



Universidad
Tecnológica
del Perú

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación:

“Condiciones de iluminación artificial en la sala de redacción de Tv Mundo para la mejora de la productividad”

Marco Antonio Gutierrez Mamani

Para optar el Grado Académico de Bachiller en:

Ingeniería Industrial

Arequipa – Perú

2020

RESUMEN

La presente investigación busca presentar una propuesta de solución para la mejora del flujo lumínico en la sala de redacción de Tv Mundo y en consecuencia elevar la productividad de los trabajadores de esta área de trabajo. Esta relación directa es respaldada con la revisión de la literatura internacional pues con la mejora de la iluminación se disminuyen las fallas por errores de escritura, mejoran los ciclos de trabajo y hacen que una empresa sea más competitiva.

Se ha seguido una secuencia metodológica, se ha evidenciado que hay una necesidad de cambio para elevar el desempeño de los trabajadores pues no hay buen confort lumínico. Esto se refuerza con las mediciones del flujo lumínico pues en ningún puesto de trabajo se cumplen con los 500 lux que exige como mínimo la Norma Técnica Peruana EM.010.

Con todos los datos recopilados, desde dimensiones, ubicación de mobiliario, colores, rugosidad de las paredes, entre otros, se ha utilizado el software DIALux para realizar la simulación y se ha definido que se debe utilizar 8 luminarias PHILIPS RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940 y se ha generado un plano de instalación, ya que solo así se logrará una disposición precisa que generará un confort lumínico que mejorará la productividad en dicha empresa televisiva.

Palabras clave: Productividad, iluminación, confort lumínico, simulación, empresa televisiva, DIALux.

ABSTRACT

This research seeks to present a proposal for a solution to improve light flow in the Tv Mundo newsroom and, consequently, increase the productivity of workers in this work area. This direct relationship is supported by a review of the international literature, because with the improvement of lighting, failures due to writing errors are reduced, work cycles improve and make a company more competitive.

A methodological sequence has been followed, it has been shown that there is a need for change to increase the performance of workers because there is no good lighting comfort. This is reinforced by the measurements of the light flux since in no workplace are the 500 lux that the Peruvian Technical Standard EM.010 requires as a minimum.

With all the data collected, from dimensions, furniture location, colors, wall roughness, among others, the DIALux software has been used to perform the simulation and it has been defined that 8 PHILIPS RC360B SRD W60L60 1 xLED34S / luminaires should be used 940 and an installation plan has been generated, since only in this way will a precise layout be achieved that will generate lighting comfort that will improve productivity in said television company.

Key words: Productivity, lighting, light comfort, simulation, television company, DIALux.

DEDICATORIA

A mi familia por su inquebrantable apoyo en todas las etapas de mi vida, porque me enseñaron a no claudicar frente a la adversidad, a persistir, mejorar como persona y a luchar por lo que queremos. ¡Los quiero mucho!

A la gran familia de Tv Mundo, una empresa arequipeña donde ejercí el periodismo y donde no solo encontré a personas admirables, sino también a personas que me enseñaron el trabajo en equipo, la mejora continua y por sobre todo a practicar los valores, con lo justo, lo correcto, lo que debe de ser.

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud y agradecimiento al Dr. Juan Carlos Zúñiga y al Ing. Alberto Lagos Toledo, profesores que me dieron la guía y la orientación que necesitaba para que esta investigación logre todos los propósitos planteados.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	xi
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Alcances y Limitaciones.....	5
1.4.1 Alcances de la investigación:.....	5
1.4.2 Limitaciones de la investigación:.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
2.1 Iluminación.....	7
2.1.1 Flujo luminoso.....	7
2.1.2 Temperatura de color.....	8
2.1.3 Norma Técnica Peruana EM.010.....	9
2.1.4 Distribución espacial de la iluminación.....	10
2.2 Entorno de trabajo.....	12
2.2.1 Dimensiones del entorno de trabajo.....	13
2.2.2 Ambiente visual.....	13
2.2.3 Factores que influyen sobre el entorno y el rendimiento visual.....	14
2.3 Iluminación y productividad.....	15
ESTADO DEL ARTE.....	18
DESARROLLO METODOLOGICO.....	23
4.1 Metodología.....	23
4.2 Diseño de la Investigación.....	24
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
5.1 Percepción del confort visual.....	26
5.1.1 Valoración del confort lumínico.....	27
5.1.2 Nivel de molestia de la iluminación en los puestos de trabajo.....	30
5.1.3 Necesidad de iluminación.....	31

5.1.4	Iluminación y mejora de tareas de trabajo	32
5.2	Iluminación y productividad	33
5.3	Análisis de las condiciones de iluminación.....	38
5.4	Simulación	46
5.4.1	Software para el cálculo de la iluminación	46
5.4.2	Procedimiento de simulación	47
5.5	Resultados de la simulación.....	49
5.5.1	Con luz artificial de noche.....	49
5.5.2	Con luz mixta en el día	52
5.6	Condiciones ideales para la distribución de las luminarias.....	53
5.6.1	Cantidad y tipo de luminarias.....	53
5.6.2	Layout de ubicación de luminarias.....	54
	CONCLUSIONES	56
6.1	Conclusiones	56
6.2	Trabajos Futuros.....	57
	BIBLIOGRAFÍA.....	58
	ANEXOS.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Iluminación directa	10
Figura 2. Iluminación semi-directa	11
Figura 3. Iluminación uniforme.....	11
Figura 4. Iluminación semi-directa	12
Figura 5. Iluminación indirecta	12
Figura 6. Factores que influyen sobre el entorno y rendimiento visual	14
Figura 7. Prototipo de estación de trabajo con calefacción e iluminación radiantes controladas personalmente.....	20
Figura 8. Parámetro NTP EM 010 de 500 lux para oficinas.....	48
Figura 9. Datos luminotécnicos de Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940	49
Figura 10. Rendimiento lumínico PHILIPS RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940	49
Figura 11. Reporte de resultados de simulación de noche.....	50
Figura 12. Flujo lumínico en PT con luz artificial (noche)	50
Figura 13. Reporte de simulación con luz artificial (noche)	51
Figura 14. Vista superior de simulación con luz artificial (noche)	51
Figura 15. Vista frontal de simulación con luz artificial (noche)	52
Figura 16. Simulación con luz mixta (mañana).....	53
Figura 17. Especificaciones de luminaria Philips.....	54
Figura 18. Plano de situación de luminarias.....	54
Figura 19. Coordenadas para la ubicación de luminarias.....	55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Temperatura de color	8
Tabla 2. Tabla de iluminancias para ambientes al interior	9
Tabla 3. Calidad de iluminación según tipo de tarea	9
Tabla 4. Influencia del entorno del trabajo	13
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	25
Tabla 6. Valoración del confort lumínico	28
Tabla 7. Calidad de iluminación	30
Tabla 8. Necesidad de iluminación	31
Tabla 9. Necesidad de mejora de luz artificial	32
Tabla 10. Iluminación y mejora del trabajo.....	33
Tabla 11. Condiciones de lumínicas del área de redacción	39
Tabla 12. Medición del flujo lumínico en PT 1	40
Tabla 13. Medición del flujo lumínico en PT 2.....	40
Tabla 14. Medición del flujo lumínico en PT 3.....	41
Tabla 15. Medición del flujo lumínico en PT 4.....	41
Tabla 16. Medición del flujo lumínico en PT 5.....	42
Tabla 17. Medición del flujo lumínico en PT 6.....	42
Tabla 18. Medición del flujo lumínico en PT 7	43
Tabla 19. Resultados de confort lumínico	44
Tabla 20. Exposición de iluminación	45

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1. Valoración del confort lumínico.....	29
Gráfico 2. Nivel de molestia de la iluminación.....	31
Gráfico 3. Necesidad de iluminación.....	31
Gráfico 4. Necesidad de mejora de luz artificial.....	32
Gráfico 5. Iluminación y mejora del trabajo.....	33
Gráfico 6. Exposición de iluminación.....	45

INTRODUCCIÓN

En un mundo globalizado, surgen mayores exigencias, ya que las empresas tienen que ser aún más competitivas y para lograrlo tienen que elevar su productividad, por lo que deben de generar condiciones y ambientes adecuados para que sus trabajadores tengan el mejor desempeño posible.

La iluminación es el factor físico más trascendente que repercute directamente en la productividad además es la que genera el confort visual para la realización de los trabajos ordenados. Pese a esto, muchas de las empresas en el país no cumplen con los rangos mínimos de lux que establece la Norma Técnica Peruana EM.010 [1] para cada zona de trabajo, por lo tanto, los trabajadores no tienen el flujo lumínico necesario para tener un mejor desempeño laboral.

El presente trabajo de investigación busca determinar las condiciones actuales de iluminación artificial que presenta la sala de redacción y edición de Tv Mundo, con la finalidad de determinar sus necesidades reales y con ello realizar una simulación para la distribución lumínica que tiene por objetivo cumplir con el rango mínimo y por consecuencia pueda ayudar a mejorar la productividad laboral pues en el trabajo en prensa se requiere del menor número de fallas en redacción y edición.

Para lograrlo, se ha realizado el levantamiento de información de literatura internacional, en ella se ha encontrado investigaciones que relacionan la mejora de la disposición de la

iluminación con la productividad, pues se acortan los tiempos de los trabajos, además disminuye la tasa de fallas, muy al margen de otros beneficios como una mejora en el confort visual, ambiente laboral, etc.

Esta investigación tiene como fin plantear una propuesta de solución al problema identificado, pues con software de simulación DIALux [2] se planteará las condiciones y disposición en las que se deben instalar las luminarias. Es decir, desde el tipo, marca y números de luminarias con el fin de que en el plano de trabajo se cumpla y se supere los rangos mínimos de iluminación.

Esta investigación, ayudará a este canal de televisión y será un marco de referencia para que otras empresas periodísticas tomen en cuenta en qué aspectos se debe incidir para mejorar el flujo de iluminación ya que con ello los ciclos de trabajo serán menores, los errores se reducirán y por lo tanto se tendrá rápidamente notas mejor elaboradas y en el menor tiempo, con lo cual las empresas serán competitivas y tendrán una mejor productividad.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Planteamiento del Problema

En las empresas se presenta la pérdida de productividad cuando el ambiente interno no es el adecuado, es decir se presentan algunos síntomas de incomodidad al interior de un almacén, oficinas u otras zonas de trabajo lo que conduce una reducción significativa en el desempeño laboral de los ocupantes, tal como lo sostienen diversas investigaciones internacionales como la de EPA [3].

Pero el ambiente interior, engloba a muchos factores, de ellos, la más importante es el factor visual, ya que hay una relación directa entre condiciones lumínicas y productividad, es decir, se genera una dependencia para hacer las cosas o tareas con la menor cantidad de fallas cuando se dota de suficiente iluminación y por lo tanto se aumenta la capacidad de ver objetos o detalles puntuales [3].

A nivel internacional, los investigadores han centrado su interés en evaluar el desempeño de los ocupantes en los edificios de oficinas para mejorar las condiciones lumínicas ya que, como se mencionó anteriormente, es el factor físico que tiene mayor trascendencia en el rendimiento y en la realización de las tareas encomendadas, muy por encima de las condiciones térmicas u otros factores [4], porque el confort visual da el soporte al colaborador a desempeñarse adecuadamente y a sentirse seguro dentro de su ambiente de trabajo.

Con el levantamiento bibliográfico se entiende que mejorar el flujo lumínico en una oficina elevará la productividad de una empresa, ya que hay una dependencia entre confort visual y desempeño de los colaboradores, es decir que, si hay una mejora, esta repercutirá en la reducción de tiempos de las tareas y en la reducción de fallas, a ello se suma que habrá mayor comodidad de parte de los trabajadores con su ambiente laboral.

En Perú son pocas las investigaciones respecto a este tema, además muchas de las empresas nacionales ignoran el papel que juega la buena disposición del flujo lumínico a favor de la productividad, a esto se suma a que las empresas no cumplen con los rangos de iluminación que exige la Norma Técnica Peruana EM.010 [1] para diferentes áreas de trabajo, como en las oficinas donde se trabaja con computadoras y por ende con mayor exactitud.

Tv Mundo, es un canal de televisión de Arequipa y que posee un área de redacción y edición, la cual es compuesta por una oficina donde los trabajadores realizan tareas de lectura, tipeo en computadoras, entre otros. En esta oficina de redacción y edición, se debe tener el mínimo número de errores en el tipeo y edición de las notas informativas y debe ser realizada en el menor tiempo posible debido a las exigencias y a la naturaleza del trabajo periodístico. Al margen de ello esta empresa busca cumplir con los criterios de la NTP EM.010 por lo cual es importante el presente estudio para la distribución del flujo lumínico que a su vez puede aminorar las faltas ortográficas y los tiempos de ciclos en las redacciones de sus notas informativas.

Pregunta principal de investigación

- ¿En qué medida las condiciones de iluminación afectan el confort visual y la productividad de los trabajadores de la sala de redacción de Tv Mundo?

1.2 Justificación

1.2.1 Económica

Las empresas cada vez tienden a ser más competitivas, por ende, su nivel de productividad tiene que ser lo óptima posible. Bajo esta premisa las empresas televisivas también buscan minimizar sus costos, incrementar sus ventas y optimizar sus procesos.

Para lograr una mejor rentabilidad no hay otro camino que aplicar nuevas tecnologías y conocimientos con el fin de optimizar los procesos, reducir los tiempos de los ciclos, así como disminuir el número de errores ortográficos, lo que inevitablemente repercutirá en una mejor imagen y el producto final será de mejor calidad, por ende, este será aún más atractivo para las agencias de publicidad, pues son finalmente ellos, los que compran los espacios en los medios de comunicación.

1.2.2 Social

Tv Mundo al ser una empresa televisiva cuenta con personal calificado en su área de redacción y edición, los mismos que desarrollan sus trabajos de alta precisión en computadoras. Esta fuerza laboral por la naturaleza del negocio requiere de un ambiente que genere un mejor confort visual para el buen desempeño de las tareas encomendadas y evitar efectos negativos para su salud.

Las condiciones ambientales y sobre todo de iluminación tienen influencia directa sobre la calidad de vida [5] pues los trabajadores de oficinas pasan alrededor del 80-90% de su tiempo en interiores, por lo que es recomendable regular la iluminación para que estos ambientes no sean oscuros, dotándoles de un mejor flujo lumínico, que a su vez sea uniforme, con la finalidad de reducir la exigencia visual, por lo tanto el cansancio y la fatiga ocular será menor y el clima laboral será favorable.

Entonces, en términos sociales, encontrar un punto de equilibrio para la iluminación de estas zonas de trabajo no solo repercutirá en la productividad, sino también en la salud de los trabajadores pues habrá un mejor ambiente laboral y mayor confort visual.

1.2.3 Técnica

Esta investigación es importante porque permitirá disponer de una mejor distribución del flujo lumínico, cumpliendo o superando el rango mínimo de iluminancia que dispone la Norma Técnica Peruana EM.010 para este tipo de instalaciones.

Los resultados de la investigación serán importantes porque se conocerá que tipo y número de luminarias se requieren, así como la adecuación del ambiente con colores que favorezcan una mejor visualización de los objetos en toda el área de trabajo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el confort visual y los niveles de iluminación para rediseñar el flujo lumínico que necesita la sala de redacción de Tv Mundo de forma que permita elevar la productividad de sus trabajadores.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de confort visual que se presenta en la sala de redacción y como este afecta en la productividad laboral.
- Determinar los niveles de iluminación que presenta actualmente los puestos de trabajo de la sala de redacción y edición para corroborar si logra los 500 Lux que establece la Norma Técnica Peruana.

- Diseñar una propuesta de solución efectuando una simulación a fin de cumplir con las necesidades de iluminación para elevar el rendimiento de los trabajadores.
- Evaluar y analizar los resultados obtenidos en la simulación con la finalidad de establecer la disposición de las luminarias en la sala de redacción de Tv Mundo.

1.4 Alcances y Limitaciones

1.4.1 Alcances de la investigación:

- La presente investigación tiene como alcance el levantamiento de información en el lugar estudiado, es decir en la sala de redacción y edición de Tv Mundo, empresa que se ubica en la ciudad de Arequipa. Este medio de comunicación facilitará el acceso al local y a la interrelación con los trabajadores para los conocer el confort visual que se presenta en esta oficina.
- La solución a la problemática será planteada usando la simulación con todos los datos obtenidos (medidas, plano de trabajo, distribución, etc.) utilizando el software Dialux, es decir se planteará la disposición del flujo lumínico para que cumpla con el rango mínimo de iluminancia (500 lux de acuerdo con la NTP). En cada puesto de trabajo de la oficina de redacción y edición. Este software es de acceso libre.

1.4.2 Limitaciones de la investigación:

La toma de datos se ha realizará con una App de nombre Luxometer for Android que es de descarga libre en Play Store, ya que por la emergencia sanitaria a consecuencia de la pandemia del Covid 19 no se tiene acceso a

los laboratorios de la universidad o privados para solicitar el préstamo de un luxómetro profesional.

En tanto, la solución de la presente investigación no será ejecutada en la misma sala de redacción puesto que no se cuenta con los recursos necesarios y tampoco se tiene el tiempo presupuestado para ello, es decir el planteamiento será a nivel de simulación.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Iluminación

2.1.1 Flujo luminoso

Varios autores denominan flujo lumínico y otros lo llaman flujo luminoso. Enríquez, simplifica el concepto al determinar que: “Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (puede ser una lámpara) en la unidad de tiempo (segundo). La unidad de medida del flujo luminoso es el lumen” [6].

- **Lumen**

Para un correcto entendimiento, es bueno conocer y precisar al lumen, como la unidad del flujo lumínico. El siguiente concepto es que se acomoda mejor a la presente investigación: “El lumen a la unidad de flujo luminoso que forma parte del sistema internacional de medidas. Un lumen es equivalente al flujo luminoso que emite una fuente uniforme específica que se ubica en el vértice de un ángulo sólido de la fuente (lámpara)” [6].

- **Nivel de iluminación o Iluminancia (Lux)**

“Un lux se define como el nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado cuando sobre ella incide, uniformemente repartido, un flujo luminoso de un lumen” [7].

El nivel de iluminación es la magnitud utilizada con mayor frecuencia para evaluar la cantidad de luz existente en los puestos de trabajo. Para ello se toman como referencia las tablas de iluminación para distintos tipos de actividades [7].

$$E = \frac{\varphi}{S}$$

Ecuación 1. Fórmula de cálculo de lux. Fuente: [7]

2.1.2 Temperatura de color

La temperatura de la iluminación esta dado por un rango en Kelvin, donde se denota:

“La apariencia de color que se alcanza calentando un cuerpo negro. A ello se suma al índice de reproducción cromática de una fuente luminosa, es decir se refiere al aspecto cromático que presentan los cuerpos iluminados por esta comparación con el que presentan bajo una luz de referencia que puede ser un cuerpo negro” [8].

Tal como se observa en la Tabla 1, las fuentes de luz blanca pueden subdividirse en tres grupos según su apariencia de color [8]:

Tabla 1. Temperatura de color

TEMPERATURA DE COLOR	APARIENCIA DE COLOR
Blanco cálido (ww): < 3.300 °K	Cálida (blanca rojiza)
Blanco neutro (nw) 3.300 – 5.000 °K	Intermedia blanca
Luz día (tw): > 5.000 °K	Fría (blanca azulada)

Fuente: [8]

De acuerdo con otros autores, se indica que para las oficinas de trabajo la iluminación debe tener una apariencia de color fría, es decir que sea superior a

los 5.000 °K de temperatura, ya que estos mantienen a las personas más activas para realizar sus labores.

2.1.3 Norma Técnica Peruana EM.010

En el Perú a través del Instituto Nacional de la Calidad (INACAL) se ha estipulado los niveles de iluminación que deben de tener distintas áreas de trabajo o edificaciones que pueden ser desde una casa, un almacén, oficinas, entre otros.

Para el estudio que pretendemos desarrollar, la Norma Técnica Peruana (NTP) EM.010 indica que para las oficinas generales y salas de cómputo (ver Tabla 2) se requiere como mínimo 500 Lux de iluminancia, y que está categorizado en nivel A y B, ya que dentro de estos espacios se realizan tareas con mucha exactitud para evitar fallas o errores [1].

Tabla 2. Tabla de iluminancias para ambientes al interior

AMBIENTES (OFICINAS)	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B

Fuente: [1]

Tabla 3. Calidad de iluminación según tipo de tarea

CALIDAD	TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD
A	Tareas visuales muy exactas
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área

Fuente: [1]

Estos datos proporcionados por la NTP (ver Tabla 2 y

Tabla 3) serán de gran ayuda para los cálculos matemáticos para conocer la necesidad y el número de luminarias para la sala de redacción que estamos analizando.

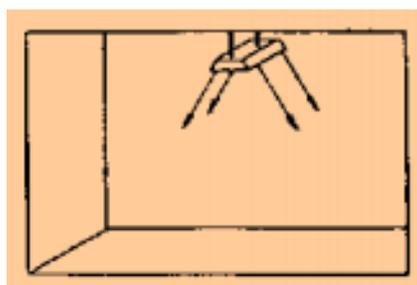
2.1.4 Distribución espacial de la iluminación

La distribución espacial de la iluminación se clasifica de la siguiente manera:

- **Directa**

“Con este tipo de iluminación (ver Figura 1) todo el flujo luminoso se dirige directamente a la zona que se desea iluminar” [7], este concepto es teórico, ya que, en la realidad, las luminarias no proporcionan una iluminación de forma directa al 100%.

Figura 1. Iluminación directa



Fuente: [7]

Al margen de ello, este tipo de iluminación (ver Figura 1) se aplica para realizar trabajos de mayor precisión y su contraparte es que deja sombras muy pronunciadas a las zonas donde no se proyecta su iluminación.

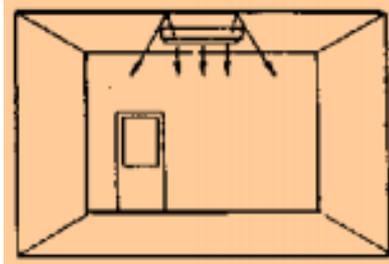
- **Semi-directa**

“Gran parte del flujo luminoso se orienta hacia la zona que se desea iluminar” [7] y la otra parte se proyecta hacia el techo o hacia las paredes, a lo que se denomina iluminación indirecta (ver Figura 2).

Para lograr esta iluminación se añade a las lámparas una pantalla difusora o placas metálicas, con esto se logra que se disminuya el deslumbramiento,

así como sombras pronunciadas. Esta iluminación se utiliza en las oficinas [7].

Figura 2. Iluminación semi-directa



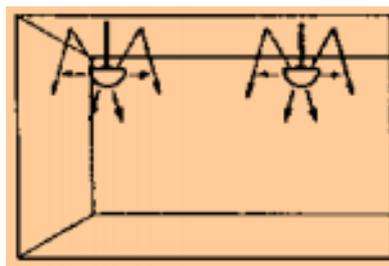
Fuente: [7]

- **Uniforme**

Se da cuando la iluminación va en todas las direcciones (ver Figura 3), logrando uniformidad, es decir no hay zonas focalizadas, ni zonas donde se presente deslumbramiento. Este tipo de iluminación se logra con la combinación de la iluminación directa e indirecta [7].

Por su uniformidad se utiliza para las oficinas, pues permite igualdad de condiciones para elevar el desempeño en las tareas encomendadas.

Figura 3. Iluminación uniforme



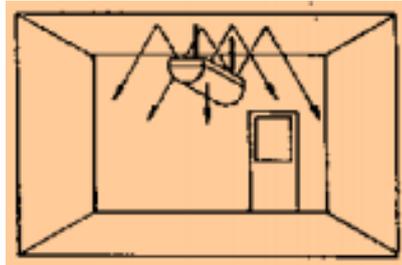
Fuente: [7]

- **Semi-indirecta**

Cuando gran parte del flujo luminoso está orientada hacia el techo o las paredes (ver

Figura 4), y en menor proporción hacia la zona de abajo. Si bien es cierto que se reduce el deslumbramiento, este desperdicia el flujo luminoso, es decir su rendimiento es bajo [7].

Figura 4. Iluminación semi-directa

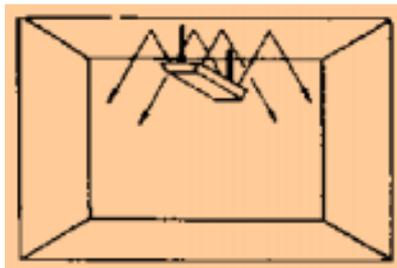


Fuente: [7]

- **Indirecta**

“En este tipo de iluminación todo el flujo luminoso se dirige hacia el techo o paredes, quedando las luminarias totalmente ocultas” [7]. Con este tipo de iluminación (ver Figura 5) no se logra una eficiencia energética, se utiliza con fines decorativos.

Figura 5. Iluminación indirecta



Fuente: [7]

2.2 Entorno de trabajo

El entorno de trabajo no simplemente es el área física donde un trabajador realiza sus tareas, sino que es un conjunto de elementos que influyen en su desempeño,

facilitando o obstruyendo la misma. Para entender mejor este punto, hemos desglosado los siguientes temas:

2.2.1 Dimensiones del entorno de trabajo

El entorno de trabajo es amplio. Ángel Serrano [9], clasificó a la misma en tres dimensiones: instrumental, social y emocional. Para este investigador cada una de las dimensiones tienen elementos que influyen en el comportamiento y rendimiento del trabajador, tal como se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Influencia del entorno del trabajo

DIMENSIONES DEL ENTORNO DEL TRABAJO	COMO ACTÚA	ELEMENTOS
DIMENSIÓN INSTRUMENTAL	Facilitando los elementos físicos requeridos por el individuo para satisfacer sus necesidades.	Iluminación, ventilación, temperatura, mobiliario.
DIMENSIÓN SOCIAL	Facilitando la formación de grupos sociales, la comunicación y el movimiento. Teniendo en cuenta los niveles adecuados de privacidad	Espacios abiertos o cerrados. Proximidad departamental.
DIMENSIÓN EMOCIONAL	Provocando estados mentales y emocionales, a raves de funciones simbólicas, estéticas y ambientales.	Elementos de personalización y autoafirmación, símbolos culturales, conceptos estéticos y colores predominantes.

Fuente: [9]

Como se puede observar en la Tabla 4, la iluminación se encuentra dentro de la dimensión instrumental, ya que una buena disposición de esta puede facilitar las tareas que realiza un individuo dentro de un ambiente de trabajo.

2.2.2 Ambiente visual

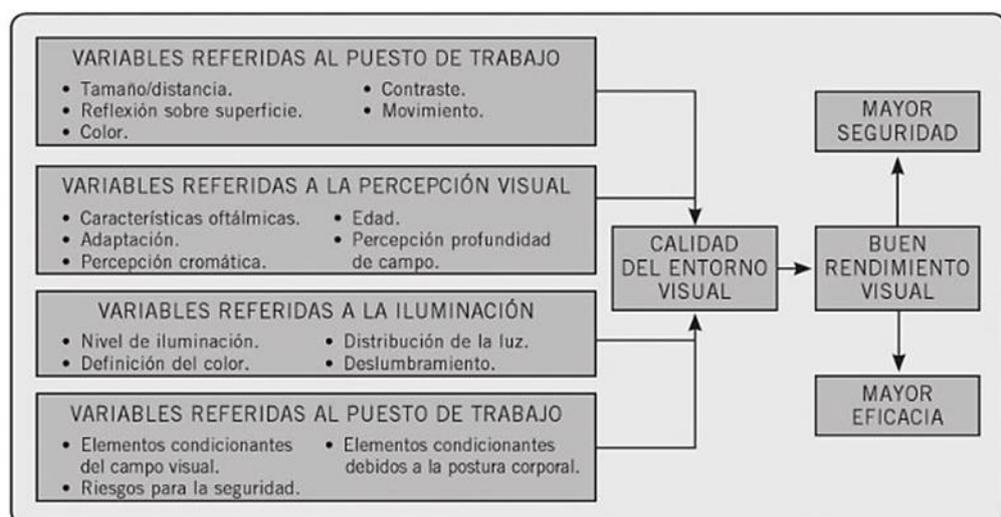
Para que los trabajadores se desempeñen de la mejor manera se debe contar con un ambiente visual adecuado en sus respectivas áreas de trabajo, el mismo que no debe generar fatiga, ya que un buen sistema de iluminación tiene los siguientes objetivos [8]:

- “Favorecer al máximo la percepción de las informaciones visuales utilizadas en el trabajo;
- Asegurar el nivel adecuado para la buena ejecución de las tareas;
- Procurar un grado aceptable de confort visual. Ello implica que no exista un excesivo contraste en el entorno de la tarea que se vaya a realizar, que haya ausencia de deslumbramiento tanto de las propias fuentes luminosas como en las superficies del entorno de trabajo y que el color de las fuentes de la luz sea adecuado a las tareas y psicología de las personas” [8].

2.2.3 Factores que influyen sobre el entorno y el rendimiento visual

Menéndez y otros autores [8] dan cuenta que hay cinco variables que influyen en la calidad del entorno y por consecuencia al buen rendimiento visual. Dentro de ella se destaca las variables referidas a la iluminación (ver Figura 6), estas muy al margen de las otras variables que también influyen, generan mayor seguridad y eficacia.

Figura 6. Factores que influyen sobre el entorno y rendimiento visual



Fuente: [8]

2.3 Iluminación y productividad

La iluminación y la productividad están estrechamente relacionadas, es más, “la comodidad visual es sin duda uno de los principales factores de productividad” [10], ya que, si se tiene un entorno visual adecuado, las fallas serán menores y los tiempos de trabajo serán los óptimos.

La iluminación debe estar diseñada para proporcionar a las personas las condiciones visuales adecuadas que les ayuden a realizar tareas visuales de manera eficiente, segura y cómoda. El entorno luminoso actúa a través de una cadena de mecanismos sobre factores fisiológicos y psicológicos humanos, que influyen aún más en el rendimiento y la productividad humana [11].

En la actualidad se habla de la calidad de la luz o de iluminación, pero este aspecto “se puede juzgar de acuerdo con el nivel de confort visual y el rendimiento requerido para nuestras actividades” [10], pues la calidad puede ser discutida y entendida de diferentes formas, sobre todo si esta es efectiva para lo que se quiere, como el confort que se desea o si esta influye en la productividad.

La iluminación adecuada para tareas visuales y que no causa molestias visuales no es necesariamente una iluminación de buena calidad. Dependiendo de la aplicación y el caso específicos, una iluminación insuficiente o demasiada luz puede conducir a una iluminación de mala calidad [10].

Bajo esta premisa, se deben de tomar todas las consideraciones posibles, que hay en la literatura y en las investigaciones para realizar la mejor distribución de la iluminación con el fin de que los trabajadores tengan un ambiente adecuado y les permita realizar sus tareas encomendadas.

La productividad está relacionada con el ambiente visual porque la distribución de las luminarias con una determinada temperatura, brillo, contraste, orientación genera reacciones desde psicológicas, tal como lo aborda Kralicova:

Las condiciones de iluminación pueden afectar el rendimiento de la tarea y, por lo tanto, la productividad a través de la motivación. Una instalación de iluminación que no cumple con las expectativas del usuario puede considerarse inaceptable incluso si proporciona las condiciones para un rendimiento visual adecuado [10].

La productividad también se ve influenciada directamente por otros factores, como la motivación propia del trabajador, sus relaciones con su compañeros y jefes, entre otros. Henri Juslen [12] en sus estudios desglosa tres mecanismos participan en la productividad, las cuales son las siguientes [12]:

a) Mecanismo visual

- **Rendimiento visual:** Las personas son más productivas cuando pueden ver mejor lo que están haciendo.
- **Comodidad visual:** El deslumbramiento reducido mejora el nivel de rendimiento a través de mayores niveles de concentración.
- **Ambiente visual:** La iluminación tiene un efecto en el entorno visual que forma parte del entorno de trabajo. A su vez, esto afecta el nivel de rendimiento.
- **Relaciones interpersonales:** La forma en que las personas se ven físicamente influirá en sus opiniones y esto puede afectar el trabajo en equipo y, por lo tanto, la productividad.

b) Mecanismo fotobiológico

- **Reloj biológico:** La luz tiene un efecto en el reloj biológico, que controla el ritmo circadiano y, por lo tanto, en períodos particulares de niveles de rendimiento de tiempo.
- **Estimulación:** La luz estimula procesos psicológicos y fisiológicos que afectarán los niveles de rendimiento.

c) Mecanismo de proceso de cambio

- **Satisfacción laboral:** Mejorar la iluminación como un medio para reconocer el trabajo de alguien puede en algunas circunstancias mejorar la satisfacción laboral. Además, la mejora puede resultar al proporcionar un control individual del sistema de iluminación ("autonomía"). La satisfacción laboral afecta la productividad.
- **Resolución de problemas:** Al resolver problemas que han dado lugar a quejas, mejora la sensación de bienestar y ayuda a la motivación. Estos sentimientos están directamente relacionados con los niveles de rendimiento.
- **El efecto halo:** El efecto halo deriva de la creencia en la superioridad de las nuevas tecnologías o productos que dan como resultado una productividad mejorada.
- **El proceso de cambio:** La buena gestión del cambio respalda los efectos positivos de un cambio de iluminación.

CAPÍTULO 3

ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se presentan las principales investigaciones que se relacionan directamente con la delimitación del tema. Estas fuentes de información son muy ricas por su contenido y enfoque, que nos ayudarán a dar soporte a la presente investigación, todas ellas de la literatura internacional.

En un artículo de investigación efectuado en Venezuela y liderado por Cabeza [13] se realizó un diagnóstico de las condiciones y riesgos por iluminación, allí se estructuró un modelo de recolección de datos y lineamientos para efectuar el estudio y plantear una solución. Esta investigación pese a que haya sido desarrollada en 2008, es la mejor estructurada y la que nos da el camino para lo que se busca en la presente investigación.

En este estudio [13], se fijó que la recolección de datos sea mediante luxometrías las cuales deben ser registradas en planillas. Se evaluó colores, tipos y cantidad de luminarias, las dimensiones de las oficinas, entre otras. En la investigación, se determinó que las condiciones no eran el de las mejores y por consecuencia no cumplían con lo que estipula las normas, como los rangos mínimos de lux para ese tipo de ambientes.

Tras la recolección de datos, los investigadores [13] se apoyaron de un programa que tiene como nombre PDVLUX, en ella se insertaron datos, como la cantidad de lux que se requiere, las dimensiones de las oficinas, los colores de las paredes, la altura de las zonas

de trabajo y a través de este aplicativo se determinó la cantidad de luminarias que se requieren para la oficina estudiada.

Cabeza y los demás investigadores [13] simplificaron temas complejos, en algo más entendible, didáctico y práctico. Esta metodología, será de gran ayuda para establecer las condiciones en las cuales se encuentra el objeto de estudio y la propuesta de mejora de esta, es decir manteniendo los colores o planteando otras opciones que sean más agradables para los trabajadores y con ello elevar su rendimiento laboral.

En tanto Ramírez y Piderit [14] desarrollaron una forma particular de evaluar el confort lumínico dentro de las oficinas de trabajo. Dentro de la metodología que establecieron fue obtener datos subjetivos de los trabajadores a través de encuestas y la correlación que tenía con la información técnica de la iluminación mediante mediciones fotométricas y simulaciones [14].

La metodología planteada fue simple, es decir primero se abocaron a la obtención de datos mediante encuestas, las mismas que contenían preguntas abiertas e hicieron una medición de la satisfacción visual mediante la escala de Likert a ellos sumaron algunas preguntas cerradas en torno a productividad como los errores generados por una mala iluminación, así como el deseo de los trabajadores por incrementar el flujo lumínico pues lo consideraron como una necesidad urgente. Posteriormente visitaron el objetivo de estudio, para finalmente con los datos registrados plantear una simulación [14].

Por otra parte, en la investigación desarrollada por De Korte y otros autores [4], que fue efectuada en el 2015, se da cuenta que las condiciones de iluminación son más importantes que las térmicas, es decir que una persona eleva su desempeño si las condiciones de iluminación son mejoradas, ya que si se eleva o baja la temperatura, estas no son de gran influencia, en quien habita un espacio determinado.

Para llegar a esa afirmación, desarrollaron un prototipo de estación de trabajo (ver Figura 7) con calefacción e iluminación controladas personalmente [4]. Su metodología de evaluación fue en condiciones iniciales y la persona que estaba en esta estación de trabajo

lo modulaba (aumentaba o disminuía la temperatura y la iluminación) hasta que sintiera el máximo confort posible, a ello se le sumaba los controles de lectura de textos en computadora, a lo que se determinó como condiciones finales y optimas.

De la investigación desarrollada por De Korte y otros autores, no desarrollaremos el prototipo de evaluación, pero lo que si se tomará en cuenta será en la realización del diagnóstico de las condiciones de iluminación porque es el factor más importante que repercute en el rendimiento de las personas [4] que trabajan en oficinas y con computadoras.

Figura 7. Prototipo de estación de trabajo con calefacción e iluminación radiantes controladas personalmente



Fuente: [4]

En otra de las investigaciones, esta vez desarrollado el 2016, en un artículo por Králiková, Piňosová y Hricová [10], se indica que al mejorar las condiciones de iluminación se puede optimizar el rendimiento laboral ya que se pueden acelerar las tareas y reducir las tasas de falla, además de ahorrar en el consumo de energía eléctrica con la aplicación de luminarias tipo LED.

Las autoras, indican que medir el aumento de la productividad debido a la influencia de la iluminación no es una tarea sencilla [10] y que el camino correcto para hacer este tipo de

mediciones va encaminado a través de herramientas como entrevistas, cuestionarios, además de las mediciones que se puedan realizar con equipos, como los luxómetros, es decir en condiciones iniciales y finales, ya que se busca saber en cuánto se ha mejorado. El esloveno Henri Juslén [12] en su artículo de revisión da cuenta de cinco casos reales que el mismo investigó, en donde las empresas que fueron objetos de estudio hicieron cambios a su sistema de iluminación y como esta permutación repercutió en la productividad de los trabajadores. El eje para llegar a esta conclusión fue la medición por tiempos (fase inicial y fase final) del ensamblaje de algunas piezas y el número de errores que se presentaban en ambas fases.

A partir de la evidencia de los estudios de Juslén, se llega a la conclusión de que un cambio y una mejora en la iluminación pueden tener un efecto en la productividad [12]. Al aumentar los niveles de iluminación, es posible aumentar la productividad de una persona.

Juslén, en sus estudios realizó cuestionarios para conocer la situación actual y la situación con la mejora de la iluminación. Como autor y coautor de estas investigaciones indica que no solo se deben desarrollar cuestionarios simples con opciones múltiples, para estimar el efecto del cambio de la iluminación, sino también deben efectuar algunas preguntas abiertas como: ¿Qué tipo de iluminación hay ahora? ¿Hay algo de lo que se quejan las personas? ¿Hay algo bloqueando la productividad (velocidad de la máquina, sistema salarial, etc.)? ¿Qué y dónde están las tareas? [12].

En uno de los artículos de revisión más recientes, es decir de este 2019, Duijnhoven y otros investigadores [15], indican que la iluminación de una oficina es más compleja en comparación con oficinas individuales porque es un espacio que se comparte con varios empleados con diferentes preferencias, pero que al margen de ello se debe uniformizar para crear un ambiente que pueda satisfacer las necesidades de los colaboradores.

Para los investigadores luego del levantamiento de información y corroboración de estas, indican que hay dos elementos que van estrechamente ligados, estos son la temperatura y la luminancia para generar un ambiente agradable para los trabajadores de oficinas [15].

Además, señalan que hay vínculo entre satisfacción ambiental y satisfacción laboral, el mismo que trae como consecuencia el aumento del rendimiento o de la productividad.

De esta investigación liderada por Duijnhoven destacamos lo descrito anteriormente pese a que hayan efectuado un análisis ligado a la salud ocupacional. Bajo esta premisa para la presente investigación se ha de tomar en cuenta la temperatura y el nivel de luminancia como elementos para realizar la mejora de las condiciones de iluminación y por consecuencia elevar la productividad [15].

A todo lo expuesto, es preciso señalar que la investigaciones descritas dan el enfoque a la presente investigación, ya que se da soporte a estudiar el flujo lumínico ya que es el factor más trascendente que repercute en la productividad de los colaboradores, además, con la revisión de la literatura se ha definido que se debe evaluar el confort visual existente, para posteriormente medir el nivel de iluminación y con el registro de datos plantear un diseño de solución para mejorar las condiciones actuales que se presentan la sala de redacción de esta empresa televisiva.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO METODOLOGICO

En este capítulo detalla la metodología, el diseño de la investigación y los materiales empleados para realizar la parte exploratoria. Además, se contempla todo el proceso de planificación que se debe de tomar en cuenta antes de iniciar la investigación de campo.

4.1 Metodología

La metodología puede ser entendida como una receta que indica los pasos a seguir para construir la solución propuesta.

- **Evaluación del confort visual:** en esta primera fase se realiza una encuesta de satisfacción visual, la que va dirigida a todos los trabajadores de la sala de redacción y edición.
- **Evaluación de iluminación:** en esta fase se realiza un diagnóstico la misma que sigue una secuencia de procedimientos [13], entre las que se destacan:
 - Toma de datos del área de trabajo: largo y ancho de la oficina, altura de la oficina, altura del plano de trabajo, cantidad de ventanas y puertas, número de luminarias, características de las luminarias, color de piso, color de la pared, observaciones, entre otros.
 - Medición de la iluminación con luxómetro, para ello las luminarias tienen que estar encendidas 30 minutos antes de proceder con las mediciones,

posteriormente con el luxómetro se mide cada puesto de trabajo considerando los lugares donde el trabajador realiza labores de escritura con teclado, escritura a mano y lectura,

- Registro de datos de medición: en una planilla se ingresa información como el flujo lumínico que se registra en cada puesto de trabajo, la medición será de cinco días, en horarios de la mañana, medio día, tarde y noche.
- **Simulación:** en esta fase se trabajará con el software DIALux, en la misma se diseñará la oficina, con todas sus características que se han registrado en la planilla de datos. Para desarrollar la propuesta final se debe hacer:
 - Calcular y determinar la cantidad de luminarias y el tipo de iluminación que se necesita para que en el plano de trabajo se cuente con los 500 Lux de flujo
 - La simulación tomará en cuenta una iluminación artificial para satisfacer las necesidades lumínicas nocturnas.

4.2 Diseño de la Investigación

El presente trabajo de investigación es una investigación aplicada. Posee un enfoque mixto, a través de las encuestas se evalúa de forma cualitativa el confort visual, en tanto la productividad se logra conocer mediante la entrevista a gerente de Tv Mundo. En la parte cuantitativa se colectan los datos en el mismo lugar de estudio a través de las mediciones y registro de datos, todo ello en función al nivel de iluminación. Tiene como propuesta dos variables, una independiente (nivel de iluminación) y la otra dependiente (confort visual).

4.2.1 Población

La cantidad total de trabajadores que laboran en la sala de redacción y edición de Tv Mundo son 7 personas, por ende, se evaluará a todos ellos.

4.2.2 Muestra

Por el pequeño tamaño de la población, no se requiere muestra.

4.2.3 Operacionalización de Variables

En la siguiente tabla se presenta la operacionalización de variables.

Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Iluminación de la sala de redacción	Independiente	Condiciones del lugar	Color de paredes Color de piso Color de techo Color del plano de trabajo		Planilla de adquisición de datos Planilla de adquisición de datos Planilla de adquisición de datos Planilla de adquisición de datos
		Características de iluminación	Altura de la oficina	m	Metro
			Ancho de la oficina	m	Metro
			Altura de plano de luminarias	m	Metro
Altura de plano de trabajo	m	Metro			
Cantidad de luminarias		Planilla de adquisición de datos			
Tipo de luminarias		Planilla de adquisición de datos			
Potencia de las luminarias	W	Planilla de adquisición de datos			
Temperatura de lámparas	K	Planilla de adquisición de datos			
	Nivel de iluminación	Iluminancia	lux (= lm/m ²)	Luxómetro	
Condiciones de iluminación en la sala de redacción	Dependiente	Satisfacción visual	Escala de Likert	Nivel de satisfacción	Encuesta
		Productividad	Fallas en escritura Rendimiento y cumplimiento de metas		Entrevista

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Percepción del confort visual

Se realizó una encuesta a 7 trabajadores del área de redacción y edición (ver Anexo 2), la misma que busca conocer la percepción del confort visual y cuanto este afecta sobre los trabajadores para la realización de sus actividades, ya que como se indicó en capítulos anteriores el factor visual es uno de los factores más trascendentes en la productividad.

La encuesta ha desarrollado 7 ítems, la primera sobre la edad del encuestado; la segunda sobre el sexo; la tercera sobre las valoración del confort lumínico, la misma que busca evaluar mediante la escala de valoración de Likert, donde se evalúa a 6 temas; la cuarta, quinta y sexta para conocer el deseo de cambio del sistema de iluminación y finalmente, la séptima aborda la relación entre una mejora de iluminación y cuanto esto puede ayudar a mejorar sus trabajos encomendados tanto en reducción de tiempos y errores.

La encuesta ha sido adaptada de la investigación que desarrollaron Ramírez y Piderit [14], además se ha utilizado la plataforma de Surveymoney para la confección de esta encuesta que fue desarrollada virtualmente, es decir se envió los enlaces a los 7 trabajadores para que lo puedan desarrollar, la misma que se efectuó el miércoles 13 de mayo del 2020.

5.1.1 Valoración del confort lumínico

A través del este estudio de valoración por la escala de Likert, tal como se aprecia en la Tabla 6, se puede desprender que gran parte de los trabajadores indican que la cantidad de iluminación, la presencia de sombras, brillos o reflejos, les generan malestar e incomodidad para desarrollar sus tareas.

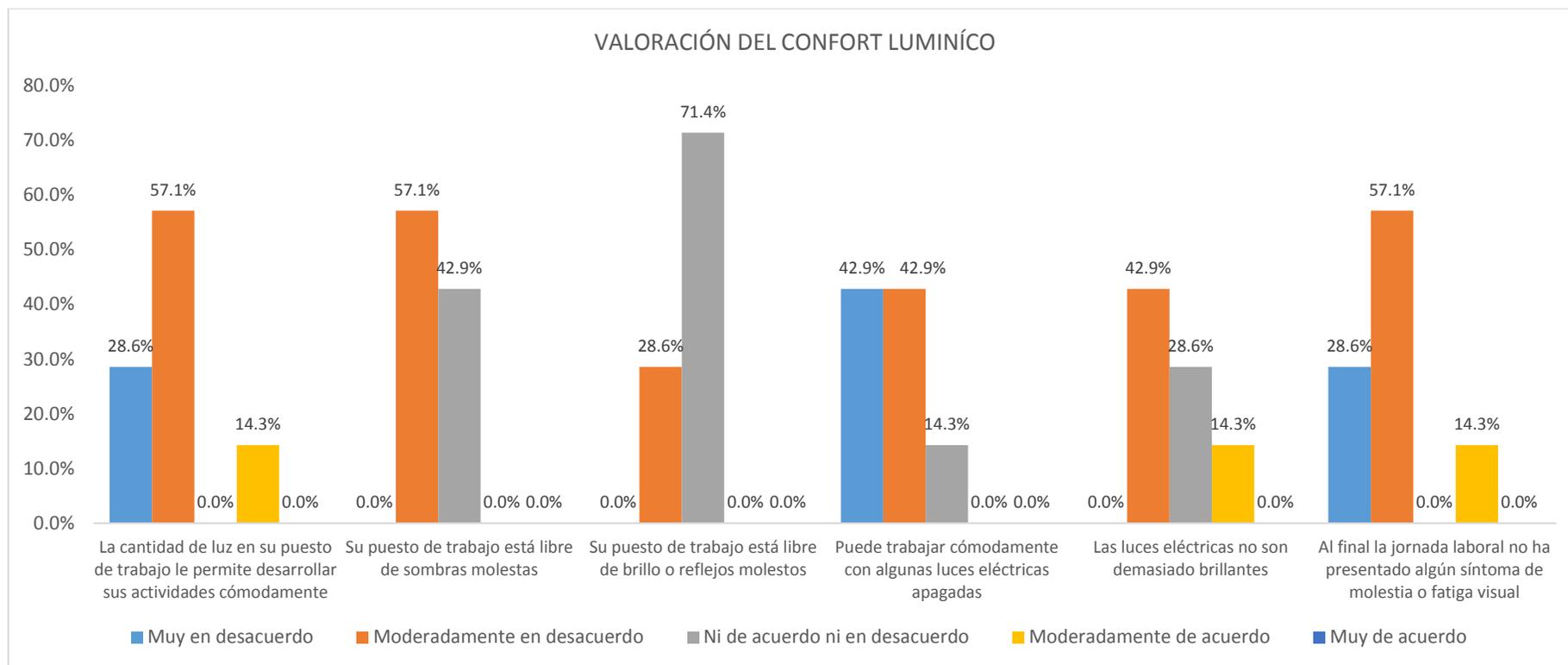
Además, si observamos el Gráfico 1 podemos notar que un 57.14% del total de trabajadores indica que al final de su jornada laboral ha presentado fatiga ocular. En tanto un 28.57% señala con contundencia que efectivamente ha presentado esta molestia.

Tabla 6. Valoración del confort lumínico

VALORACIÓN DEL CONFORT LUMÍNICO	Muy en desacuerdo		Moderadamente en desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		Moderadamente de acuerdo		Muy de acuerdo	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente	2	28.57%	4	57.14%	0	0.00%	1	14.29%	0	0%
Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas	0	0.00%	4	57.14%	3	42.86%	0	0.00%	0	0%
Su puesto de trabajo está libre de brillo o reflejos molestos	0	0.00%	2	28.57%	5	71.43%	0	0.00%	0	0%
Puede trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas	3	42.86%	3	42.86%	1	14.29%	0	0.00%	0	0%
Las luces eléctricas no son demasiado brillantes	0	0.00%	3	42.86%	2	28.57%	1	14.29%	0	0%
Al final la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual	2	28.57%	4	57.14%	0	0.00%	1	14.29%	0	0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Valoración del confort lumínico



Fuente: Elaboración propia.

Otro de los datos a destacar es que, el 71.4% considera que no está ni de acuerdo, ni en desacuerdo, con relación a que sus puestos de trabajo están libres de brillos o reflejos molestos. Punto importante pues denota que la iluminación es baja por lo que no puede producir brillos o reflejos. Aspecto que tiene relación, pues el 57.1% señala que la cantidad de iluminación no le permite desarrollar cómodamente sus tareas, factor de confort visual que se relaciona directamente con la productividad de los colaboradores.

5.1.2 Nivel de molestia de la iluminación en los puestos de trabajo

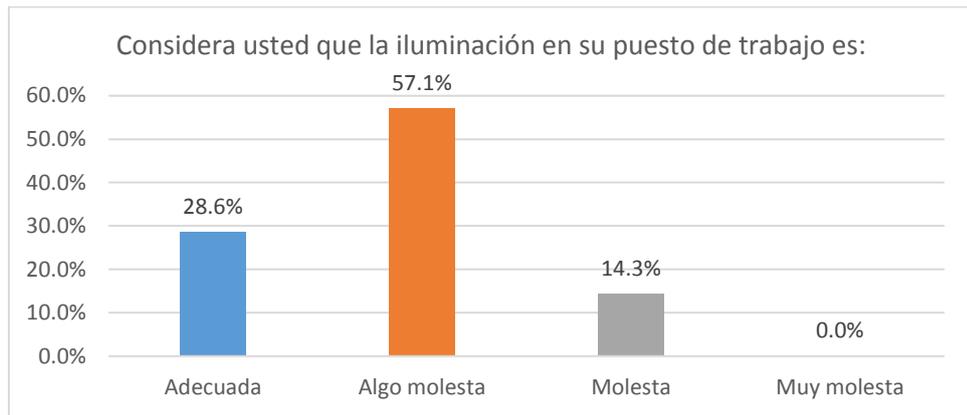
Los trabajadores consideran en un 57.1% como algo molesta la iluminación que se presenta en cada uno de sus puestos de trabajo (ver Tabla 7), una cifra muy importante a considerar. En tanto, si se observa el Gráfico 2, se ve claramente que la iluminación es molesta en un 14.3%, mientras que solo el 28.6% considera que es la adecuada. De acuerdo con estas estadísticas se desprende que la iluminación no es uniforme, tal como se observó en la visita a esta oficina, pues la disposición de las luminarias es distante.

Tabla 7. Calidad de iluminación

Calidad de iluminación	f	%
Adecuada	2	28.6%
Algo molesta	4	57.1%
Molesta	1	14.3%
Muy molesta	0	0.0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Nivel de molestia de la iluminación



Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Necesidad de iluminación

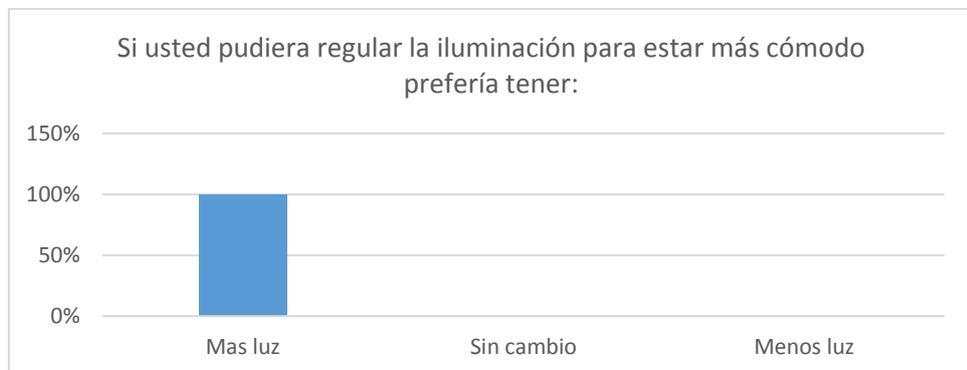
Todos los trabajadores consideran que, si fuera por ellos, colocarían más iluminación a esta área de trabajo. Tal como se aprecia en Gráfico 3 se presenta una necesidad a ser cubierta y solucionada.

Tabla 8. Necesidad de iluminación

Necesidad de iluminación	f	%
Mas luz	7	100%
Sin cambio	0	0%
Menos luz	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Necesidad de iluminación



Fuente: Elaboración propia

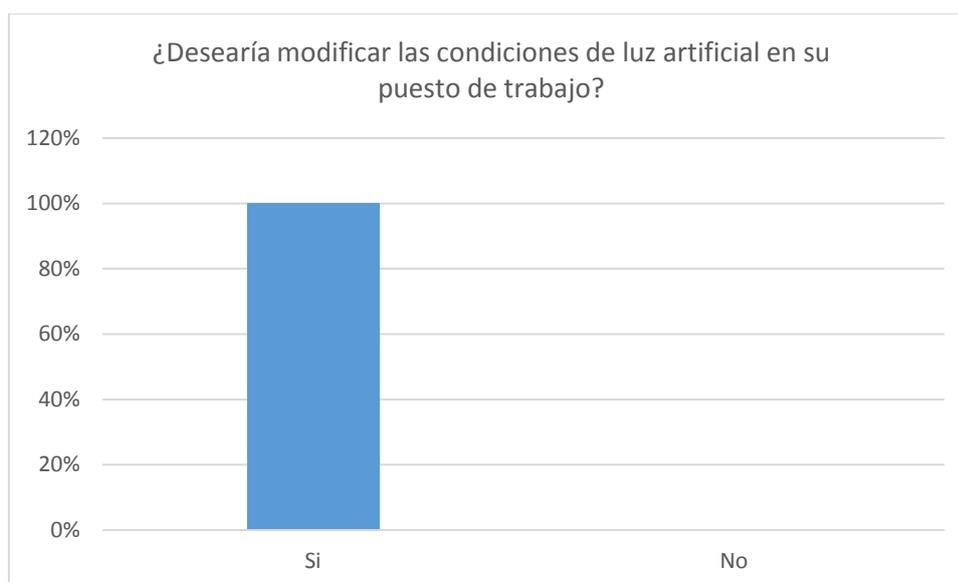
Para reforzar esta posición que tienen los trabajadores, tal como se desglosa en la Tabla 9 indican también en un 100% que desearían modificar la iluminación artificial que presenta la sala de redacción y edición.

Tabla 9. Necesidad de mejora de luz artificial

Necesidad de mejora de luz artificial	f	%
Si	7	100%
No	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Necesidad de mejora de luz artificial



Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Iluminación y mejora de tareas de trabajo

Uno de los aspectos más importantes es la relación que hay entre la iluminación y la productividad, esta relación es trascendental. El objetivo de la encuesta fue conocer, cuánto una mejora del confort lumínico puede influenciar para la disminución de errores y la mejora de tiempos para realizar las tareas. Ante

ello, el 100% de los trabajadores indicó que, en efecto, una mejora de la iluminación les permitirá hacer sus tareas en menor tiempo y que se reducirán las fallas, tal como se observa en el

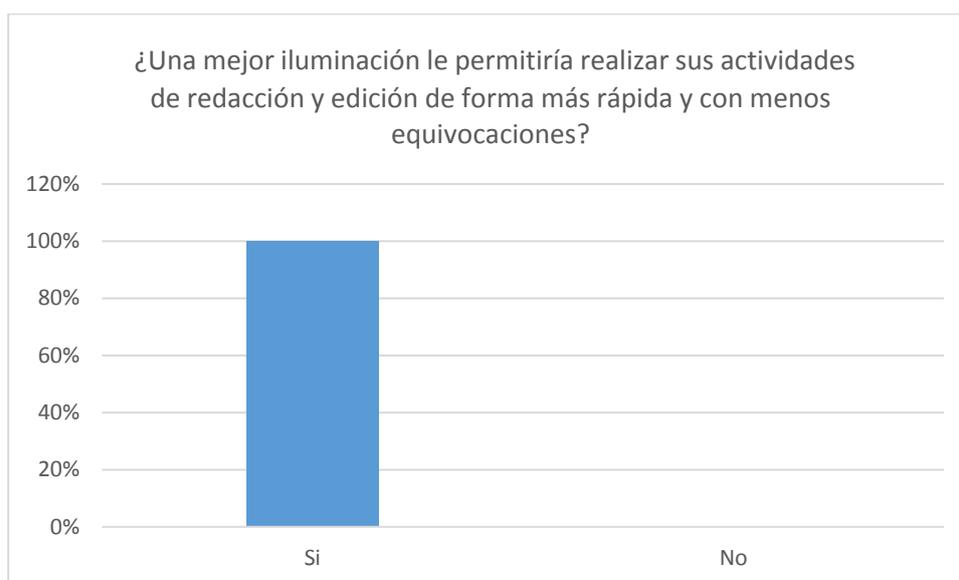
Gráfico 5.

Tabla 10. Iluminación y mejora del trabajo

Iluminación y mejora del trabajo	f	%
Si	7	100%
No	0	0%
TOTAL	7	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Iluminación y mejora del trabajo



Fuente: Elaboración propia

5.2 Iluminación y productividad

La iluminación es el factor físico más importante que influye en la productividad, por lo que se realizó una entrevista, con el fin de conocer la situación actual, las medidas a tomar en cuenta y como este puede repercutir si se logra mejorar el flujo lumínico.

Entrevista

Dirigida a: Mg. Freddy José Lozano Benique (Gerente General de Tv Mundo Arequipa)

a. ¿En la empresa, se ha realizado un estudio de iluminación en la sala de redacción y edición u otras áreas?

No hemos desarrollado ningún tipo de evaluación respecto a la iluminación con la que cuenta esta área del canal, ni en ninguna de las demás. Soy sincero, no lo hemos visto por conveniente ni algo trascendental, sobre todo porque desconocíamos de la Norma Técnica Peruana que estipula rangos de iluminación para áreas específicas. Mas ha pasado por desconocimiento.

Interpretación: La gerencia de este medio de comunicación siempre ha visto mejorar en todo aspecto, pero el desconocimiento técnico respecto a temas como la NTP ha impedido que se realice un estudio para identificar, diagnosticar y plantear soluciones con el fin de la mejora del confort lumínico.

b. ¿Se han realizado mediciones de iluminación en los puestos de trabajo con equipos especializados, calibrados y certificados?

Como indiqué, nunca pensamos en ello, debido a que siempre hemos considerado que los arquitectos que diseñaron las áreas y oficinas del canal lo hicieron de buena forma, incluso considerando estos aspectos. Más nos hemos centrado en el set de televisión donde se graban y se emiten los programas en vivo.

Interpretación: Al no realizar ningún estudio respecto a la iluminación, los trabajadores de la empresa se encuentran expuestos a riesgos por iluminación, sobre todo a molestias y cansancio lo que repercute en el desempeño laboral.

c. ¿Ha recibido quejas o expresiones de malestar de alguno de los trabajadores respecto a la iluminación en el puesto de trabajo?

En algunas reuniones que normalmente hacemos en el canal, se nos ha hecho ese pedido. Algunos nos han indicado, sobre todo los que trabajan al fondo de la oficina que la iluminación no es la ideal, entonces nosotros como empresa lo que hacíamos era reemplazar esos fluorescentes por otras nuevas. De hecho, que la iluminación mejoraba.

Interpretación: Las acciones correctivas que se realizaban no contaban con un soporte técnico, y tampoco se vio por conveniente la redistribución de las luminarias para buscar una mejor uniformidad y mejor la iluminación en cada puesto de trabajo.

d. ¿Considera que los trabajadores deben tener un ambiente laboral con todas las comodidades posibles para mejorar la productividad?

Definitivamente sí. Nosotros como empresa siempre hemos buscado dar lo mejor hacia nuestros trabajadores con los medianos recursos que disponemos. No solo dotándoles de buenos equipos, sino también de un ambiente agradable. Nosotros tenemos esa política de la mejora continua, porque mi socio, mi hermano es ingeniero industrial, por lo que hacemos reuniones y vemos los puntos flacos para mejorar. El trabajo en prensa tiene sus particularidades, se trabaja con mucha presión, hay mucha fatiga, estrés, por eso tratamos de que ellos encuentren en la sala de redacción todo para realizar mejor y más rápidas sus tareas.

Interpretación: Todos los esfuerzos que desarrollan están relacionados con la mejora del ambiente laboral, pero todos esos esfuerzos tienen un fin, el cual es elevar la productividad, sobre todo con la reducción de los ciclos de trabajo (realización de notas informativas).

e. Ahora que conoce un poco más de la norma técnica peruana ¿Considera que si mejora el flujo lumínico de esta oficina puede mejorar la productividad?

Sin duda, nosotros como canal y como toda empresa tratamos de ser cada vez más competitivos, y la competitividad se logra haciendo bien las cosas, que nuestras notas salgan pulidas, sin errores, que las notas se hagan cada vez más rápidas, porque en este negocio de la televisión, mucho tiene que ver la calidad de cómo se emite el contenido. Nosotros somos una empresa pequeña pero emergente, nosotros apostamos a conseguir publicidades de agencias y marcas nacionales y ellos solo dan esas publicidades a aquellos medios donde tengan todo pulido y controlado. Nosotros ya contamos con esas cuentas y queremos que esos contratos perduren, por lo tanto, todo está vinculado y lo que tenemos que hacer es esa parte, mejorar la iluminación, pues ahora considero que es una parte fundamental, no solo para mejorar y reducir los tiempos, sino también para dar el soporte a nuestros trabajadores de un ambiente agradable y elevar el confort y el ambiente laboral.

Interpretación: La respuesta anterior se refuerza aún más, puesto que, si se mejora el flujo lumínico, sabiendo que es un factor fundamental y trascendental en la productividad se logrará la reducción de los tiempos de ciclos, además de la reducción de la cantidad de errores en las redacciones de las notas informativas, así como en la edición de los videos, algo que busca esta empresa para ser competitiva y lograr mayores ingresos por el concepto de publicidad.

f. ¿Como ustedes miden la productividad?

Nuestro negocio es distinto al de una fábrica, porque en una fábrica uno puede tener una media de producción por hora, semana o por mes. En nuestro caso, la productividad se mide haciendo cada vez más rápido las notas, porque en el medio periodístico lo que importa es la inmediatez, hay días donde se han hecho 15 notas diarias, otras veces se han superado largamente esa cantidad, llegando a más de

20. Nuestros trabajadores tienen metas que cumplir, normalmente son 3 a 4 notas. también se ha presentado días donde no se han podido culminar las notas a tiempo, por lo que los trabajadores han tenido que quedarse.

Interpretación: Esta empresa, por la naturaleza del negocio en el cual está insertado, tiene algunas ratios de medición, los mismos que están asociados al cumplimiento de metas, por ejemplo, cantidad de notas y que estas no tengan errores y sean hechas en el menor tiempo posible.

5.3 Análisis de las condiciones de iluminación

Para la adquisición de datos se ha confeccionado una planilla (ver Anexo 3), la misma que ha sido adaptado de la investigación que realizaron Cabeza y otros autores [13]. Para ello se ha hecho una visita a la sala de redacción y edición de Tv Mundo y se ha utilizado para algunos puntos, el uso de una wincha métrica y los demás datos recolectados fueron por observación.

Se ha podido evidenciar que en la sala de redacción y edición se presentan 7 puestos de trabajo y cuyas características observadas y medidas son el insumo fundamental para realizar la simulación y dar una propuesta de solución para que esta oficina cumpla con 500 Lux de flujo lumínico en el plano de trabajo de cada uno de los puestos identificados.

Tabla 11. Condiciones de lumínicas del área de redacción

PLANILLA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE MEDICIÓN		
Evaluado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani		
Fecha de Evaluación: 10/05/2020	Hora de inicio: 10:00	Duración (tiempo) de evaluación: 30 minutos
Departamento o Sección: Sala de redacción y edición	Agente de Riesgo evaluado: Iluminación	Condiciones atmosféricas: Normales
Datos generales de luminaria		
N° de luminarias 4	Tipo de luminarias Fluorescente	Marca de las luminarias Phillips
Potencia de las luminarias (W) 40 Watt	N° de luminarias defectuosas 0	N° de luminarias en funcionamiento 4
Altura con respecto al piso (m) 2.5	Altura con respecto al plano de trabajo (m) 1.78	Posición relativa al techo empotrada
Condiciones del lugar o plano(s) de trabajo		
Tarea realizada Redacción y edición	Color del plano de trabajo Azul	Color de piso Manteca
Color de paredes Blanca	Color del techo Gris	N° de ventanas 1
N° de puertas 1	Contraste Si	Sombras Si
Observaciones: La luz solar cae directamente a la ventana en horas de la mañana		

Fuente: Adaptado de [13]

Con los datos obtenidos tal como se observa en la Tabla 11 se evidencia que es una oficina que tiene 4 fluorescentes, todas ellas operativas, los mismos que se ubican a 2.5 metros desde el piso; además que el plano de trabajo tiene una altura de 0.72 metros. A ello hay que indicar que las dimensiones de la oficina son de 8 metros de largo y 3.5 metros de ancho.

Otro aspecto importante para considerar es que, se evidenció que la parte que da a la ventana tiene mejor iluminación natural.

En tanto, se ha hecho un diagnóstico, para conocer si cada puesto de trabajo cumple con los 500 Lux de flujo lumínico que exige la Norma Técnica Peruana, para ello se

adaptó una planilla de registro de mediciones (ver Anexo 4) que desarrolló en Ecuador [16]. Es decir, se ha evaluado en cinco días para conocer la media de flujo lumínico que hay en la mañana, mediodía, tarde y noche. Todas estas mediciones se han hecho de forma focalizada y se ha utilizado un luxómetro digital (aplicación Android).

Tabla 12. Medición del flujo lumínico en PT 1

 REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN									
Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani							Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 1		Área: Sala de prensa			Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado		
		Equipo: Luxómetro			Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada		
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida				Altura de medición 80cm		
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30	349	348	349	350	348	1744	348.8	0.83666
2	12:30	299	297	297	296	298	1487	297.4	1.14018
3	16:30	219	217	219	221	221	1097	219.4	1.67332
4	20:30	209	208	211	210	218	1056	211.2	3.96232

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Medición del flujo lumínico en PT 2

 REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN									
Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani							Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 2		Área: Sala de prensa			Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado		
		Equipo: Luxómetro			Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada		
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida				Altura de medición 80cm		
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30	317	315	317	319	315	1583	316.6	1.67332
2	12:30	251	253	251	252	251	1258	251.6	0.89443
3	16:30	201	199	203	203	201	1007	201.4	1.67332
4	20:30	210	214	211	211	215	1061	212.2	2.16795

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Medición del flujo lumínico en PT 3

		REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN							
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani					Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 3	Área: Sala de prensa		Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado				
	Equipo: Luxómetro		Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada				
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida			Altura de medición 80cm			
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	s
		1	2	3	4	5			
1	08:30	304	301	304	303	304	1516	303.2	1.30384
2	12:30	226	228	226	229	225	1134	226.8	1.64317
3	16:30	196	199	196	195	196	982	196.4	1.51658
4	20:30	219	211	211	210	208	1059	211.8	4.20714

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Medición del flujo lumínico en PT 4

		REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN							
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani					Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 4	Área: Sala de prensa		Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado				
	Equipo: Luxómetro		Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada				
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida			Altura de medición 80cm			
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	s
		1	2	3	4	5			
1	08:30	279	281	279	280	283	1402	280.4	1.67332
2	12:30	216	217	216	217	215	1081	216.2	0.83666
3	16:30	195	195	196	195	195	976	195.2	0.44721
4	20:30	209	208	211	210	211	1049	209.8	1.30384

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Medición del flujo lumínico en PT 5

		REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN							
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani					Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 5		Área: Sala de prensa		Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado			
		Equipo: Luxómetro		Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada			
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida				Altura de medición 80cm		
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30	247	248	248	244	246	1233	246.6	1.67332
2	12:30	206	207	206	205	205	1029	205.8	0.83666
3	16:30	187	188	190	187	186	938	187.6	1.51658
4	20:30	210	208	210	210	211	1049	209.8	1.09545

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Medición del flujo lumínico en PT 6

		REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN							
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani					Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 6		Área: Sala de prensa		Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado			
		Equipo: Luxómetro		Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada			
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida				Altura de medición 80cm		
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30	216	215	217	215	215	1078	215.6	0.89443
2	12:30	195	195	193	196	193	972	194.4	1.34164
3	16:30	172	172	174	172	171	861	172.2	1.09545
4	20:30	211	211	214	213	213	1062	212.4	1.34164

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Medición del flujo lumínico en PT 7

		REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN							
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani					Fecha: 17/05/2020		
Puesto de trabajo: 7	Área: Sala de prensa		Época: Invierno		Condición Ambiental: Despejado				
	Equipo: Luxómetro		Tipo de Iluminación: Mixta		Iluminación Localizada				
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida			Altura de medición 80cm			
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30	195	195	196	195	196	977	195.4	0.54772
2	12:30	179	181	180	179	179	898	179.6	0.89443
3	16:30	166	162	165	166	165	824	164.8	1.64317
4	20:30	209	208	211	210	211	1049	209.8	1.30384

Fuente: Elaboración propia

Después de la toma de datos de forma focalizada (en la zona del plano de trabajo) de cada puesto, se ha trasladado solo los valores promedios (de las 5 mediciones por cada puesto de trabajo) a la planilla principal de resultados (ver Tabla 19) para conocer si estas cumplen o no con los 500 Lux de flujo lumínico que estipula la Norma Técnica Peruana para la iluminación de oficinas.

Con los resultados obtenidos se evidencia que todos los puestos de trabajo tienen un deficiente flujo lumínico ya sea para los horarios de la mañana, mediodía, tarde y noche.

Se debe indicar también que todas las mediciones realizadas para los horarios de mañana, medio día y tarde es con iluminación mixta, es decir natural y artificial; en tanto que para la noche es únicamente con iluminación de tipo artificial.

Tabla 19. Resultados de confort lumínico

		RESULTADOS DE CONFORT LUMÍNICO			
		Elaborado por: Marco Antonio Gutierrez Mamani			Fecha: 17/05/2020
Época: Invierno		Condición ambiental: Cielo despejado	Área: Sala de redaccion y edición		Requisito visual: Moderado
N° de puesto	Tipo de iluminación	Iluminación: general / localizada	Hora	Valor medido (Lux)	Valor requerido según NTP (500 Lux)
1	Mixta	Localizada	Mañana	348.8	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	297.4	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	219.4	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	211.2	Deficiente
2	Mixta	Localizada	Mañana	316.6	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	251.6	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	201.4	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	212.2	Deficiente
3	Mixta	Localizada	Mañana	303.2	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	226.8	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	196.4	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	211.8	Deficiente
4	Mixta	Localizada	Mañana	280.4	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	216.2	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	195.2	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	209.8	Deficiente
5	Mixta	Localizada	Mañana	246.6	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	205.8	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	187.6	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	209.8	Deficiente
6	Mixta	Localizada	Mañana	215.6	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	194.4	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	172.2	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	212.4	Deficiente
7	Mixta	Localizada	Mañana	195.4	Deficiente
	Mixta	Localizada	Mediodía	179.6	Deficiente
	Mixta	Localizada	Tarde	164.8	Deficiente
	Artificial	Localizada	Noche	209.8	Deficiente

Fuente: Elaboración propia

Si nos adentramos más a los resultados obtenidos, como se observa en el Gráfico 6, se puede inferir que la iluminación mixta en la mañana es la que tiene mejor flujo lumínico, sobre todo en el puesto de trabajo número 1 ya que esta se encuentra al lado de la ventana, en tanto que los demás puestos de trabajo a medida que se alejan de la ventana van disminuyendo.

El nivel máximo de flujo lumínico llega a 348.8 Lux en horas de la mañana en el puesto de trabajo número uno. Otro aspecto que considerar es que en horas de la noche

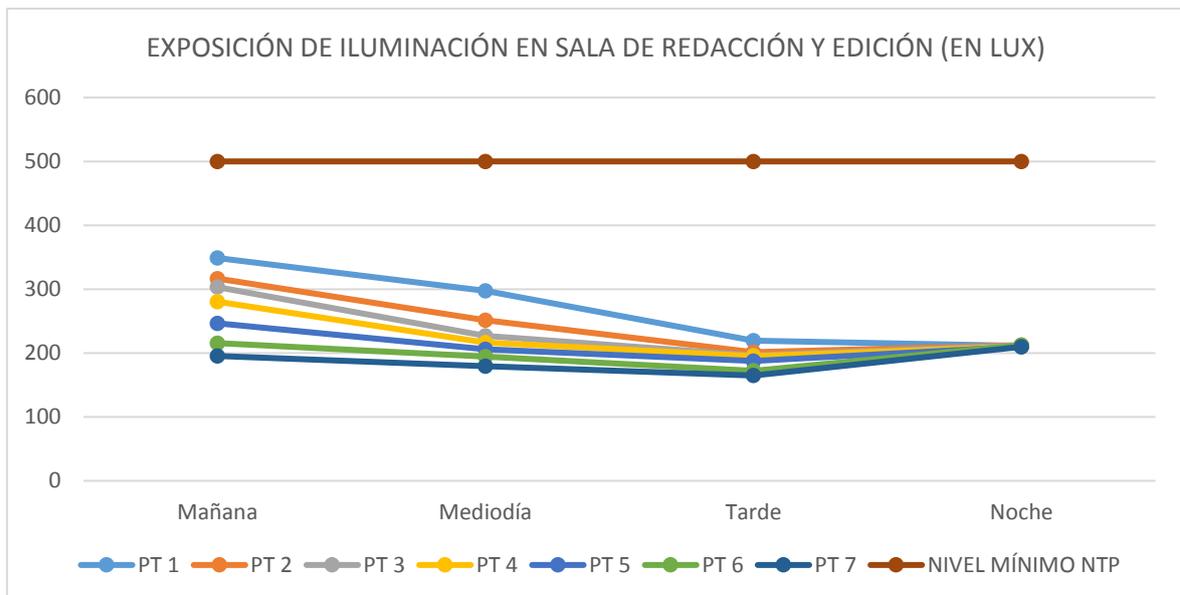
cuando solo se tiene iluminación artificial todos puesto de trabajo registran un flujo lumínico que supera los 200 Lux.

Tabla 20. Exposición de iluminación

	PT 1	PT 2	PT 3	PT 1	PT 5	PT 6	PT 7	NIVEL MÍNIMO NTP (LUX)
Mañana	348.8	316.6	303.2	280.4	246.6	215.6	195.4	500
Mediodía	297.4	251.6	226.8	216.2	205.8	194.4	179.6	500
Tarde	219.4	201.4	196.4	195.2	187.6	172.2	164.8	500
Noche	211.2	212.2	211.8	209.8	209.8	212.4	209.8	500

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Exposición de iluminación



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 6 se corrobora que hay una deficiente iluminación, es decir no se llega a cumplir con lo que establece la NTP, esta situación debe ser resuelta para cumplir con la normativa peruana, sobre todo en una oficina donde el trabajo es de alta precisión, con la menor cantidad de errores y con ciclos de trabajo cada vez más rápidos.

5.4 Simulación

5.4.1 Software para el cálculo de la iluminación

El software que se ha utilizado para el cálculo de la iluminación es DIALux evo 9, es un programa de uso libre que permite el diseño, cálculo y visualización de la luz para espacios individuales, edificios completos, oficinas de trabajo, calles, áreas al aire libre ya sea con luz natural, luz artificial o mixta [2].

Este software es de uso libre y se puede configurar al idioma español, lo que hace que sea amigable y versátil. Es de uso libre puesto que trabaja con los catálogos de las principales marcas dedicadas a la producción de luminarias para todo tipo de espacios. Estas empresas brindan toda su información con la finalidad de ser tomadas en cuenta y ser opciones para ser adquiridas para los proyectos que se simulen.

Estas empresas brindan todas las características de sus luminarias y el comportamiento del flujo lumínico para que el programa simule ante condiciones establecidas, a lo que se denominan parámetros insertados, desde dimensiones del área de las oficinas o ambientes donde se busca mejorar el flujo lumínico (largo, ancho, altura), además se inserta los colores de las paredes, material del piso, altura del plano de trabajo, color del plano del trabajo, tipo y rugosidad de las paredes, etc.

Requisitos del software para su instalación

DIALux evo es una aplicación CAD 3D. La memoria principal debe ser de al menos 4 GB. Se recomienda que sea de 8 a 16 GB para uso profesional. Una CPU multinúcleo estándar. Una tarjeta gráfica de Nvidia o AMD. Admite los siguientes sistemas operativos: Windows 7 (32/64 bit) / Windows 8 (32/64 bit) / Windows 8.1 (32/64 bit) / Windows 10 (32/64 bit) [2].

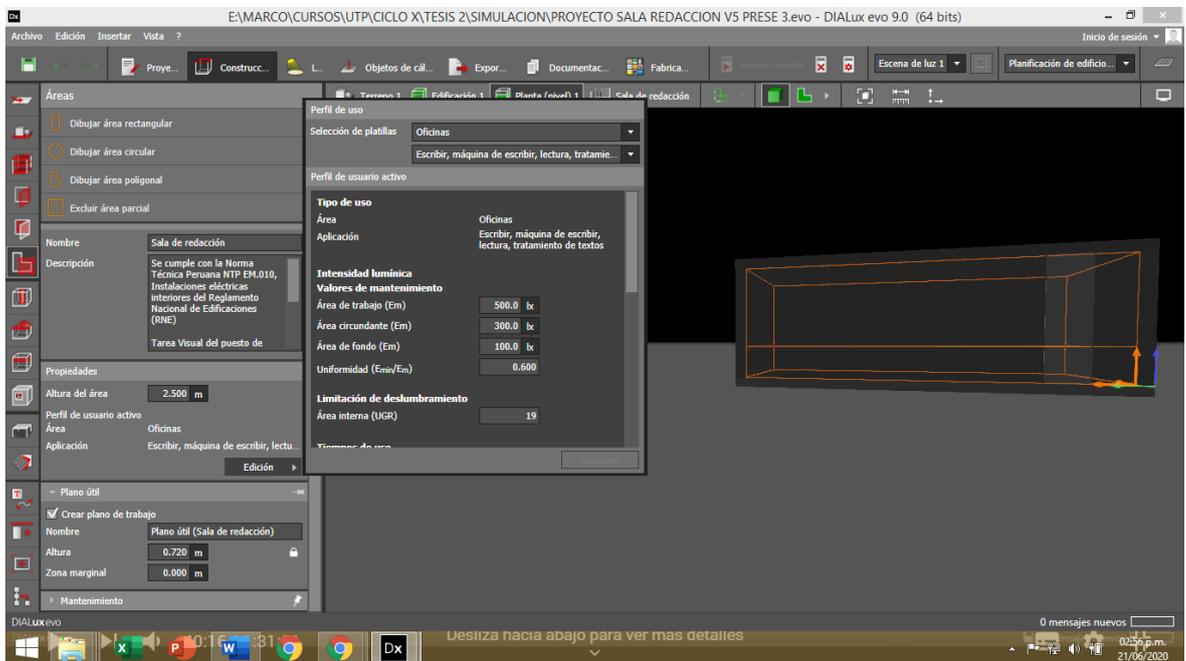
5.4.2 Procedimiento de simulación

Para el proceso de simulación se han ingresado todos los parámetros, es decir, todo lo registrado en las planillas de adquisición de datos como se puede observar en el Anexo 3. El procedimiento para el proceso de simulación ha sido de la siguiente manera:

- Importar el plano en el formato DWG, el mismo que fue realizado en Autocad (ver Anexo 6), en este layout se especifican todas las dimensiones de la oficina
- Dibujar edificio en la opción terreno con la finalidad de convertirlo en 3D, es decir se grafica la cara interna y externa de la oficina integrando todas las dimensiones del plano importado de Autocad (8 metros de largo y 3.5 metros de ancho de la oficina)
- Realizar aberturas del edificio (ver Anexo 7), en ella se colocan las dimensiones de las puertas (0.8 x 2 metros) y ventanas (2.5 x 1.7 metros, parapeto: 0.8 metros) y se insertan los parámetros como color y textura (puerta de acero de color platino).
- Insertar muebles y accesorios como las mesas donde van las laptops, las mismas que tienen una altura de plano de trabajo de 0.72 metros (ver Anexo 8), y un ancho de 0.5 metros, las mesas son de color azul, todas estas características se han colocado para los 7 puestos de trabajo, además de su laptop, su silla metálica con funda negra. También, se han insertado los parámetros del piso (color blanco crema) y de las paredes (blanco humo) y su rugosidad. Estos datos son muy importantes pues generan automáticamente un grado de reflexión (84% para la pared y 77% para el piso) tal como se puede observar en el Anexo 9.
- Configurar el parámetro de la NTP EM. 010 que estipula 500 lux a lograr en el plano de trabajo en oficinas donde se trabaje con computadoras y se

haga labores de mucha exactitud [1]. Esta es la parte más importante pues el objetivo de la simulación es lograr superar los 500 Lux de flujo lumínico en los siete puestos de trabajo, los mismos que tienen 0.72 metros como plano de trabajo. Es bueno indicar que DIALux trabaja con la Norma Europea, la misma que es similar a la Norma Técnica Peruana (NTP) EM.010 para este tipo de oficinas, por cual el programa ha insertado datos complementarios como área circundante y área de fondo.

Figura 8. Parámetro NTP EM 010 de 500 lux para oficinas



- Se han hecho varias simulaciones, pero se optó por usar luminarias Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940 ya que genera ahorro en consumo de energía eléctrica, además porque al ser fabricada por una marca con presencia de ventas en el Perú, se puede acceder a estas luminarias fácilmente a través de tiendas o por pedido. Estas luminarias generan un flujo luminoso de 3400 lux cada una (ver Figura 9). En esta fase de simulación al usar solo cuatro luminarias no se lograba el objetivo de los 500 Lux en el plano de trabajo por lo que se tuvo que

redistribuir hasta conseguir el flujo optima, el mismo que resultó con 8 luminarias, con un rendimiento de 125.9 lm/W (ver Figura 10).

Figura 9. Datos luminotécnicos de Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940

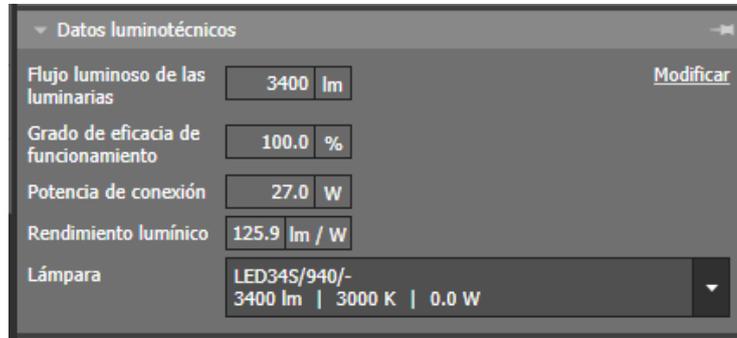


Figura 10. Rendimiento lumínico PHILIPS RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940

Φ_{total}	P_{total}	Rendimiento lumínico
27200 lm	216.0 W	125.9 lm/W

Uní.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	PHILIPS		RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940	27.0 W	3400 lm	125.9 lm/W

5.5 Resultados de la simulación

Para el proceso de simulación se han ingresado todos los parámetros, es decir, todo lo registrado en las planillas de adquisición de datos como se puede observar en el Anexo 3. Los resultados que se han obtenido son:

5.5.1 Con luz artificial de noche

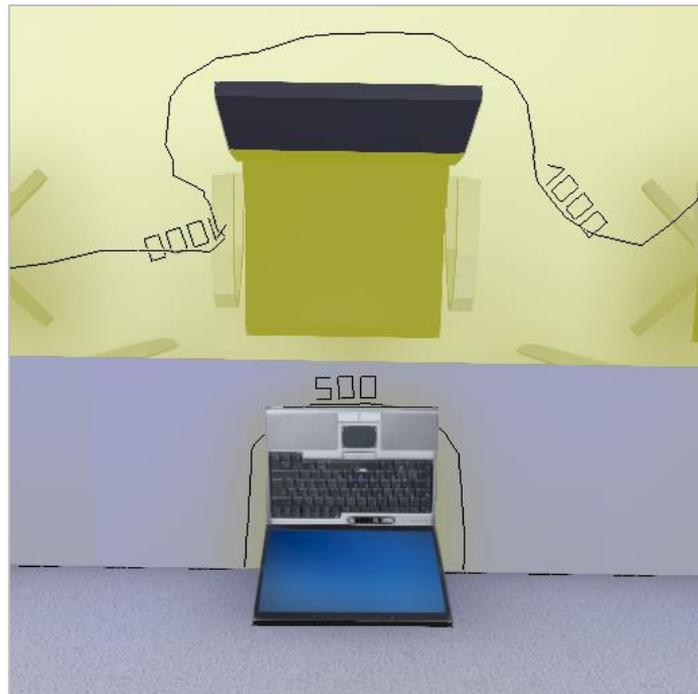
La noche es la condición ideal donde se puede evaluar a plenitud el requerimiento total para cumplir con los 500 lux de flujo lumínico en el plano de trabajo. Además, es importante señalar que, en el diagnóstico de medición, ningún puesto de trabajo superaba los 210 Lux en horas de la noche. A ello se debe agregar que las actividades periodísticas y cargas de trabajo en esta oficina de redacción y edición se dan en la tarde y en la noche, pues producen para el noticiero de la noche y para el noticiero de la mañana.

Realizando la simulación con 8 luminarias se ha logrado el objetivo, tal como se puede observar en la Figura 11, ya que las aspas del reporte indican que se superó el flujo lumínico mínimo de los 500 lux, teniendo como promedio los 860 lux.

Figura 11. Reporte de resultados de simulación de noche

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	E	860 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.024	-	-
Valores de consumo	Consumo	370 - 590 kWh/a	máx. 850 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.17 W/m ²	-	-
		1.07 W/m ² /100 lx	-	-

Figura 12. Flujo lumínico en PT con luz artificial (noche)



Si se observa la Figura 13 se ve claramente que en el plano de trabajo (a 0.72 metros) hay los 500 Lux requeridos. El reporte indica con los cuadros verdes que se cumple (ver Figura 13) y se supera los 500 lux para el plano de trabajo y que incluso en algunas zonas de esta oficina a esta misma altura se llega a 1179 lux.

Figura 13. Reporte de simulación con luz artificial (noche)

Sala de redacción		
Plano útil (Sala de redacción)		
	860 lx	0.024
Plano útil (Iluminancia perpendicular)		
	Real	Nominal
Media	860 lx	≥ 500 lx
Min	20.6 lx	-
Max	1179 lx	-
Mín./medio	0.024	-
Mín./máx.	0.017	-
Parámetros		
Altura	0.72 m	

Figura 14. Vista superior de simulación con luz artificial (noche)



Figura 15. Vista frontal de simulación con luz artificial (noche)

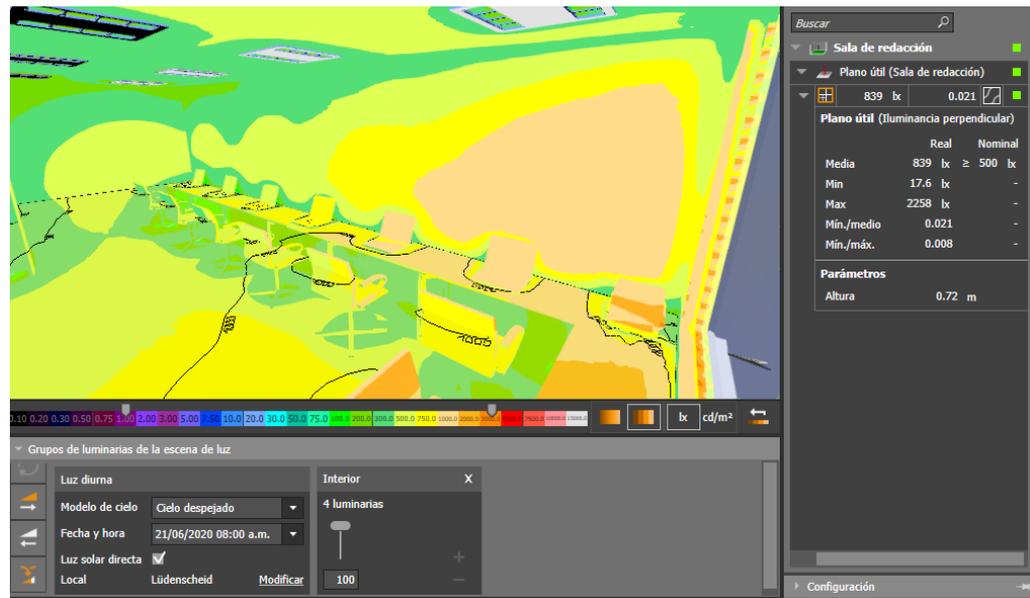


5.5.2 Con luz mixta en el día

Solo se ha podido efectuar una sola simulación con luz mixta, este ha sido con parámetros de las 08:00 am ya que este software no consigna, ni permite el ingreso de las persianas como un parámetro que sin duda afecta y tiene incidencia en el flujo lumínico, por lo cual la condición ideal para la simulación es en condiciones nocturnas.

Utilizando solo 4 (todas ellas que iluminan a los puestos de trabajo) de las 8 luminarias Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940 se logró superar el flujo lumínico de los 500 lux, en los puestos de trabajo 5, 6 y 7 que son las que están al fondo de la oficina, en tanto que en el puesto de trabajo que se ubica en la ventana se llega a los 1000 lux. De acuerdo con el reporte la media en toda la oficina a ese turno es de 829 lux.

Figura 16. Simulación con luz mixta (mañana)



5.6 Condiciones ideales para la distribución de las luminarias

Con la finalidad de elevar el rendimiento, mejora de tiempos en los trabajos, así como la disminución de errores ortográficos en redacción, todo ello bajo el respaldo de la literatura que se ha revisado en la presente investigación, se debe hacer una redistribución, la misma que es fruto a la simulación realizada en el programa DIALux. De acuerdo con los reportes generados en el software de simulación DIALux, para cumplir con la Norma Técnica Peruana y superar los 500 lux de flujo lumínico, la empresa Tv Mundo debe retribuir su sistema de iluminación siguiendo las siguientes especificaciones:

5.6.1 Cantidad y tipo de luminarias

Se debe instalar 8 luminarias Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940, las mismas que tienen un rendimiento de 125.9 lm/W, una potencia de 27 W y una temperatura de 3000 K, para dotar de una iluminación cálida a la sala de redacción y edición de esta empresa televisiva, tal como se aprecia en la siguiente figura.

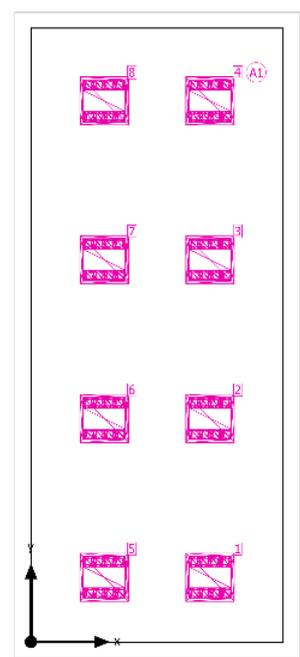
Figura 17. Especificaciones de luminaria Philips

			
N° de artículo			
P	27.0 W		
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	3400 lm		
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3400 lm		
η	100.00 %		
Rendimiento lumínico	125.9 lm/W		
CCT	3000 K		
CRI	100		

5.6.2 Layout de ubicación de luminarias

De acuerdo con el reporte, las 8 luminarias Philips han sido enumeradas (ver Figura 18) y deben instalarse guiándose del plano de situación, el mismo que fija la coordenada de origen, la misma que está en el vértice donde se ubica la puerta y el muro donde está la ventana de la sala de redacción y edición.

Figura 18. Plano de situación de luminarias



Todas las luminarias deben ubicarse siguiendo sus respectivas coordenadas, las cuales están fijadas en metros tal como se observa en la Figura 19, por ejemplo la luminarias Nro. 5 debe instalarse respecto al origen a 0.9 metros en el eje X, en tanto que a 0.8 metros respecto al eje Y. También es preciso señalar que estas luminarias respetan la altura que tiene esta oficina, que es 2.5 metros.

Figura 19. Coordenadas para la ubicación de luminarias



Con todas estas especificaciones, esta oficina de redacción y edición podrá superar los 500 Lux que establece la Norma Técnica Peruana en función a la altura del plano de trabajo que es de 0.72 metros desde el piso.

Las 8 luminarias requieren en total de una potencia de 216 W para generar 27,200 lúmenes en toda la oficina de redacción y edición de Tv Mundo Arequipa.

CONCLUSIONES

En el presente capítulo se presenta las conclusiones a los cuales se ha llegado después de realizar la investigación y la simulación planteada. Todas estas conclusiones son en función a los objetivos planteados. Además, se presentan ideas para el desarrollo de trabajos futuros.

6.1 Conclusiones

- El objetivo principal planteado en la investigación ha sido alcanzado, ya que con el software Dialux se pudo rediseñar un nuevo sistema de iluminación, de forma que cumple con los 500 Lux que exige la NTP EM.010 ya que según la literatura esto favorecerá al rendimiento, mejora de tiempos y disminución de errores en los trabajadores que laboran en la sala de redacción.
- En los 7 puestos de trabajo de la sala de redacción se presentó bajos niveles de confort lumínico, un 57.1% de los trabajadores indicaron que repercute en fatiga ocular, además que les genera fallas en los trabajos. Además, consideran que es una necesidad la mejora de la iluminación.
- La empresa Tv Mundo busca elevar el rendimiento y la productividad con la mejora de los tiempos de la elaboración de las notas informativas, disminución de fallas, enfocados a una mayor producción con calidad e inmediatez. Ha intentado mejorar

la iluminación, pero el desconocimiento técnico y de la NTP EM.010 no le ha permitido hacer un cambio eficaz.

- La toma de datos en cuanto a flujo lumínico permitió identificar las necesidades de forma puntual para cada puesto de trabajo. Además, dio soporte para corroborar técnicamente que ningún puesto de trabajo logra superar los 500 Lux de la NTP ya sea de día o de noche.
- La solución es colocar 8 luminarias Philips RC360B SRD W60L60 1 xLED34S/940, los cuales tienen iluminación directa, estarán distribuidas y empotradas en dos columnadas, cada una con 4. De esta forma, de noche se superará los 500 Lux que exige la NTP, además se logrará una media de 860 Lux en el plano de trabajo (0.72 metros).
- Con esta nueva distribución de luminarias eco amigables se logrará una mejor eficiencia en consumo energético ya que cada luminaria necesita una potencia 27 Watts que genera 4000 Lux. Además, de día se podrían usar 4 luminarias y al combinarse con la iluminación natural también lograr superar los 500 Lux de la NTP en cada puesto de trabajo.

6.2 Trabajos Futuros

La presente investigación ha generado múltiples datos, por lo cual surgen ideas de investigación que pueden ser desarrollarlas en trabajos futuros, las mismas que no solamente están relacionadas a la ingeniería industrial, sino también a otras aristas del conocimiento. Estas ideas de trabajos futuros son:

- Desarrollar un estudio para implementar un sistema automatizado que permita controlar el flujo lumínico para cada turno de trabajo.
- Estructurar un modelo de forma que permita medir cuantitativamente la productividad para un medio de comunicación.
- Plantear un rediseño el sistema de iluminación del set de forma que permita un mejor flujo lumínico y que repercuta en ahorro por consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] INACAL, *Norma EM.010*, Lima.
- [2] DIALux, DIALux evo 9 El estándar mundial en software de diseño de iluminación, Lüdenscheid, 2020.
- [3] EPA, *Indoor Air Quality and Student Performance*, Washington D.C: United States Environmental Protection Agency, 2000.
- [4] E. M. de Korte, M. Spiekman, L. Hoes-van Oeffelen, B. van der Zande, G. Vissenberg, G. Huiskes y L. F. Kuijt-Evers, «Personal environmental control: Effects of pre-set conditions for heating and lighting on personal settings, task performance and comfort experience,» vol. 86, pp. 166-176, 2015.
- [5] V. De Giuli, O. Da Pos y M. De Carli, «Indoor environmental quality and pupil perception in Italian primary schools,» *Building and Environment*, vol. 56, pp. 335-345, 2012.
- [6] G. Enriquez Harper, *El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión*, DF México: Limusa, 2004.

- [7] M. P. García Sanz, Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para su evaluación y acondicionamiento, Madrid: Centro Nacional de Nuevas Tecnologías.
- [8] F. Menendez, F. Fernández, F. J. Llaneza, I. Vázquez, J. Á. Rodríguez y M. Espeso, Formación superior en prevención de riesgos laborales, Valladolid: Lex Nova, 2007.
- [9] Á. Serrano, *El entorno físico del trabajo*, 2004.
- [10] R. Králiková, M. Piňosová y B. Hricová, «Lighting quality and its effects on productivity and human healths,» *International Journal of Interdisciplinarity in Theory and Practice*, nº 10, pp. 8-10, 2016.
- [11] V. Gligor, *Luminous Environment and Productivity at Workplaces*, Helsinki: Helsinki University of Technology, 2004.
- [12] H. Juslén, «Lighting and productivity in the industrial working place,» Bled, 2006.
- [13] M. A. Cabeza, E. Corredor, M. E. Cabeza y E. Sánchez, «Evaluación de los riesgos por iluminación en las oficinas de una empresa petrolera,» *Universidad, ciencia y Tecnología*, vol. 12, nº 48, pp. 191 - 198, 2008.
- [14] A. G. Ramirez y B. Piderit, «Evaluación postocupacional del confort lumínico en edificios de oficina,» *Revista Uniandes*, nº 20, pp. 138 - 145, 2017.
- [15] J. v. Duijnhoven, J. Aarts, C. Aries, A. L. P. Rosemann y H. S. M. Kort, «Systematic review on the interaction between office light conditions and occupational health: Elucidating gaps and methodological issues,» *Indoor and Built Environmen*, vol. 28, 2019.
- [16] L. V. Soto Guerrero, Evaluación del confort térmico y lumínico en las oficinas del gobierno provincial de Tungurahua, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [17] N. Castilla Cabanes, V. Blanca Giménez, A. Martínez Antón y R. M. Pastor Villa, LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes, Valencia: E.T.S. Arquitectura.
- [18] C. Laszl, Manual de Luminotecnia para interiores.

[19] A. M. Posadas Chinchilla , Comportamiento Mecánico de los Materiales, Almería:
Universidad de Almería.

ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización de la empresa Tv Mundo

Arequipa, 31 de julio de 2020

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ

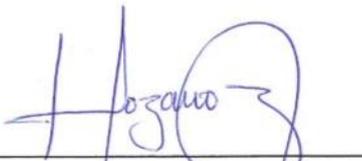
Filial Arequipa

Estimados,

Yo **Freddy José Lozano Benique**, identificado con **DNI 29428118**, en mi calidad de gerente general de la empresa Tv Mundo Arequipa, autorizo al estudiante **Marco Antonio Gutiérrez Mamani**, del programa profesional en Ingeniería Industrial, de la Universidad Tecnológica del Perú, a utilizar el nombre e informaciones de la empresa Tv Mundo para el trabajo de investigación denominado "**Condiciones de iluminación artificial en la sala de redacción de Tv Mundo para la mejora de la productividad**".

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. Como condiciones, el bachiller asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico y deberán ser descritos en el espíritu de convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de nuevos conocimientos.

Atentamente,



Freddy Jose Lozano Benique
DNI: 29428118

Anexo 2. Modelo de encuesta

**ENCUESTA DE PERCEPCIÓN DEL CONFORT VISUAL
EN SALA DE REDACCIÓN Y EDICIÓN DE TVMUNDO**

* 1. ¿Qué edad tienes?

* 2. ¿Cuál es tu sexo?

Femenino

Masculino

3. Valore de acuerdo a la siguiente escala:

	Muy en desacuerdo	Moderadamente en desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Moderadamente de acuerdo	Muy de acuerdo
La cantidad de luz en su puesto de trabajo le permite desarrollar sus actividades cómodamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su puesto de trabajo está libre de sombras molestas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su puesto de trabajo está libre de brillo o reflejos molestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puede trabajar cómodamente con algunas luces eléctricas apagadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las luces eléctricas no son demasiado brillantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Al final la jornada laboral no ha presentado algún síntoma de molestia o fatiga visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

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

Adecuada

Algo molesta

Molesta

Muy molesta

5. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo prefería tener:

Mas luz

Sin cambio

Menos luz

6. ¿Desearía modificar las condiciones de luz artificial en su puesto de trabajo?

Si

No

7. ¿Una mejor iluminación le permitiría realizar sus actividades de redacción y edición de forma más rápida y con menos equivocaciones?

Si

No

Fuente: Adaptado de [14]

Anexo 3. Planilla de adquisición de datos

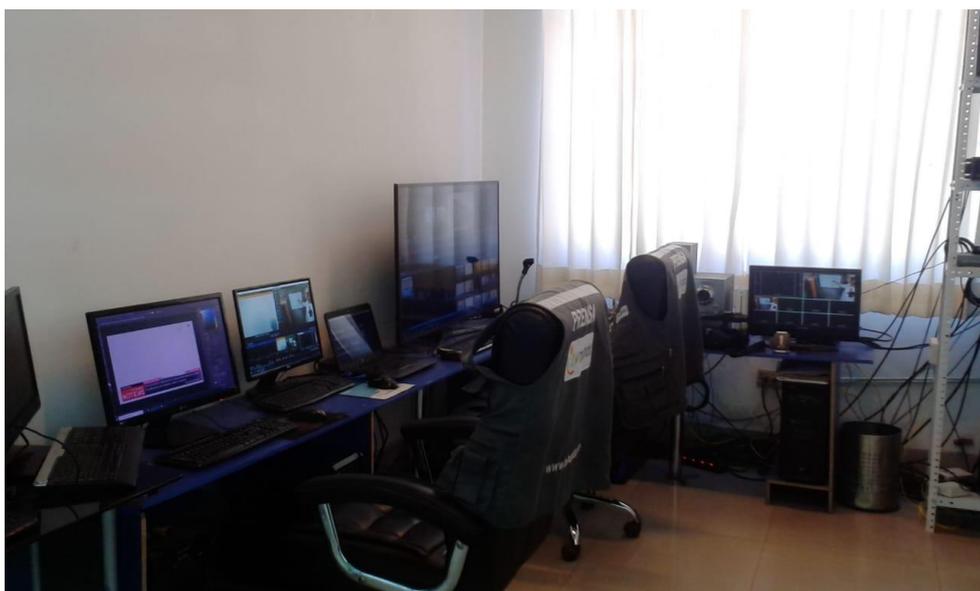
PLANILLA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE MEDICIÓN		
Evaluado por:		
Fecha de Evaluación:	Hora de inicio:	Duración (tiempo) de evaluación:
Departamento o Sección:	Agente de Riesgo evaluado:	Condiciones atmosféricas:
Datos generales de luminaria		
N° de luminarias	Tipo de luminarias	Marca de las luminarias
Potencia de las luminarias (W)	N° de luminarias defectuosas	N° de luminarias en funcionamiento
Altura con respecto al piso (m)	Altura con respecto al plano de trabajo (m)	Posición relativa al techo
Condiciones del lugar o plano(s) de trabajo		
Tarea realizada	Color del plano de trabajo	Color de piso
Color de paredes	Color del techo	N° de ventanas
N° de puertas	Contraste	Sombras
Observaciones:		

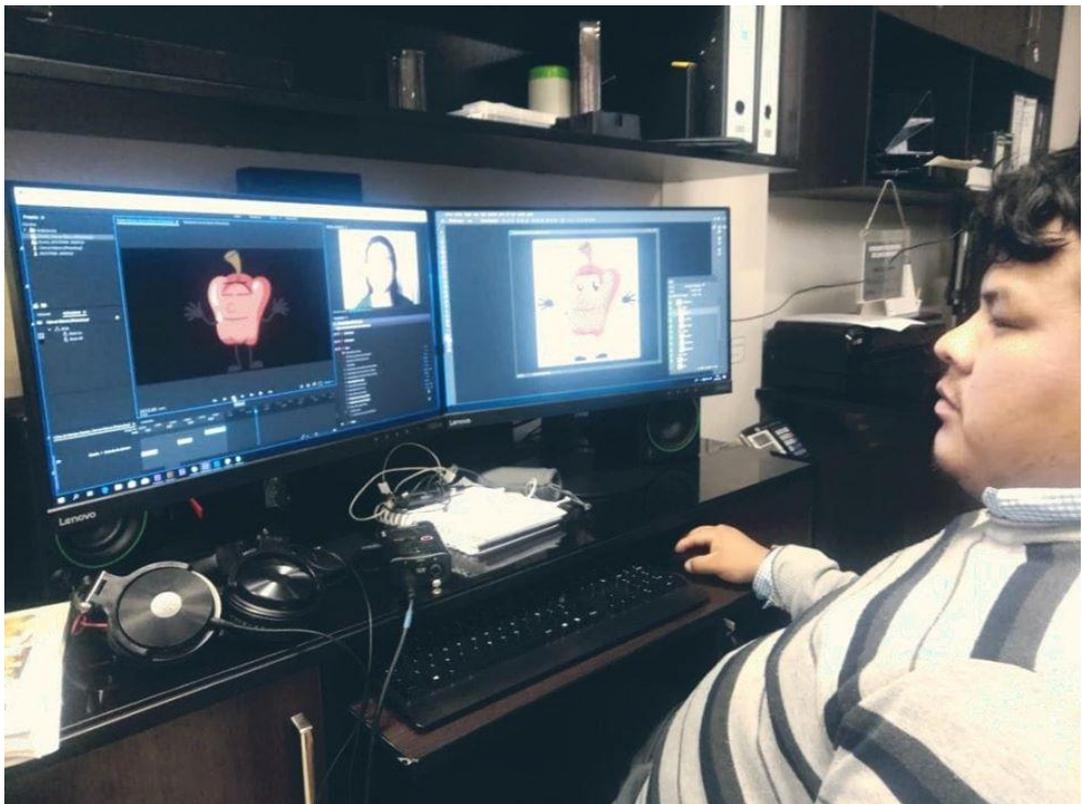
Fuente: Adaptado de [13]

Anexo 4. Planilla de registro de mediciones de iluminación

REGISTRO DE MEDICIONES - ILUMINACIÓN									
		Elaborado por:					Fecha:		
		Puesto de trabajo:		Área:		Época:		Condición Ambiental:	
		Equipo:		Tipo de Iluminación:			Iluminación		
DATOS DE MEDICIÓN									
Iluminación									
Plano de medición: Mesa			Condición del puesto: Luz encendida				Altura de medición 80cm		
N° de medición	Hora	Medidas tomadas (Lux)					Σ	Valor promedio (Lux)	S
		1	2	3	4	5			
1	08:30								
2	12:30								
3	16:30								
4	20:30								

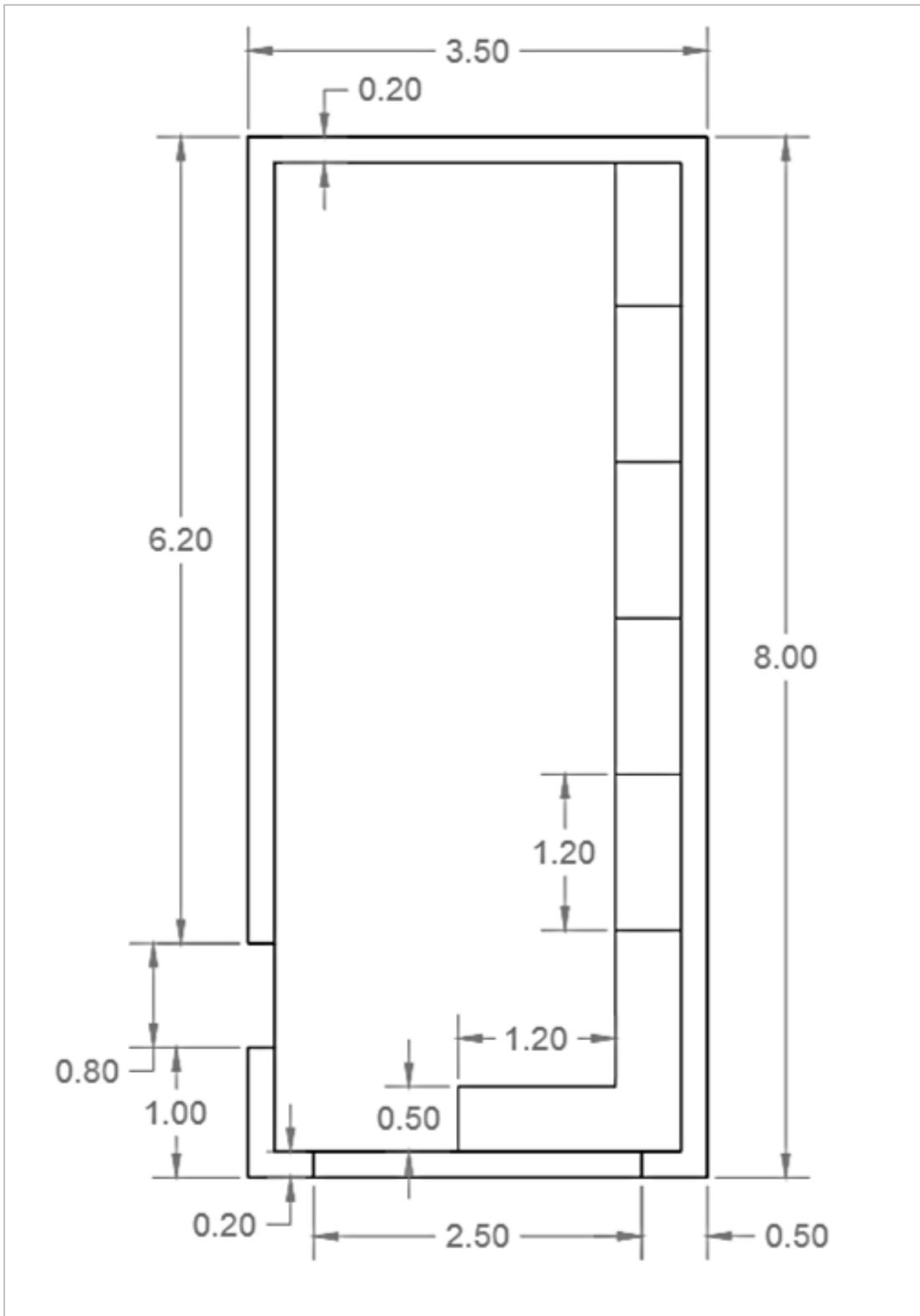
Anexo 5. Fotografías de evidencias del trabajo realizado



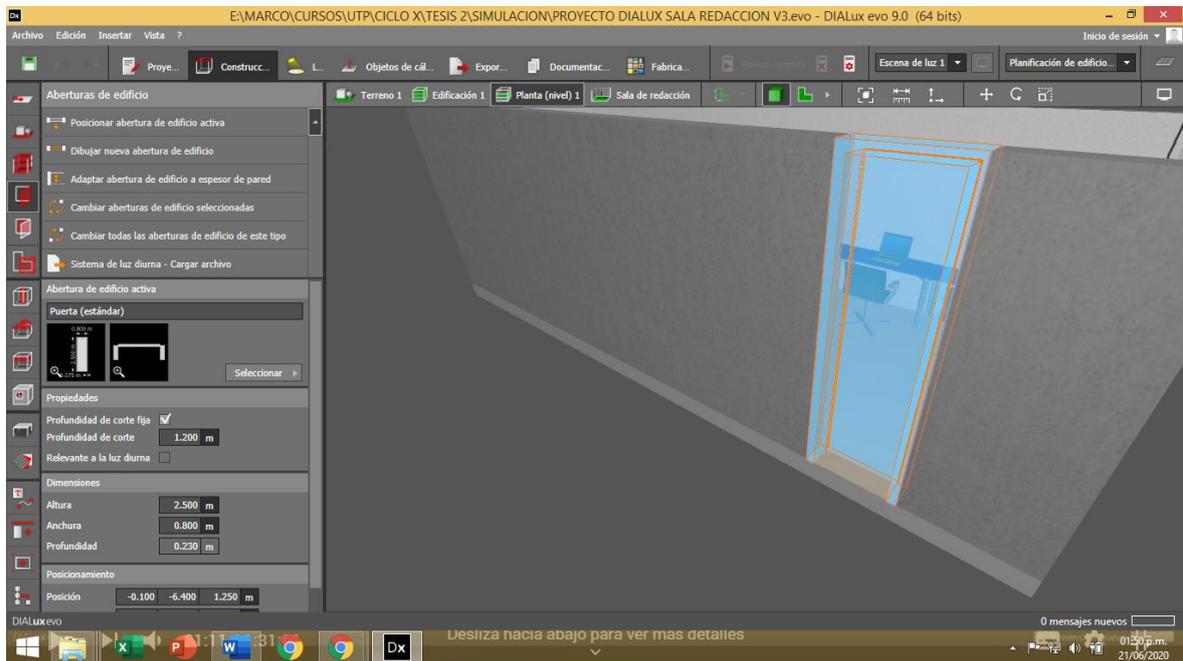




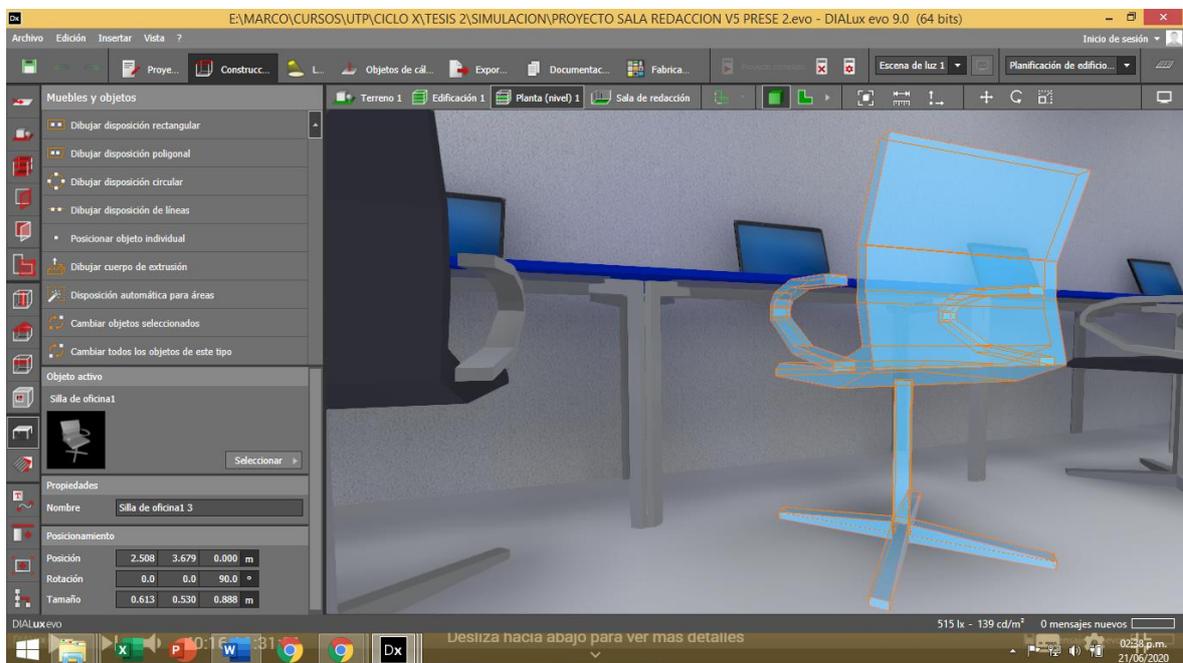
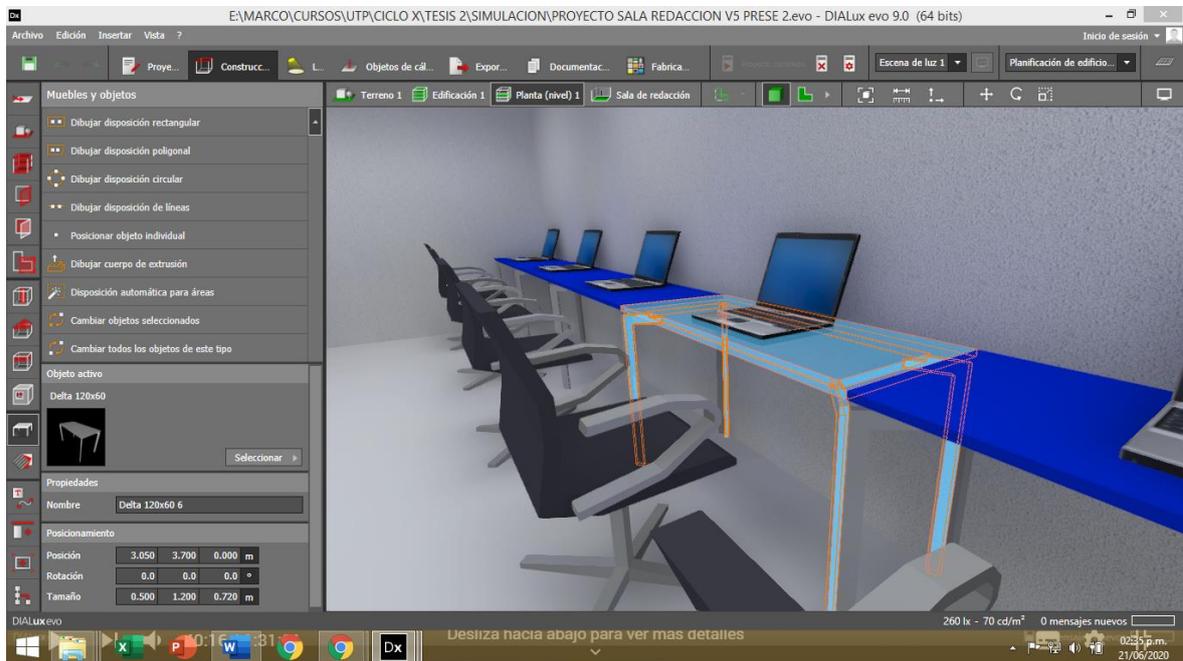
Anexo 6. Layout de sala de redacción y edición



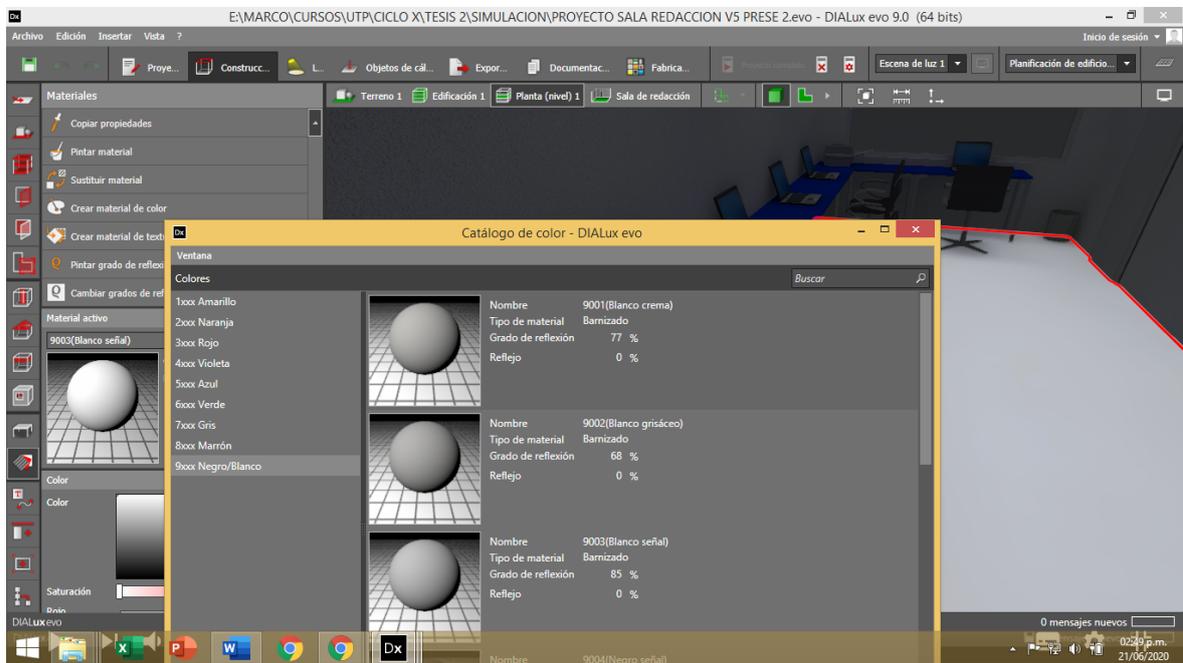
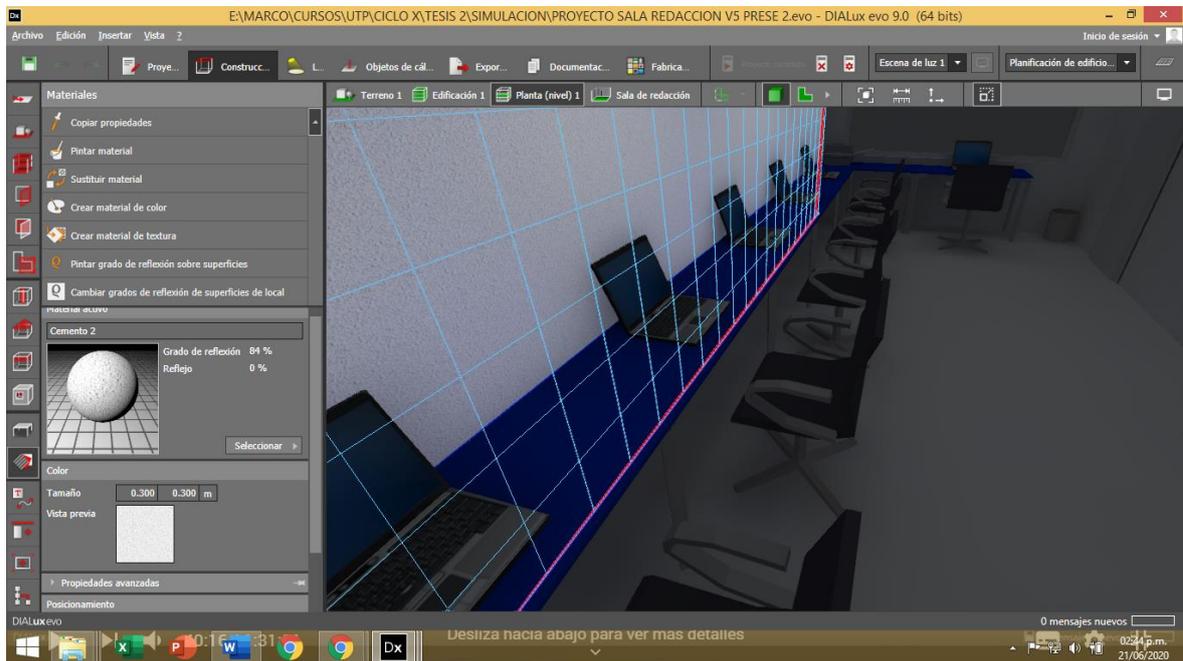
Anexo 7. Parámetros de puerta y ventana



Anexo 8. Parámetros de mobiliario



Anexo 9. Parámetro de paredes y piso



Anexo 10. Ingreso de parámetro de la NTP de 500 lux de flujo lumínico

