad propuesta en cada espacio. Los detalles estructurados en forma de texto de las oficinas de SECRETARIA DE GERENCIA, PRE – MORA Y CARTERA MOROSA fueron obtenidos gracias al cuadro de observación anteriormente presentado.

3.3.2 Oficina de Secretaría

Se observó un sistema de iluminación generalizado, con dirección semidirecta. De acuerdo a la teoría, este tipo de instalación evita un flujo totalmente dirigido por lo que los riesgos de deslumbramiento son bajos. Se encontraron soportes empotrados en el techo, cada luminaria con rejilla, lo que significa una iluminación uniforme, con contrastes y brillos reducidos, minimizando las sombras y generando amplitud. Se observó la presencia de superficies con poco factor de reflexión por el tipo de material y el color (muebles de madera color marrón: Factor de reflexión de 0.10-0.25) y ventanales de vidrio (superficie transparente) que permiten la transmisión de parte del flujo de luz del sistema hacia otro sector (no exterior).

La temperatura de color del alumbrado se percibe como luz día (información también detallada en las lámparas 6700k). Las lámparas de tubos fluorescentes se encuentran empotradas en el techo en grupos de dos, con una rejilla reflectante como se mencionó anteriormente, cada una de ellas con una potencia de 36 watts. Debido al tipo de luminarias, la reproducción de color no es adecuada (indicado en las lámparas con un CRI de >80).

Se percibió una condición de contrastes neutral, lo que significa que puede diferenciarse las luminancias entre un objeto y un fondo sin problemas. No se percató la presencia de luces intermitentes, como tampoco el fenómeno de flicker (parpadeo) en los tubos fluorescentes dentro de lo visualmente observable, teniendo en cuenta que la frecuencia de los tubos es de 50 HZ (produce un parpadeo imperceptible)

Una observación acotada en el cuadro fue la remodelación que sufrió la oficina durante el estudio, que sustituyó los pisos alfombrados azules por un símil flotante de madera color claro, y el retoque de la pintura de las paredes y techos, además de la unión de con la oficina de pre-mora.

3.3.1 Oficina de Pre-Mora

La misma sufrió un cambio importante durante el estudio debido a que fue unida con la oficina de Secretaria de Gerencia por medio de un arco. Se observó un sistema de iluminación mixto (localizado generalizado), con dirección difusa, que dirige la mitad del flujo luminoso hacia abajo y la otra parte hacia el techo, por lo que no existe riesgo de deslumbramientos. Se debe tener en cuenta que esta oficina comparte el flujo luminoso que aporta el sistema instalado anteriormente en la oficina de Secretaria de Gerencia. La reproducción de color (CRI) no es la más apropiada, según la información detallada en las lámparas fluorescentes de >80. La potencia de las lámparas es de 26 Watts.

Al igual que en la oficina de cartera morosa, se encontró un soporte suspendido desde el techo (araña), con una cantidad de 6 Lámparas, todas en funcionamiento. Son instalaciones fijas uplights.

Nuevamente, se observó la presencia de superficies reflectantes como las hojas, las pantallas de ordenador y el color claro en las paredes y techos. El mobiliario, presente en todas las oficinas estudiadas, posee un alto factor de absorción debido al color.(marrón oscuro un factor de absorción de 0.75). Las condiciones de contraste son buenas.

3.3.3 Oficina Cartera Morosa

En la oficina de cartera morosa se observó un sistema mixto (general localizado), con dirección difusa, generando una iluminancia general reducida en las áreas de trabajo, debido a que el flujo sufre muchas reflexiones antes de llegar al lugar de interés. La uniformidad general es baja y los contrastes un poco más realzados. La percepción de baja iluminación genera la sensación de reducción del espacio.

La reproducción cromática es neutral, de acuerdo a la información aportada en las lámparas, estas tienen una potencia de 26 Watts.

El soporte se encuentra en el medio de la oficina, suspendido desde el techo (araña). Son instalaciones fijas uplights, debido a que irradian la luz hacia arriba para reflejar el flujo en el techo y luego bañar el lugar. Al igual que en la oficina de secretaria de gerencia, se observó la presencia de brillos en los soportes cromados de los escritorios y en pantallas de computadoras. Al mismo tiempo, se observaron superficies reflectantes en las hojas y en las paredes y techos pintados de colores claros (esto último compensa el sistema localizado haciendo una irradiación mas difusa e uniforme). La cantidad de mobiliario para un espacio reducido como este, favorece la absorción de parte del flujo luminoso. Las condiciones de contraste son buenas y permite diferenciar los objetos de los fondos. Se percató la ausencia de 2 lámparas de un sistema de

Cuadro N° 1 observación metodológica

| oficina | Dia / hora | | | Direccionalidad | | | Temperatura | | | Reproducción de color | | Lámparas | | | Instalación | | | Superficies | | | Condiciones de contrastes | | | observaciones | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------------------------|------|-------|-----------------|--------------|--------|-------------|---------|-------------|-----------------------|-----|----------|--------------|---------|------------------------|-----|-----------|-------------|--------------------------|-------------|---------------------------|------|------|---------------|------|---|------|------|------|------|----------|--------|------|----|----|---------|---|
| | Gen. | Loc. | Mixto | directo | Semi directo | difusa | Blanco | Luz día | Blanco Frio | 100 | >85 | <80 | Incandescent | Incand. | Vapor de Fluorescentes | led | Fija Down | Fija Down | Fija un.laht orientables | estructuras | >0.70 | 0.35 | 0.04 | | 0.50 | 0 | 0.90 | 0.30 | 0.60 | 0.90 | adecuada | neutra | maia | si | no | Cuales? | |
| 1 | Secretaría de gerencia | | | Vier/14,36 | | | | | | | | X | | | X | | | X | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | Ventanales de vidrio que conectan con otro sector del banco. (de 2,20 m x 1,70) Remodelación : cambio de pisos flotantes de madera. |
| 2 | Cartera | | | Vier/15,30 | | | | X | | | | X | | | X | | | X | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | 2 fuera de funcionamiento. |
| 3 | Pre mora | | | Vier/15,10 | | | | X | | | | X | | | X | | | X | | | X | | | | | X | | | | | | | | | | | Unión con la oficina de secretaria de gerencia a través de un arco. |

3.4 CUADROS COMPARATIVOS DE OFICINAS ÓPTIMAS Y RESULTADOS

Una vez completado los formularios de cada medición y realizada la descripción de los diseños de iluminación de los locales, se realizó un cuadro comparativo, a modo de test, para establecer si el actual diseño cumple con las condiciones óptimas (establecidas en el marco teórico) para el confort lumínico de los trabajadores. Se eligieron las categorías de CUMPLE, NO CUMPLE, NO APLICA. Esta última categoría hace referencia a parámetros que no entren en lo óptimo pero que tampoco entren en la categoría de NO CUMPLE debido a que comparte características de uno y otro.

Cuadro comparativo N° 2 oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| Oficina secretaria de gerencia y pre mora | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|---------------|
| Variable | Parámetros óptimos | Parámetros obtenidos | cumple | no cumple | No aplica | observaciones |
| 1 | Nivel de iluminación | 500 lx | 518 lx | X | | |
| 2 | uniformidad | Em ≥ EMedia | 119≥259 | | X | |
| 3 | sistema de iluminación | general | mixto | | X | |
| 4 | direccionalidad | Semi directa/difusa | Semi directa | X | | |
| 5 | Temperatura | Luz día | Luz día | X | | |

| Variable | Parámetros óptimos | Parámetros obtenidos | cumple | no cumple | No aplica | observaciones |
|----------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|--|
| 6 | CRi | 100 | 80 | X | | |
| 7 | Lámparas | incandescente e halógena | fluorescente | X | | |
| 8 | Instalación | Fija Down con retícula | Fija down con retícula y fija up | | X | Cada sector tiene una instalación diferente por ende no aplica |
| 9 | Superficies reflectantes | 0.7 | 0.7 | X | | Paredes y techo blanco |
| 10 | Superficies traslucidas | 0 | 0.9 | | X | Ventanales de vidrio que dan hacia otro sector, produciendo una fuga de flujo luminoso |
| 11 | Superficies absorbentes | 0.3 | 0.6 | | X | Mobiliario de color marrón con factor de 0.60 |
| 12 | Condiciones de contrastes | Adecuada/ Neutra | neutra | X | | Se puede diferenciar formas |
| 13 | Presencia de luces intermitentes | no | no | X | | |

Cuadro comparativo n°2 Oficina cartera morosa.

| Oficina cartera morosa | | | | | | |
|------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------|-----------|-----------|---|
| Variable | Parámetros óptimos | Parámetros obtenidos | cumple | no cumple | No aplica | observaciones |
| 1 | Nivel de iluminación | 500 lx | 158,2 lx | | X | muy por debajo de lo estipulado en el decreto 351/790 |
| 2 | uniformidad | $E_m \geq E_{Media}$ | $76 \geq 79$ | | X | |
| 3 | sistema de iluminación | general | mixto | | X | |
| 4 | direccionalidad | Semi directa/ difusa | difusa | | X | |
| 5 | Temperatura | Luz día | Luz día | X | | |
| 6 | CRi | 100 | 80 | | X | |
| 7 | Lámparas | incandescente halógena | fluorescente | | X | Dos lámparas fuera de funcionamiento |
| 8 | Instalación | Fija Down con retícula | fija up | | X | |
| 9 | Superficies reflectantes | 0.7 | 0.7 | X | | Paredes y techo blanco |
| 10 | Superficies traslucidas | 0 | 0 | X | | |
| 11 | Superficies absorbentes | 0.3 | 0.6 | | X | Mobiliario de color marrón con factor de 0.60 |
| 12 | Condiciones de contrastes | Adecuada/ Neutra | neutra | X | | Se puede diferenciar formas |
| 13 | Presencia de luces intermitentes | no | no | X | | |

3.5 CODIFICACIÓN DE DATOS

A partir del cuadro comparativo, se realizó la codificación de las variables para cada oficina para proceder a la distribución de frecuencia y obtener resultados porcentuales.

La codificación tomó la siguiente estructura:

Cumple= 1

No cumple = 0

No aplica = 3

Cuadro N° 4 Codificación de datos.

| Variable | oficina se secretaria de gerencia y pre mora | oficina cartera morosa |
|----------------------------------|--|------------------------|
| Nivel de iluminación | 1 | 0 |
| Uniformidad | 0 | 0 |
| Sistema de iluminación | 0 | 0 |
| Direccionalidad | 1 | 0 |
| Temperatura | 1 | 1 |
| CRI | 0 | 0 |
| Lámparas | 0 | 0 |
| Instalación | 3 | 0 |
| Superficies reflectantes | 1 | 1 |
| Superficies traslucidas | 0 | 1 |
| Superficies absorbentes | 0 | 0 |
| Condiciones de contrastes | 1 | 1 |
| Presencia de luces intermitentes | 1 | 1 |

Luego de generar el libro de códigos (Cuadro n°4), se pasó a realizar la distribución de frecuencias (en Excel) donde las categorías pasaron a ser variables para poder establecer, justamente, la frecuencia con la que ocurre cada fenómeno. En otras palabras, se trata de definir la continuidad en la que se cumplen los parámetros óptimos establecidos desde el marco teórico. Para facilitar la lectura de los cuadros se acompañó de un gráfico de torta para representar los porcentajes de cada variable y luego analizar resultados.

3.6 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LAS OFICINAS

Cuadro N° 5 distribución de frecuencias de Oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| variable | códigos | frecuencia | fr |
|-----------|---------|------------|------|
| cumple | 1 | 6 | 0.46 |
| no cumple | 0 | 6 | 0.46 |
| no aplica | 3 | 1 | 0.08 |
| | | 13 | 1 |



Gráfico N°5 Torta Oficina secretaria de gerencia y pre mora

Se puede deducir que la oficina de secretaria de gerencia y pre mora cumple con la mitad de los parámetros óptimos necesarios para un sistema de iluminación de oficina, que no solo engloba un cierto nivel de iluminancia e uniformidad,, como establece el protocolo sino también las otras variables que podemos observar en el libro de codificación.

Cuadro N°6 distribución de frecuencias de Oficina cartera morosa

| variable | códigos | frecuencia | fr |
|-----------|---------|------------|------|
| cumple | 1 | 5 | 0.38 |
| no cumple | 0 | 8 | 0.62 |
| no aplica | 3 | 0 | 0 |
| | | 13 | 1 |

Por otra parte, la oficina de cartera morosa presenta un porcentaje mayor del 62% de parámetros que no entran dentro de los óptimos a diferencia de la oficina anterior, solo teniendo un 38% con parámetros que si.



3.7 ENCUESTAS

Las encuestas fueron realizadas entre la segunda y tercera semana de agosto 2019. Estas fueron auto administradas, esto quiere decir que fueron contestan.” (Hernandez Sampieri 2006, p 233). Las respuestas fueron marcadas directamente por ellos.

Las encuestas (ver anexo 2), desarrolladas con el método de escalamiento de Likert, buscaron que cada participante reaccione ante las afirmaciones que la conformaban eligiendo uno de las cinco categorías de la escala: TOTALMENTE EN DESACUERDO (1) EN DESACUERDO (2) NEUTRO(3) DE ACUERDO (4) TOTALMENTE DE ACUERDO (5). Al generar las frases como afirmación, permitió establecer una calificación acerca del actual diseño de iluminación y poder establecer la relación pertinente a la variable CONFORT LUMINICO.

Estas fueron aplicadas a los 12 empleados que se encuentran en la actualidad trabajando bajo el sistema de iluminación de la secretaria de gerencia y la de pre mora, con los 3 que trabajan en la oficina de cartera morosa, obteniendo un total de 15 encuestas.

El primer paso para el análisis estadístico de los cuestionarios fue clasificar cada frase de la encuesta en las dimensiones de la variable CONFORT LUMÍNICO (cuadro n° 7) y luego codificar cada variable presentada en la encuesta con valores numéricos, como se observa en el cuadro n°8.

Cuadro n° 7 Clasificación de dimensiones

| COLUMNAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|---------------|-----------|---------------------|------------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| VARIABLES | EDAD | SEXO | TIPO DE OFICINA | TEMPO PERMANENCIA (HS) | FACTORES LUMINICOS | ESTADOS EMOCIONALES | ESTADOS FISICOS | ILUMINACIÓN PUESTO DE TRABAJO |
| CATEGORIAS | Escala Razón. | femenino | privada | 5 | Frase 1 (luminancia) | Frase 2 (amplitud) | Frase 8 (energía) | Adecuada |
| | | masculino | Cerrada compartida | 6 | Frase 3 (CRi) | Frase 4 (comodidad) | Frase 9 (somnolencia) | Poco molesta |
| | | | cubículos | 7 | Frase 5 (sombras molestas) | Frase 7 (tranquilidad) | Frase 12 (postura) | molesta |
| | | | Área sin divisiones | 8 | Frase 6 (brillos molestos) | Frase 10 (concentración) | Frase 13 (fatiga visual) | Muy molesta |
| | | | otra | Mas de 8 | Frase 11 (contraste) Frase 15 (condiciones) | Frase 14 (luz natural) | | |

Cuadro nº 8 Codificación de datos

| variable confort lumínico | categoría | códigos | columnas |
|----------------------------|--------------------------|---------|----------|
| sexo | femenino | 1 | 2 |
| | masculino | 2 | |
| tipo de oficina | privada cerrada | 1 | 3 |
| | cerrada compartida | 2 | |
| | Cubículos con divisiones | 3 | |
| | abierta sin divisiones | 4 | |
| | otra | 5 | |
| tiempo de permanencia | 5 horas | 1 | 4 |
| | 6 horas | 2 | |
| | 7 horas | 3 | |
| | 8 horas | 4 | |
| | mas de 8 | 5 | |
| frase 1 (luminancia) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| frase 2 (amplitud) | totalmente en desacuerdo | 1 | 6 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| frase 3 (CRI) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| frase 4 (comodidad) | totalmente en desacuerdo | 1 | 6 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 5 (sombras molestas) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| frase 6 (brillos molestos) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |

| | | | |
|---------------------------------|--------------------------|---|---|
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 7 (Tranquilidad) | totalmente en desacuerdo | 1 | 6 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 8 (Energía) | totalmente en desacuerdo | 1 | 7 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 9 (Somnolencia) | totalmente en desacuerdo | 1 | 7 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 10 (Concentración) | totalmente en desacuerdo | 1 | 6 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 11 (Contraste) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 12 (Postura) | totalmente en desacuerdo | 1 | 7 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 13 (Fatiga visual) | totalmente en desacuerdo | 1 | 7 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 14 (Luz natural) | totalmente en desacuerdo | 1 | 6 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|---|---|
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Frase 15 (condiciones) | totalmente en desacuerdo | 1 | 5 |
| | en desacuerdo | 2 | |
| | neutro | 3 | |
| | de acuerdo | 4 | |
| | totalmente de acuerdo | 5 | |
| Iluminación puesto de trabajo | adecuada | 1 | 8 |
| | algo molesta | 2 | |
| | molesta | 3 | |
| | muy molesta | 4 | |

A partir de la generación del libro de código, se paso a registrar cada encuesta en una matriz de datos. Esta matriz permite una lectura más simple de las categorías por cada dimensión de la variable de estudio. Asimismo, se discriminó cada frase con un respectivo color para las variables compuestas FACTORES LUMÍNICOS, FACTORES EMOCIONALES Y FACTORES FÍSICOS, y se realizó una matriz por la oficina secretaria de gerencia y pre mora y otra por la de cartera morosa. Como resultado se obtuvieron los siguientes cuadros:

Cuadro N° 9 Matriz oficina secretaria de gerencia y pre mora

| Sujeto | edad | sexo | tipo de oficina | tiempo de permanencia | Luminancia | amplitud | CRI | comodidad | sombras molestas | brillos molestos | tranquilidad | energía | somnolencia | concentración | contraste | postura | fatiga visual | luz natural | condiciones | iluminación |
|--------|------|------|-----------------|-----------------------|------------|----------|-----|-----------|------------------|------------------|--------------|---------|-------------|---------------|-----------|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 37 | 1 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 2 | 60 | 1 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| 3 | 39 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 4 | 46 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| 5 | 39 | 1 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| 6 | 40 | 1 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 1 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 7 | 43 | 2 | 3 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| 8 | 36 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 |
| 9 | 43 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| 10 | 41 | 2 | 3 | 5 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 11 | 57 | 1 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 |
| 12 | 37 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 |

Cuadro N° 10 matriz oficina carter morosa

| Sujeto | edad | sexo | tipo de oficina | tiempo de pertenencia | Luminancia | movilidad | CR | comodidad | sombras molestas | bulbos molestos | tranquilidad | energía | acomodancia | concentración | contraste | postura | fatiga visual | luz natural | condiciones | iluminación |
|--------|------|------|-----------------|-----------------------|------------|-----------|----|-----------|------------------|-----------------|--------------|---------|-------------|---------------|-----------|---------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 49 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 |
| 2 | 53 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| 3 | 40 | 1 | 2 | 5 | 4 | 3 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 3 |

3.7.1 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

De acuerdo a lo que sugiere Grasso (s.f.) el análisis estadístico de los datos comienza con la descripción de cada variable, y primeramente se realiza una tabla de distribución de frecuencias, cualquiera sea la escala de medición. A continuación, se puede observar las tablas de distribución de frecuencia por cada dimensión (variable compuesta) de la variable de estudio, donde X son las categorías de cada frase, N el número de casos, F las frecuencias absolutas, es decir la cantidad de casos observados y Fr las frecuencias relativas que son la proporción que representan en relación al total de casos (fr).

Cuadro n° 11 distribución de frecuencias factores lumínicos Oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| X | FACTORES LUMINICOS | |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 0 | 0.00 |
| (2) en desacuerdo | 14 | 0.19 |
| (3) neutro | 15 | 0.21 |
| (4) de acuerdo | 36 | 0.50 |
| (5) totalmente de acuerdo | 7 | 0.10 |
| N=72 | 72 | 1.00 |

Cuadro n° 12 distribución de frecuencias factores emocionales Oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| X | FACTORES EMOCIONALES | |
|------------------------------|----------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 9 | 0.15 |
| (2) en desacuerdo | 18 | 0.30 |
| (3) neutro | 26 | 0.43 |
| (4) de acuerdo | 7 | 0.12 |
| (5) totalmente de acuerdo | 0 | 0.00 |
| N=60 | 60 | 1.00 |

Cuadro n° 13 distribución de frecuencias factores físicos Oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| X | FACTORES FISICOS | |
|------------------------------|------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 2 | 0.04 |
| (2) en desacuerdo | 24 | 0.50 |
| (3) neutro | 12 | 0.25 |
| (4) de acuerdo | 7 | 0.15 |
| (5) totalmente de acuerdo | 3 | 0.06 |
| N=48 | 48 | 1.00 |

Cuadro n° 14 distribución de frecuencias iluminación Oficina de secretaria de gerencia y pre mora

| X | ILUMINACION | |
|--------------|-------------|-------------|
| | f | fr |
| adecuada | 1 | 0.08 |
| algo molesta | 9 | 0.75 |
| molesta | 2 | 0.17 |
| muy molesta | 0 | 0.00 |
| N=12 | 12 | 1.00 |

Tabla nº 15 distribución de frecuencias factores lumínicos Oficina cartera morosa

| X | FACTORES LUMINICOS | |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 0 | 0.00 |
| (2) en desacuerdo | 0 | 0.00 |
| (3) neutro | 4 | 0.22 |
| (4) de acuerdo | 14 | 0.78 |
| (5) totalmente de acuerdo | 0 | 0.00 |
| N=18 | 18 | 1.00 |

Tabla nº 16 distribución de frecuencias factores emocionales Oficina cartera morosa

| X | FACTORES EMOCIONALES | |
|------------------------------|----------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 1 | 0.07 |
| (2) en desacuerdo | 10 | 0.67 |
| (3) neutro | 4 | 0.27 |
| (4) de acuerdo | 0 | 0.00 |
| (5) totalmente de acuerdo | 0 | 0.00 |
| N=15 | 15 | 1.00 |

Tabla nº 17 distribución de frecuencias factores físicos Oficina cartera morosa

| X | FACTORES FISICOS | |
|------------------------------|------------------|-------------|
| | f | fr |
| (1) totalmente en desacuerdo | 2 | 0.17 |
| (2) en desacuerdo | 7 | 0.58 |
| (3) neutro | 2 | 0.17 |
| (4) de acuerdo | 1 | 0.08 |
| (5) totalmente de acuerdo | 0 | 0.00 |
| N=12 | 12 | 1.00 |

Tabla nº 18 distribución de frecuencias iluminación Oficina cartera morosa

| X | ILUMINACION | |
|--------------|-------------|-------------|
| | f | fr |
| adecuada | 0 | 0.00 |
| algo molesta | 1 | 0.33 |
| molesta | 2 | 0.67 |
| muy molesta | 0 | 0.00 |
| N=3 | 3 | 1.00 |

Una vez generadas las tablas de distribución de frecuencia, para facilitar la lectura y acompañar cada cuadro se paso a representar gráficamente las distribuciones de frecuencia por medio de gráfica de barras.

Gráfico nº7 de barras Secretaria de gerencia y pre mora



Gráfico nº8 de barras Cartera Morosa



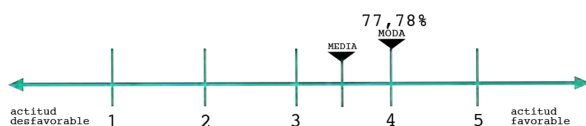
3.7.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Con los datos generados en la matriz de datos, se obtuvo para cada variable la media, la moda y la desviación estándar del número de casos. Estas son las medidas de tendencia central que nos permiten terminar de comprender los resultados de las distribuciones de frecuencia. La primera, la media, es el promedio del número de casos. La moda es el valor que más se repite y la desviación estándar el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Para cada oficina, se conformaron las siguientes tablas:

| TABLA Nº 19 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL OFICINA SECRETARIA DE GERENCIA Y PRE MORA | | | | | | |
|--|----|--------|--------|-------|------|-------------|
| VARIABLE | N | MINIMO | MAXIMO | MEDIA | MODA | DESVIACION |
| FACTORES FISICOS | 48 | 1 | 5 | 2.7 | 2 | 0.992659227 |
| FACTORES LUMINICOS | 72 | 1 | 5 | 3.5 | 4 | 0.91927712 |
| FACTORES EMOCIONALES | 60 | 1 | 5 | 2.49 | 3 | 0.878338584 |
| ILUMINACION | 12 | 1 | 4 | 2.08 | 2 | 0.514928651 |

| TABLA N° 20 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL OFICINA CARTERA MOROSA | | | | | | |
|---|----|--------|--------|-------|------|-------------|
| VARIABLE | N | MINIMO | MAXIMO | MEDIA | MODA | DESVIACION |
| FACTORES FISICOS | 12 | 1 | 5 | 2.17 | 2 | 0.83484711 |
| FACTORES LUMINICOS | 18 | 1 | 5 | 3.78 | 4 | 0.427792632 |
| FACTORES EMOCIONALES | 15 | 1 | 5 | 2.2 | 2 | 0.560611911 |
| ILUMINACION | 3 | 1 | 4 | 2.67 | 3 | 0.577350269 |

Para comprender mejor los resultados de las medidas de tendencia central, se tomó el rango potencial de la escala del 1 al 5 (utilizado en las encuestas) para establecer la actitud favorable o desfavorable ante el diseño de iluminación de las oficinas estudiadas desde FACTORES FÍSICOS, LUMÍNICOS, EMOCIONALES E ILUMINACIÓN. De esta manera, en los casos de factores físicos, lumínicos y emocionales, 5 correspondería a una actitud favorable y 1 desfavorable. En cuanto a la variable Iluminación, la escala tomó un rango de 1 a 4, donde 1 es favorable y 4 desfavorable.

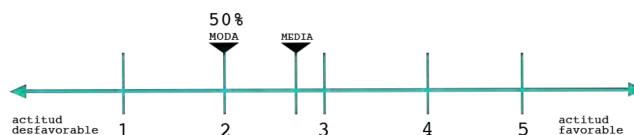


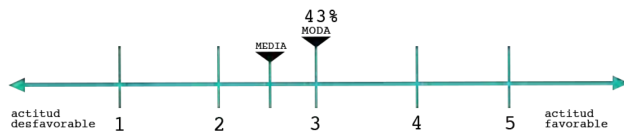
Actitud hacia el diseño de iluminación desde Factores Físicos oficina de secretaria de gerencia y pre-mora:

Se puede observar que la actitud ante el diseño de iluminación desde los factores físicos es desfavorable, ya que la moda que es 2 es el 50% de los casos y la media se encuentra entre las respuestas en desacuerdo y neutro de las encuestas. La desviación estándar es mayor a 0.5 pero menor a 1 debido a que se encontraron casos en los que estaban totalmente en desacuerdo (16.67%) y un porcentaje muy pequeño (8.75%) que si estaba de acuerdo. Se recuerda que los factores físicos son aquellos donde el diseño de iluminación incide sobre las sensaciones físicas como la energía, el cansancio, la somnolencia y todo lo que se relacione con cambios en el cuerpo.

Actitud hacia el diseño de iluminación desde Factores lumínicos oficina de secretaria de gerencia y pre-mora:

A diferencia de los resultados anteriores, la actitud de los trabajadores ante lo que ellos consideran el sistema de iluminación tangible y lo que genera subjetivamente, es favorable. Con factores lumínicos, se recuerda que se hizo referencia al nivel de iluminación, el contraste, la reproducción de color, etc. Se obtuvo una moda de 4, con un 77,78 % de los casos, y una media de 3,78 situada entre las respuestas neutro y de acuerdo.





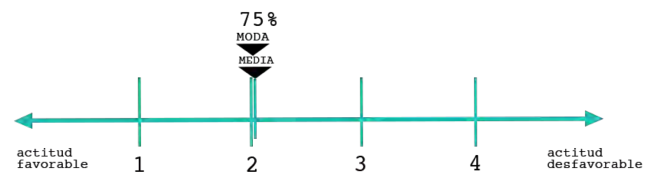
Actitud hacia el diseño de iluminación desde Factores emocionales oficina de secretaria de gerencia y pre-mora:

Con respecto a los factores emocionales que se discriminaron en las encuestas potencialmente influenciadas por el diseño de iluminación, se pudo observar una actitud neutral, por tener una moda de 3 y una media de 2,49, lo que supondría una actitud poco favorable pero no completa. Solo un 12% de los casos tuvo una actitud favorable ante el diseño lumínico en relación a sus consecuencias emocionales.

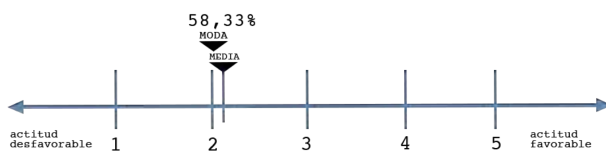
iluminación, se pudo observar una actitud neutral, por tener una moda de 3 y una media de 2,49, lo que supondría una actitud poco favorable pero no completa. Solo un 12% de los casos tuvo una actitud favorable ante el diseño lumínico en relación a sus consecuencias emocionales.

Actitud hacia el diseño de iluminación desde la iluminación de oficina de secretaria de gerencia y pre-mora:

Por último, el análisis de las respuestas que dieron los trabajadores con respecto a la iluminación general, partió de una escala de solo 4 órdenes, siendo 1 una actitud favorable y 4 desfavorable, como se observa en la gráfica.



Como moda se obtuvo 2, siendo el 75% de los casos (por eso la desviación estándar es de 0.58) con una actitud medianamente favorable, pero no completa.



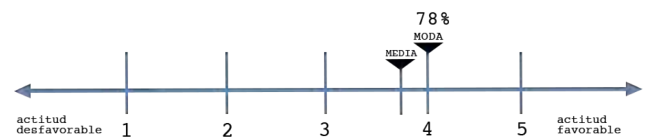
Actitud hacia el diseño de iluminación desde Factores Físicos oficina carterista morosa

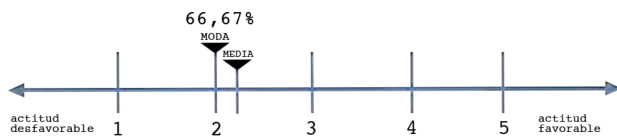
En este caso, se puede observar una media de 2, con un 58,33% de los casos y una media cercana a la moda, pero con la desviación más alta con respecto a las demás variables de esta oficina (0,84). Al ser la moda 2, se concluye que existe una actitud desfavorable con respecto a los factores físicos.

respecto a las demás variables de esta oficina (0,84). Al ser la moda 2, se concluye que existe una actitud desfavorable con respecto a los factores físicos.

Actitud hacia el diseño de iluminación desde Factores lumínicos oficina carterista morosa

Los resultados que se discriminan son una moda de 4, con el 78% de los casos, concluyendo una actitud favorable desde factores lumínicos. El promedio de desviación es bajo debido a que la mayoría de los casos calificaron de manera positiva al alumbrado artificial.





Actitud hacia el diseño de iluminación desde

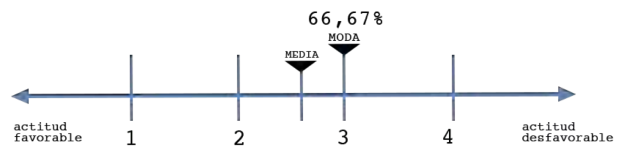
Factores emocionales oficina carter morosa

Al igual que sucedió con los factores físicos, la moda se encuentra en el 2, con una media de 2,2, siendo el 66,67 % de los casos que toman

una actitud de manera desfavorable ante el diseño de iluminación desde los factores emocionales.

Actitud hacia el diseño de iluminación desde la iluminación oficina carter morosa

La moda en la escala de 1 a 4 siendo negativo a manera que crece, es 3. La media se encuentra entre 2 y la moda, obteniendo una actitud desfavorable con respecto a la iluminación de la oficina



RESULTADOS

Una vez concluida la etapa de análisis de datos, se obtuvieron resultados para cada una de las variables: Diseño lumínico de las oficinas del BNA y confort lumínico de los trabajadores.

Para exponer los resultados se optó por la presentación de los mismos en un cuadro que se puede observar a continuación. En las categorías, se representan: por un lado, las de la variable Diseño lumínico de las oficinas del BNA, donde se discriminaron los niveles exigidos por el protocolo y los parámetro óptimos para iluminación en oficinas, generados por el investigador. Por otro lado, las categorías del confort lumínico, divididas en factores físicos, lumínicos, emocionales e iluminación, muestran la actitud de los trabajadores frente al actual diseño de iluminación con respectivo porcentaje.

Cuadro N° 1 Resultados de la investigación.

| variables | categorías | Oficina secretaria de gerencia y pre-mora | Oficina cartera morosa |
|--|-----------------------------|--|-------------------------------|
| Diseño lumínico de las oficinas del BNA | <i>Nivel de iluminancia</i> | 518 lx | 158,2 LX |
| | <i>uniformidad</i> | 119 LX > 259 LX | 76LX >79.1 LX |
| | <i>cumple</i> | 46% | 38% |
| | <i>No cumple</i> | 46% | 62% |
| | <i>No aplica</i> | 8% | - |
| Confort lumínico | <i>Factores físicos</i> | <i>Desfavorable (50%)</i> | <i>Desfavorable (58,33%)</i> |
| | <i>Factores lumínicos</i> | <i>Favorable (70,78%)</i> | <i>Favorable (78%)</i> |
| | <i>Factores emocionales</i> | <i>Neutral (43%)</i> | <i>Desfavorable(66,67%)</i> |
| | <i>Iluminación</i> | <i>Desfavorable (75%)</i> | <i>desfavorable (66,67%)</i> |

El nivel de iluminancia medio para la oficina de secretaria de gerencia y pre-mora se encuentra dentro de los valores establecidos por el protocolo para la iluminación en el ambiente laboral, aunque la uniformidad de la iluminación no es óptima ya que se encontraron sectores con niveles menores al establecido: 259 lx. Esos niveles corresponden a lo que era la oficina de pre-mora, donde se pudo observar un alumbrado diferente. Esta oficina cumple con el 46% de los parámetros establecidos como óptimos para una oficina. En el otro 46% entran los parámetros que a partir de la observación no cumplen con lo óptimo para el desarrollo confortable de las tareas. Un 8% corresponde a lo que no califica para la conclusión debido a que se observaron diferentes instalaciones. La instalación down light con rejilla de la secretaría de gerencia esta dentro de lo definido como óptimo, pero el espacio contiguo que corresponde a la de pre mora presenta una instalación up light que no contribuye con el confort.

Por otro lado, para la oficina de cartera morosa se obtuvo un nivel de iluminancia media de 158,2 lx muy por debajo del establecido por el protocolo (500 lx). El nivel de uniformidad tampoco fue óptimo aunque varió por muy pocos luxes y solo en un sector: 76lx >79.1 lx. En lo que respecta a los parámetros óptimos, solo

cumple con el 38% de los establecidos en la investigación, siendo más de la mitad (62%) los parámetros que están fuera de lo pautado.

En cuanto a la actitud de los trabajadores desde los factores físicos, para ambas oficinas, el resultado fue desfavorable con respecto al confort hacia el actual diseño de iluminación. Para ambos espacios, desde los factores lumínicos, los resultados fueron favorables con respecto a las condiciones actuales del sistema de iluminación. Para la oficina de secretaria de gerencia y pre-mora, toman una actitud neutral hacia el actual diseño de iluminación desde los factores emocionales. En cambio, para la oficina de cartera morosa, la actitud es desfavorable, por lo que influye negativamente en emociones. Para concluir con las posturas tomadas de los empleados sobre la iluminación en sus lugares de trabajo, se puede decir que para ambas se encontraron actitudes desfavorables.

5 Conclusiones



5. CONCLUSIONES

Después de realizar la investigación es necesario volver a la pregunta que le dio origen ¿Cómo influye el actual diseño lumínico de las oficinas del Banco Nación de Salta en el confort lumínico de los trabajadores?.

Primeramente, hay que remarcar que, este trabajo se llevó adelante teniendo en cuenta las pautas establecidas en el protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral que dispone nuestro país, ya que este fue nuestro objetivo principal. Como se pudo observar, las oficinas de secretaria de gerencia y pre-mora cumplieron con el nivel de iluminancia mínimo estipulado en el decreto 351/79, de acuerdo a la dificultad de la tarea visual, considerando que en estas oficinas se pasa un tiempo no menor a 7 horas realizando tareas de lectura, escritura y archivo. Asimismo, se encuentra dentro de los niveles de Intensidad mínima de iluminación de acuerdo al local, en este caso, de "trabajo general de oficinas", ya que se obtuvo una iluminancia media de 518 lx. Sin embargo, es importante subrayar que la uniformidad de la iluminación medida en este espacio fue menor a la óptima, sobre todo en los sectores que pertenecen a la oficina de pre-mora. Esto se dio debido a la diferencia en el tipo de instalaciones que presenta cada oficina. Para la oficina de cartera morosa se pudo concluir que no cumple con los niveles mínimos de iluminancia para el tipo de tareas, exigencias y de local que establece la ley, siendo esta sólo de 158 lx, muy por debajo de lo necesario. La uniformidad, por el contrario, no resultó demasiada baja, sino que solo se observó en una parte del sector, un nivel por debajo de lo establecido que es $76 \text{ lx} > 79 \text{ lx}$.

Además de estos resultados, fue necesario establecer otros parámetros para un desempeño confortable en las oficinas, sobre todo si nos referimos a las estudiadas que no poseen entrada natural de luz. Estos parámetros, generados desde la teoría, no se encuentran discriminados o estipulados en el decreto citado. En los formularios obligatorios solo se debe distinguir algunos pero la ley no establece cuáles son los estándares óptimos.

Las oficinas de secretaria de gerencia y pre-mora cumplen con algunos de los determinados por el investigador, como la direccionalidad semi-directa que conduce un flujo adecuado, evita deslumbramientos y ayuda al adecuado contraste. Incluso se observó la presencia de superficies con un buen grado de reflexión como las paredes y techos, que permite una buena reflexión de los haces de luz, compensando la presencia de materiales con alto grado de absorción como el mobiliario. Por otra parte, se contempló una característica que disminuyen el confort; un sistema de iluminación mixto que produce una uniformidad general baja y una baja reproducción cromática. Esta última se debe a la utilización de lámparas fluorescentes, sin olvidar que producen un parpadeo imperceptible (50 hz) que influye negativamente en los usuarios a lo largo del tiempo.

Con respecto a la oficina de cartera morosa, las características favorables se cumplieron en menor grado. La direccionalidad difusa produce una buena uniformidad, pero en niveles adecuados para este tipo de tareas. En este lugar no se alcanzaron estos niveles, por lo que se necesitaría otro tipo de conducción del flujo. De esta manera, el desempeño puede disminuir, el sobre esfuerzo aumentar, y por ende el confort decrecer. La instalación fija up light disminuye aun más el flujo, produciendo muchas reflexiones en un ambiente con mobiliario de color oscuro. La reproducción de color tampoco es óptima, produciendo poca fidelidad en los colores.

Comparando estos resultados y observaciones con los obtenidos en las encuestas de los empleados de oficina de secretaria de gerencia y pre-mora se sigue sosteniendo que los factores lumínicos tangibles cumplen con los niveles de iluminación, teniendo en cuenta que son usuarios comunes sin mayor conocimiento de iluminación. Se tomó una postura favorable en cuanto a los niveles de iluminación, a la direccionalidad ya observada de las oficinas, que no generan sombras, ni brillos destacables, y producen un buen contraste. Los usuarios observaron buenas condiciones del alumbrado, aunque se debe señalar que no son instalaciones modernas. En cuanto a los factores físicos se calificó de manera desfavorable, lo que infiere que el sistema actual presenta deficiencias que llevan a la poca energía, cansancio, malas posturas para trabajar y fatiga visual. Esto se relaciona con las mediciones y observaciones, donde la baja uniformidad de iluminación genera un bajo rendimiento y sobreesfuerzo. Con respecto a los factores emocionales, se encontró una postura neutral. Se debe recordar que esta dimensión encierra las sensaciones que producen el actual diseño de iluminación al que se exponen los empleados. Un alumbrado artificial puede generar amplitud en un espacio reducido, como también producir un ambiente laboral tranquilo, cómodo, de concentración, y por ende, buen ánimo. Y estos últimos factores también se relacionan con lo físico, ya que generan un equilibrio de mente y cuerpo. Es por eso que muchos de los trabajadores resaltaron la necesidad de luz natural, que permite la adaptación del cuerpo al tiempo, necesaria para el inicio de las tareas y su respectiva finalización.

Con respecto a la actitud de los empleados del sector de cartera morosa, también tomaron una postura favorable en cuanto a los factores lumínicos que encierran los niveles de iluminación: buen contraste, reproducción de color y condiciones. Este resultado fue sorprendente debido a que las características distinguidas, por medio de la observación y los resultados de la medición, no se encuentran dentro de lo óptimo para un alumbrado en ambiente laboral. En las demás dimensiones, la postura de los encuestados fue desfavorable, por lo que se puede concluir que el sistema de iluminación de esta oficina solo cumple, y en condiciones muy limitadas, la necesidad básica de ver.

Retomando la hipótesis, planteada como respuesta a la pregunta de investigación, esta establece que el actual diseño lumínico de las oficinas del Banco Nación de Salta disminuye de forma degenerativa el confort lumínico debido a que no cumple con los niveles requeridos para la iluminación en oficinas establecidos por el protocolo de iluminación en el ambiente laboral en Argentina y con las exigencias biológicas y emocionales de los trabajadores. La hipótesis varió para uno de los espacios estudiados ya que la de secretaria de gerencia y pre-mora sí cumple con los niveles requeridos por el protocolo. Pero esto no fue significativo ya que se debe enunciar que el confort lumínico no solo depende de los niveles que decreta la ley, sino también de otros parámetros que fueron necesarios estudiar para responder a las exigencias biológicas y emocionales de los trabajadores. Estas fueron nombradas como influyentes también en la hipótesis. En este sentido, y de acuerdo con lo concluido anteriormente en ambas oficinas, el actual diseño lumínico de estas oficinas sí disminuye de forma degenerativa el confort lumínico de los trabajadores. Debido a que la investigación tiene un alcance correlacional, se puede determinar que si las condiciones del diseño de iluminación mejoran, por consecuencia mejora el confort lumínico de los usuarios.

La investigación no midió indicadores como el Índice de deslumbramiento (UGR), Nivel de luminancia y de contraste, y solo abarcó una población de oficinas del Banco Nación de Salta que no contaban con entrada de luz natural. La orientación que llevó a concluir que el diseño actual es desfavorable para el confort lumínico

se basó en teorías establecidas por P.R.Boyce y sus investigaciones con respecto a factores humanos que deben tenerse en cuenta a la hora de generar un diseño de iluminación. Aquí se habla de diseño y no solo de sistema, porque no solo cumple con la funcionalidad de permitir ver, sino también de satisfacer necesidades biológicas y emocionales que generan un ambiente propicio para el aumento de la producción y del bienestar. En la actual ley de higiene y seguridad no existen datos duros para estos parámetros.

Por esto último, se deja abierta la investigación para otras futuras que busquen replantear el actual protocolo del país que rige la iluminación en los lugares recreativos, con el trabajo en conjunto con arquitectos, profesionales de higiene y seguridad, derecho y cualquier profesional con conocimientos afines. Es necesario que se comience a generar conciencia sobre la importancia y el poder que tiene la iluminación que se crea y que acompaña a las personas en diferentes actividades. Eventualmente se debería medir, con las herramientas que lo faciliten, el nivel de luminancia, que es de suma importancia en los espacios, ya que la iluminancia solo mide el flujo que cae sobre un plano, pero lo que realmente llega a los ojos es la luz que rebota. Otra posible línea de trabajo que se puede realizar a partir de esta investigación, es un rediseño con la modernización de las tecnologías en el campo de la iluminación para estas oficinas desfavorecidas arquitectónicamente. En otras palabras se debería buscar la manera de concebir un alumbrado que se asemeje al de la luz natural, en temperatura, niveles, reproducción, paso del tiempo, etc.

Para finalizar, este trabajo surgió por la necesidad de observar y analizar un espacio de trabajo que demanda alto rendimiento, dedicación y responsabilidad, tratándose de una gran institución como lo es el Banco Nación de Salta. Las personas pasan una parte importante de sus vidas trabajando, por lo que es necesario garantizar que el trabajo sea rápido, preciso y fácil. Sentirse cómodo en el lugar de trabajo es una de las claves para ser productivo y contribuir tanto a la economía como a la sociedad.

6 BIBLIOGRAFIA

- Barceló Sanchez E. (2017) Hicimos la luz...y perdimos la noche: Efecto biológicos de la luz. Santander: Editorial de la Universidad de Cantabria.
- Berensztein, Sergio (2016) Banco de la Nación Argentina: los primeros 125 años. Buenos Aires: Banco de la Nación Argentina.
- Berens, Conrad (1954) El ojo y sus enfermedades. Sao Paulo, Brasil. EDIGRAF,Itda.
- Boyce, Peter R. (2014) Human Factors in Lighting, Third Edition. London: CRC Press Taylor & Francis group.
- Caminos, Jorge (2011) Criterios de diseño de iluminación y color. Edutecne
- Castro Silva (2009) Diseño de Iluminación para un inmueble de oficinas. (Tesis doctoral) Escuela Superior de Ingeniería y Eléctrica. México.
- Conti, Fiorenzo (2010) Fisiología de la visión. México: Mc. Graw. Hill
- Cortez, Amparo C., (2010) Luz y emociones: Estudio sobre la influencia de la iluminación urbana en las emociones, tomando como base el diseño emocional. (tesis doctoral) Barcelona: Universidad politécnica de Catalunya.
- Domínguez Granda, J. (2007) Dinámica de tesis. Perú: Universidad Los Ángeles de Chimbote
- Eckert, Roger. (1994) Fisiología animal: mecanismos y adaptaciones. 3º edición (cap.6,7). Los Ángeles, California: INTERAMERICANA- Mc GRAW-HILL
- Farrás L. (2012). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. (Cap.46) Madrid: Ministerio de trabajo y asuntos sociales.
- Ganslandt y Hofmann (1992) Cómo planificar con luz. Traducción: Barcelona, España. ERCO-Vieweg.
- Grasso, Livio (1999) Introducción a la estadística en ciencias sociales y del comportamiento. Argentina; Universidad Nacional de Córdoba.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio. (1992/2006) Metodología de la Investigación 4ª Edición) México: INTERAMERICANA- Mc GRAW-HILL
- Hueso, A.& Cascant, J. (2012) Metodología y Técnicas cualitativas de investigación. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.
- Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Información Legislativa, Ministerio de Justicia y derechos Humanos. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina, 1972. Extraída de <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>
- Marín Puell, Cintia. (S.F) Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Monroy, Manuel M. (2006) El manual de la iluminación volumen I. Islas canarias: Ayuntamiento de las Palmas de la Gran Canaria.

Murguía Sanchez, Laura (2002) La Luz en la arquitectura: Su influencia sobre la salud de las personas. Estudio sobre la variabilidad del alumbrado artificial en oficinas (tesis doctoral) Catalunya: Universidad politécnica de Catalunya.

Pritchard, D.C. (2014) Lighting. USA, New York: Pearson Education Limited.

Protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral. Información Legislativa, Ministerio de Justicia y derechos Humanos. Presidencia de la Nación. Buenos Aires, Argentina: 2012.

San Martín Páramo, Ramón (2003) Manual de Luminotecnia. Madrid: OSRAM

Superintendencia de riesgos del trabajo (2016) La iluminación en el ambiente laboral: Guía Práctica. Recuperado en https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/08/Guia_practica_1_Iluminacion_2016.pdf

Tippens. Paul E. (2011) Luz e iluminación. Física: Concepto y aplicaciones (Cap. 33, pp. 642-656) Perú: McGRAW-HILL

Van Bommel W.J.M. & Van Den Beld G.J. (2004) La iluminación en el trabajo: Efectos visuales y biológicos. Holanda: Philips Lighting. Disponible en https://www.academia.edu/4232437/Iluminacion_en_el_trabajo_Efectos_visuales_y_biologicos

Urtubia, César (1999) Neurobiología de la visión. Catalunya: EDICIONS UPC. Universidad politécnica de Catalunya.

Young & Freedman (2009) Física universitaria. México: Pearson Educación.



7 Anexos

Anexos I

Ley 19.587/72 De Higiene Y Seguridad

Extraída de <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>

1 de 156 LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

LEY N° 19.587

Bs. As., 21/4/72

En uso de las atribuciones conferidas por el artículo 5° del Estatuto de la Revolución Argentina, EL PRESIDENTE DE LA NACION ARGENTINA SANCIONA Y PROMULGA CON FUERZA DE LEY:

Artículo 1° — Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten. Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

Art. 2° — A los efectos de la presente ley los términos "establecimiento", "explotación", "centro de trabajo" o "puesto de trabajo" designan todo lugar destinado a la realización o donde se realicen tareas de cualquier índole o naturaleza con la presencia permanente, circunstancial, transitoria o eventual de personas físicas y a los depósitos y dependencias anexas de todo tipo en que las mismas deban permanecer o a los que asistan o concurren por el hecho o en ocasión del trabajo o con el consentimiento expreso o tácito del principal. El término empleador designa a la persona, física o jurídica, privada o pública, que utiliza la actividad de una o más personas en virtud de un contrato o relación de trabajo.

Art. 3° — Cuando la prestación de trabajo se ejecute por terceros, en establecimientos, centros o puestos de trabajo del dador principal o con maquinarias, elementos o dispositivos por él suministrados, éste será solidariamente responsable del cumplimiento de las disposiciones de esta ley.

Art. 4° — La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto: a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicofísica de los trabajadores; b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo; c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Art. 5° — A los fines de la aplicación de esta ley considéranse como básicos los siguientes principios y métodos de ejecución:

a) creación de servicios de higiene y seguridad en el trabajo, y de medicina del trabajo de carácter preventivo y asistencial;

b) institucionalización gradual de un sistema de reglamentaciones, generales o particulares, atendiendo a condiciones ambientales o factores ecológicos y a la incidencia de las áreas o factores de riesgo;

c) sectorialización de los reglamentos en función de ramas de actividad, especialidades profesionales y dimensión de las empresas; d) distinción a todos los efectos de esta ley entre actividades normales, penosas,

riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuros y/o las desarrolladas en lugares o ambientes insalubres;

e) normalización de los términos utilizados en higiene y seguridad, estableciéndose definiciones concretas y uniformes para la clasificación de los accidentes, lesiones y enfermedades del trabajo; f) investigación de los factores determinantes de los accidentes y enfermedades del trabajo, especialmente de los físicos, fisiológicos y psicológicos;

g) realización y centralización de estadísticas normalizadas sobre accidentes y enfermedades del trabajo como antecedentes para el estudio de las causas determinantes y los modos de prevención;

h) estudio y adopción de medidas para proteger la salud y la vida del trabajador en el ámbito de sus ocupaciones, especialmente en lo que atañe a los servicios prestados en tareas penosas, riesgosas o determinantes de vejez o agotamiento prematuros y/o las desarrolladas en lugares o ambientes insalubres;

i) aplicación de técnicas de corrección de los ambientes de trabajo en los casos en que los niveles de los elementos agresores, nocivos para la salud, sean permanentes durante la jornada de labor;

j) fijación de principios orientadores en materia de selección e ingreso de personal en función de los riesgos a que den lugar las respectivas tareas, operaciones y manualidades profesionales;

k) determinación de condiciones mínimas de higiene y seguridad para autorizar el funcionamiento de las empresas o establecimientos;

l) adopción y aplicación, por intermedio de la autoridad competente, de los medios científicos y técnicos adecuados y actualizados que hagan a los objetivos de esta ley;

m) participación en todos los programas de higiene y seguridad de las instituciones especializadas, públicas y privadas, y de las asociaciones profesionales de empleadores, y de trabajadores con personería gremial;

n) observancia de las recomendaciones internacionales en cuanto se adapten a las características propias del país y ratificación, en las condiciones previstas precedentemente, de los convenios internacionales en la materia;

ñ) difusión y publicidad de las recomendaciones y técnicas de prevención que resulten universalmente aconsejables o adecuadas; o) realización de exámenes médicos pre-ocupacionales y periódicos, de acuerdo a las normas que se establezcan en las respectivas reglamentaciones.

Art. 6° — Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

a) características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguidos en el trabajo;

b) factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes;

c) contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos; d) efluentes industriales.

Art. 7° — Las reglamentaciones de las condiciones de seguridad en el trabajo deberán considerar primordialmente:

a) instalaciones, artefactos y accesorios; útiles y herramientas: ubicación y conservación;

b) protección de máquinas, instalaciones y artefactos;

- c) instalaciones eléctricas; d) equipos de protección individual de los trabajadores;
- e) prevención de accidentes del trabajo y enfermedades del trabajo;
- f) identificación y rotulado de sustancias nocivas y señalamiento de lugares peligrosos y singularmente peligrosos;
- g) prevención y protección contra incendios y cualquier clase de siniestros.

Art. 8º — Todo empleador debe adoptar y poner en práctica las medidas adecuadas de higiene y seguridad para proteger la vida y la integridad de los trabajadores, especialmente en lo relativo:

- a) a la construcción, adaptación, instalación y equipamiento de los edificios y lugares de trabajo en condiciones ambientales y sanitarias adecuadas;
- b) a la colocación y mantenimiento de resguardos y protectores de maquinarias y de todo género de instalaciones, con los dispositivos de higiene y seguridad que la mejor técnica aconseje;
- c) al suministro y mantenimiento de los equipos de protección personal; d) a las operaciones y procesos de trabajo.

Art. 9º — Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, son también obligaciones del empleador:

- a) disponer el examen pre-ocupacional y revisión periódica del personal, registrando sus resultados en el respectivo legajo de salud;
- b) mantener en buen estado de conservación, utilización y funcionamiento, las maquinarias, instalaciones y útiles de trabajo;
- c) instalar los equipos necesarios para la renovación del aire y eliminación de gases, vapores y demás impurezas producidas en el curso del trabajo;
- d) mantener en buen estado de conservación, uso y funcionamiento las instalaciones eléctricas y servicios de aguas potables;
- e) evitar la acumulación de desechos y residuos que constituyan un riesgo para la salud, efectuando la limpieza y desinfecciones periódicas pertinentes;
- f) eliminar, aislar o reducir los ruidos y/o vibraciones perjudiciales para la salud de los trabajadores;
- g) instalar los equipos necesarios para afrontar los riesgos en caso de incendio o cualquier otro siniestro;
- h) depositar con el resguardo consiguiente y en condiciones de seguridad las sustancias peligrosas;
- i) disponer de medios adecuados para la inmediata prestación de primeros auxilios;
- j) colocar y mantener en lugares visibles avisos o carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad o adviertan peligrosidad en las maquinarias e instalaciones;
- k) promover la capacitación del personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo, particularmente en lo relativo a la prevención de los riesgos específicos de las tareas asignadas;
- l) denunciar accidentes y enfermedades del trabajo.

Art. 10. — Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, el trabajador estará obligados a:

- a) cumplir con las normas de higiene y seguridad y con las recomendaciones que se le formulen referentes a las obligaciones de uso, conservación y cuidado del equipo de protección personal y de los propios de las maquinarias, operaciones y procesos de trabajo;

b) someterse a los exámenes médicos preventivos o periódicos y cumplir con las prescripciones e indicaciones que a tal efecto se le formulan;

c) cuidar los avisos y carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad y observar sus prescripciones;

d) colaborar en la organización de programas de formación y educación en materia de higiene y seguridad y asistir a los cursos que se dictaren durante las horas de labor.

Art. 11. — EL PODER EJECUTIVO NACIONAL dictará los reglamentos necesarios para la aplicación de esta ley y establecerá las condiciones y recaudos según los cuales la autoridad nacional de aplicación podrá adoptar las calificaciones que correspondan, con respecto a las actividades comprendidas en la presente, en relación con las normas que rigen la duración de la jornada de trabajo. Hasta tanto continuarán rigiendo las normas reglamentarias vigentes en la materia.

Art. 12. — Las infracciones a las disposiciones de la presente ley y sus reglamentaciones serán sancionadas por la autoridad nacional o provincial que corresponda, según la ley 18.608, de conformidad con el régimen establecido por la ley 18.694.

Art. 13. — Comuníquese, publíquese, dese a la Dirección Nacional del Registro Oficial y archívese.

LANUSSE. Rubens G. San Sebastián.

Anexo II

Hoja de evaluación

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SALTA
Facultad de Artes y Ciencias
Carrera: Licenciatura en Imagen y sonido

Tema: Luz y salud laboral: confort lumínico en las oficinas del Banco Nación de Salta Capital.

Directora
Lic. Maira Juarez
DNI 35478404

Alumna
Gabriela Gómez
DNI 36347273

Evaluación

Observaciones
