

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA
DE MANIZALES**

Diana Yaneth Cárdenas Buitrago

Jaime Trejos Londoño

Laura Alejandra Gómez Pineda

Universidad de Manizales

Especialización gerencia en seguridad y salud en el trabajo

Manizales, Colombia

2018

**Propuesta de diseño para el sistema de iluminación en una empresa manufacturera de
Manizales**

Anteproyecto para optar al título de especialistas en gerencia en seguridad y salud en el trabajo

Diana Yaneth Cárdenas Buitrago

Jaime Trejos Londoño

Laura Alejandra Gómez Pineda

María José González Quintero

Asesora

Universidad De Manizales

Especialización gerencia en seguridad y salud en el trabajo

Facultad de ciencias sociales y humanas

Manizales, 2018

Copyright © 2018, Cárdenas, Trejos y Gómez todos los derechos reservados

Nota de aceptación

Firma director de tesis

Firma de jurados

Firma de jurados

Tabla de contenido

<i>Introducción</i>	10
1. <i>Descripción área problemática</i>	11
2. <i>Justificación</i>	13
3. <i>Planteamiento del problema</i>	15
3.1 Alcance	15
4. <i>Objetivos</i>	16
4. 1 Objetivo General.....	16
4. 2 Objetivos Específicos.....	16
5. <i>Marco teórico</i>	17
5. 1 Marco normativo.....	21
5.3Antecedentes.....	24
6. <i>Metodología</i>	29
7. <i>Generalidades de un diseño de alumbrado interior</i>	31
7.1 Factores que influyen dese la visión	32
7.2 Factores que influyen desde la iluminación	41
7.3La iluminación en el análisis de riesgos.....	43
8. <i>Diseño y cálculo de iluminación interior según RETILAP</i>	45
8.1 Requisitos generales del diseño de alumbrado interior.....	45

8.2 Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias	46
8.2.1 Alumbrado industrial.....	47
8.2.2 Casos especiales de iluminación industrial.....	49
8.2.3 Iluminación de naves de una planta de gran altura	49
8.3 Pasos para un diseño de iluminación interior	50
8.3.1 Factor de Utilización	62
8.3.2 Calculo del flujo luminoso (ϕ).....	64
8.3.3 Distribución de Lámparas	65
8.3.4 Calculo del consumo total de energía eléctrica (P).....	65
9. <i>Implementación del diseño de iluminación</i>	66
9.1 Diseño fábrica de calzado sección de guarnición.	66
9.1.1 Definición de las características del Local	66
9.1.2 Nivel de Iluminación	66
9.1.3 Superficie del local.....	66
9.1.4 Índice del Local (K)	66
9.1.5 Coeficientes de reflexión de techo y paredes.....	67
9.1.6 Tipo de Lámpara	67
9.1.7 Tipo de Luminaria	67
9.1.8 Factor de Utilización	67
9.1.9 Tipo de mantenimiento previsto	68

9.1.10 Flujo Total.....	68
9.1.11 número de lamparas.....	68
9.1.12 Numero de Luminarias	68
9.1.13 Selección número de Luminarias y Lamparas	68
9.1.14- Recalculo	69
9.2 Manual de pausas activas	70
10.1 Recomendaciones.....	75
<i>11. Presupuesto</i>	<i>76</i>
<i>12. Referencias</i>	<i>77</i>
<i>10. Anexos</i>	<i>82</i>

Lista de tablas

Tabla 1. Contraste de color	34
Tabla 2. Contraste por luminancia.....	34
Tabla 3. Temperatura de color correlacionada	36
Tabla 4 Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades	46
Tabla 5. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades.....	51
Tabla 6. Características técnicas según tipo de lamparas	52
Tabla 7. Factor de utilización de algunas luminarias	63
Tabla 8. Factor de mantenimiento	64
Tabla 9. Distribución de lamparas según sean tipo tubo o bombillo	65
Tabla 10.. Características locales.	66
Tabla 11. Tipo de lámpara	67
Tabla 12. Recalculo iluminación	69
Tabla 13. Presupuesto	76

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Niveles de luminancia	33
Ilustración 2 Contraste de luminancia Ilustración 3. Contraste del Color.....	35
Ilustración 4. Espectro visible	37
Ilustración 5. Sistema de alumbrado.....	41
Ilustración 6.Métodos de alumbrado	42
Ilustración 7. Relación entre el alumbrado general y el localizado.....	50
Ilustración 8. Tipos de área de trabajo	51
Ilustración 9. Lámparas Incandescentes	54
Ilustración 10. Lámparas fluorescentes tipo tubo y bombillo	55
Ilustración 11. Lámpara de mercurio a alta presión	56
Ilustración 12. Lámpara de luz de mezcla.....	57
Ilustración 13.Lámpara con halógenos metálicos	58
Ilustración 14. Lámpara de vapor de sodio a baja presión.....	59
Ilustración 15.Lámparas de vapor de sodio a alta presión	60
Ilustración 16. Diodo emisor de luz.....	61
Ilustración 17. Lámpara tipo LED (Tubo, bombillo)	62
Ilustración 18. Luminarias	62
Ilustración 19. Cálculo del factor de utilización (K)	63

Lista de Anexos

Anexo 1. Inspeccion de puestos de Trabajo.....	83
Anexo 2. Medidas de Iluminación en los puestos de Trabajo.....	85
Anexo 3. Medidas de iluminancia general	856
Anexo 4. Niveles de iluminación	87
Anexo 5. Plano a mano alzada iluminación y puestos de trabajo	89
Anexo 7. Plano diseño de iluminación uniformidad y simestria	91

Introducción

Actualmente en las pequeñas y medianas empresas se dispone de espacios laborales inadecuados para la realización de actividades productivas, lo que pone en riesgo la seguridad y salud de los empleados, los riesgos físicos visuales producto de la sobreexposición o subexposición de la luz permiten establecer un modelo aplicable a la norma de la iluminación, para que las condiciones de iluminación en los puestos de trabajo sean los indicados ; este diseño pretende conocer el estado actual de la línea de producción de una empresa manufacturera de calzado de Manizales, a fin de establecer si el actual sistema de iluminación es acorde con la normatividad y requerimientos técnicos, para ser implementado en una mediana empresa sin ocasionar riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

Respecto a los riesgos laborales y salud ocupacional que involucra factores como la destinación de los puestos de trabajo, la negligencia y la omisión de las normas de seguridad básicas, falta de capacitación a los trabajadores y el no uso de los elementos mínimos necesarios para la ejecución de actividad al desempeñar diferentes cargos se establecen los niveles de riesgo visual de modo que se medirá la iluminación actual presentes en los entornos laborales de la sección de guarnición de una empresa manufacturera en Manizales.

Por lo anterior se propone efectuar el diseño de un sistema de iluminación adecuado para prevenir riesgos visuales en áreas de producción para una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales para optimizar procesos administrativos, herramienta que ayudará a la mejora del rendimiento, pero también agilizar el acceso a condiciones laborales adecuadas partiendo de la identificación desde los requerimientos técnicos y normativos los niveles adecuados de iluminación que deben ser integrados en áreas de producción Pymes.

1. Descripción área problemática

Desde el punto de vista laboral son muchos los riesgos ante los que se expone un trabajador en una línea de producción, históricamente el trabajo según la OIT ha sido un riesgo para la salud; las condiciones laborales integran riesgos físicos y psicológicos, esta vez esta propuesta de diseño se centra en enfermedades laborales visuales, y accidentes causados por el acceso, permanencia o paso por lugares poco iluminados en el área de trabajo que llevan al padecimiento u ocurrencia de casos de riesgo, o amenaza a la salud. La preocupación por los riesgos laborales se ha centrado en los físicos y ambientales, pero también se ha producido un creciente riesgo en los psicosociales.

Los trabajadores de una empresa manufacturera de calzado, que han sufrido accidentes laborales o que padecen de una enfermedad ocasionada por la falta de iluminación pero también la necesidad de impedir estos casos lleva a que se manifiesten algunas inconformidades respecto a la disposición de puestos de trabajo y condiciones locativas, lo anterior se hace de interés para desarrollar propuestas que permitan plantear un nuevo sistema de iluminación como alternativa de solución a la problemática descrita. Parte de la situación de dificultad por resolver, tiene que ver con los procesos de intervención integral que son necesarios para subsanar los baches de gestión administrativa relacionados con la legislación laboral y seguridad social, en ello la forma de sobrellevar las garantías que como empresa genera la responsabilidad.

La deficiencia en la iluminación afecta la productividad y la buena salud de los trabajadores; presentando problemas como fatiga visual, estrés, agotamiento y dolores de cabeza; del mismo modo se pueden causar accidentes, bajo rendimiento laboral y ausentismo laboral. Por lo cual se ha presentado un creciente interés en la cultura de seguridad como medida para disminuir los accidentes laborales y mejorar las condiciones de trabajo

Las medianas empresas en su proceso de crecimiento han de implementar estrategias como esta para reducir pérdidas y aumentar desempeño e iniciativa por mantener la seguridad de sus trabajadores, en casos que en ocasiones puede no verse con importancia como que la luz de un lugar no es suficiente o puede ser demasiado fuerte. En una empresa manufacturera la iluminación es parte esencial para evitar los accidentes y aumentar la productividad, debido a que en la mayoría de los casos consisten en la transformación de materias primas en productos manufacturados, productos terminados o productos elaborados.

2. Justificación

El ser humano es capaz de adaptarse a cualquier entorno de una manera rápida y eficaz, sin embargo, hay ciertos factores que pueden afectar el bienestar laboral y aumentar su fatiga visual por la deficiencia de los niveles de iluminación. Bajo los criterios de la normativa laboral vigente en Colombia y considerado la incidencia de los riesgos visuales en ambientes de trabajo, se identifica que los niveles de iluminación requeridos según normatividad vigente RETILAP y RETIE, no son los que actualmente se encuentran dispuestos en los puestos de trabajo de una empresa manufacturera en la que se desarrollan las actividades laborales diarias, al no ser acordes estas disposiciones técnicas y ergonómicamente inadecuados para realizar actividades que requieren alto desgaste visual, surgen riesgos mayores que repercuten tanto en enfermedades ocupacionales, como en responsabilidades civiles por parte de la empresa manufacturera, en consecuencia al calcular los niveles de iluminación en la línea de producción de esta empresa manufacturera de calzado, se requiere considerar que tanto la sobre-exposición como la sub-exposición a la iluminación, pueden causar trastornos visuales o discomfort en los trabajadores estándares de los niveles de iluminación dados por el RETILAP se asegura el aumento en la productividad y el desempeño laboral de los operarios de la empresa, además de generar mayor seguridad en la salud y bienestar de los trabajadores.

La empresa manufacturera de la ciudad de Manizales requiere apropiar acciones preventivas ante riesgos visuales, así como generar actuaciones para optimizar los niveles de iluminación de los puestos de trabajo, de modo que el área de producción ofrezca condiciones locativas acordes a la normatividad vigente, por tal razón, la importancia de generar un diagnóstico correctivo de la iluminación, por medio de esta propuesta se verifican las mediciones técnicas y se

efectúa un análisis los efectos generados deficiencias en los niveles de iluminación, lo que permitió desarrollar recomendaciones orientadas a controlar este riesgo físico y sus consecuencias, las cuales pueden generar una afección en la salud física de los trabajadores.

3. Planteamiento del problema

Actualmente la prevención de riesgos laborales representa un factor influyente en los entornos de trabajo de modo que intervenir desde la iluminación, que es uno de los factores considerados en seguridad y salud en el trabajo, permite mejorar el confort de los empleados en sus tareas de manufactura, este factor ha sido considerado para esta propuesta, ya que permite contemplar las condiciones laborales de quienes trabajan para dicha empresa y se enfrentan a riesgos visuales o a las repercusiones por no laborar en las condiciones adecuadas, que conllevan a daños físicos por falta de condiciones aptas para el trabajo, que generan desgaste visual, enfermedades laborales oculares o accidentes relacionados con la falta de un sistema de iluminación en condiciones de operatividad dentro de los rangos establecidos por la normatividad vigente, de modo que es posible preguntarse:

¿Qué necesidades de iluminación deben ser atendidas por las empresas manufactureras de la ciudad de Manizales frente al sistema normativo vigente desde el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)?

3.1 Alcance

Realizar un diseño de un Sistema de Iluminación a partir del cual mejorar las condiciones visuales de los trabajadores, de modo que la distribución y diseño de un sistema adaptación de la norma a las pequeñas y medianas empresas manufactureras de calzado de la ciudad de Manizales.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de iluminación acorde con la normatividad y requerimientos técnicos, en el área de producción de una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales, en el primer cuatrimestre del año 2018.

4.2 Objetivos Específicos

- Efectuar un diagnóstico de la situación actual de iluminación en una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales.
- Identificar los requerimientos técnicos y normativos de iluminación para una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales.
- Elaborar el diseño de un sistema de iluminación actualizado a la norma para una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales.
- Proponer recomendaciones para mitigar los riesgos generados por la iluminación en una empresa manufacturera de la ciudad de Manizales.

5. Marco teórico

Las sociedades clásicas y prehistóricas deben su historia y desarrollo cultural al surgimiento de la técnica con la cual dominar los elementos de la naturaleza, para los griegos la *Tecné*, como representación de la capacidad humana para crear a partir de sus propias manos, los llevo a ser una de las sociedades más organizadas y normalmente tomada como referente en los modelos políticos, sociales y comportamentales de la actualidad.

Desde la mitología la analogía de Prometeo encadenado (2015) muestra como el hombre accede al fuego y la artificial por primera vez, este por contradecir la voluntad de Zeus decide robar a Hefesto el fuego sagrado de los dioses y dárselo a los hombres quienes hasta entonces se encontraban lanzados a la naturaleza, son capacidad siquiera de avanzar, en ello que como se referencia en Dltk (2018) "Si sólo tuvieran fuego", se dijo Prometeo, "al menos podrían calentarse y cocinar su comida, y después podrían aprender a hacer herramientas y construir sus propias casas. Sin fuego, son peores que las bestias" (p.1).

De modo que ya con el fuego el hombre empezara a generar técnicas que de modo artesanal lo llevarían a lo que es la ciencia moderna, "Prometeo fue con valentía a ver a Zeus y le rogó que les diera fuego a los hombres, para que pudieran tener un poco de comodidad durante los largos y sombríos meses de invierno.(p.1); como elemento de transformación en la filosofía natural de los presocráticos, en el caso de Heráclito (como se citó en eterna impero, 2017) sería el elemento fundamental, capaz de generar la transformación de los otros elementos y crear nuevos estados de los componentes del mundo, pero también este principio permitida la fluidez de la materia y energía, en ello que la presentación de la luz emitida por el fuego de algún modo el motor del mundo estaría bajo la postura horaciana determinada por el precepto "Este mundo, es el mismo

para todos, no lo hizo ninguno de los dioses ni ninguno de los hombres, sino que siempre fue, es y será fuego vivo que se enciende según medida y se apaga según medida.” Heráclito (s.f.)

En tiempos pasados no se contaba con métodos de iluminación nocturna de modo que la única luminosidad que acompañaba la noche era el fuego, si bien el hombre aprendió a establecer sus experiencias en horas del día algunas prácticas sociales, laborales y la misma necesidad de tener fuentes de luz permitieron que el hombre prehistórico creara un dispositivo específicamente destinado a iluminar creando la antorcha, que según el análisis de Solivérez (s.f.) permitió dar un giro en el que el hombre como protagonista de la historia.

La antorcha como método de iluminación nocturno, como artefacto tecnológico de la época consiste en un cabo de madera dura cuyo extremo se envolvía con fibras combustibles embebidas con asfalto, pez, grasa animal, resina o aceites vegetales. En época tan temprana como el año 450AC, la iluminación nocturna de las calles de la ciudad de Antioquía (en la actual Siria) se hacía con antorchas, Pounds (1992) muestra que, a pesar de tratarse de un método poco práctico por su escasa duración, el uso de este dispositivo se dio hasta épocas tan recientes como el siglo XVIII, o al menos eso se conoce a partir de los soportes para colocarlas que había en los corredores de las casas y castillos.

En la actualidad la iluminación artificial ha sido integrada a la vida cotidiana de cada habitante de la ciudad y zonas rurales, de modo que en cada hogar del mundo (a excepción de sociedades como los amish o grupos económicamente aislados) se dispone de esta tecnología que desde 1879 ha permitido generar mejores condiciones de vida, si bien en ocasiones se considera como tecnología solamente a la informática, nano-bótica o los dispositivos inteligentes,

es elemental reconocer que la iluminación artificial y otros recursos electrónicos que por más de un siglo acompañan al hombre como la televisión o la radio.

La electrónica análoga sienta sus bases en el electromagnetismo y los circuitos eléctricos con descubrimientos realizados por inventores como Franklin y Tellegen, quienes implementaron la lámpara inductante avanzando hacia una teoría que permitiría más adelante la creación de circuitos electrónicos complejos bajo los cuales se mueve el mundo moderno (la economía, la ciudad y el comercio), estos avances contribuyeron en alguna medida en el progreso de las sociedades pero también revolucionaron la forma de concebir la realidad, tanto así que para las nuevas generaciones sería imposible reconocerse como cultura aislados de las tecnologías.

Floriari (2006) describe como históricamente se atribuye este cambio de paradigma en 1883 a Thomas Alba Edison quien descubre la emisión termoiónica o efecto Edison. Sin embargo, el surgimiento de dicha tecnología es integrado comercialmente a inicios de siglo XX, cuando Fleming propone el uso de diodo o válvula de Fleming como un sistema estable y funcional que sería el nacimiento de las ciudades como los conocemos, posteriormente con Forest en 1906 propone el triodo o Audion, como otro elemento que sería fundamental para que la iluminación llegara a cada hogar, posteriormente las políticas mundiales e integración a modelos económicos y productivos de mediados de siglo posibilitaron integrar fuentes eléctricas y redes en la capacidad de llevar el servicio a cada hogar.

Feyerabend (1988) establece que la intervención de las tecnologías que surgen a la par del cambio de pensamiento producto de la modernidad hacen parte de los avances científicistas, enmarcando diferencias de fondo ante el alcance que podría traer el racionalismo tecnocientífico

como evidencia de la ciencia aplicada a mejorar las condiciones de vida y facilitar el acceso a servicios básicos como el alumbrado, la implementación de sistemas que funciona en red ha llevado a cierto relativismo en el que el progreso, medido desde la capacidad de facilitar los procesos cotidianos, esfuerza las condiciones disponibles al momento de establecer principios, bajo los cuales se funda la sociedad.

El siglo XIX cerraría de la mejor forma posible para la humanidad gracias al inventor estadounidense Thomas Alva Edison, quien a su corta edad logro bajo el método científico experimentar con lámparas incandescentes en las cuales utilizaban un filamento de carbón para producir iluminación, si bien su fragilidad impedía de una vez por todas concluir su experimento, según Van Valkenburgh, Nooger y Neville (955) su objetivo era encontrar un sistema que le permitiera aumentar la vida útil de las lámparas para acometer, Edison construyó un soporte metálico que conectó al frágil filamento mediante partes aisladoras.

Forest en 1906 propone y patenta el Audion (posteriormente llamado triodo), una versión modificada del diodo de Fleming, con el agregado de un electrodo de control no obstante pasaron ocho años de la patente como lo indica Paid (1998) en el análisis que hace sobre los focos luminarios, la obra de Forest no evidencia con claridad cuáles fueron los motivos que lo llevaron a generar una modificación del diodo de Fleming. Floriari (2006) afirma que esta modificación era permitente como necesidad de control del flujo de electrones al interno del dispositivo, para a su vez lograr un control de la corriente probablemente la aplicación más lógica sea como interruptor de corriente, para ser usado en telegrafía y telefonía, campos en los cuales De Forest trabajaba en la época.

Los anteriores preceptos fundamentan como para el hombre moderno, no solo desde la ciencia, sino también desde su integración en el mundo, el influjo de la electricidad, y los descubrimientos en el campo de la iluminación artificial, determinan un campo de estudio que si bien le corresponde a la historia universal, también adquiere valor desde los estudios de ciencias aplicadas y en este caso específico desde el campo de seguridad y salud en el trabajo, conlleva al tiempo nuevas condiciones básicas a partir de las cuales se generan relaciones laborales en la actualidad de hecho es posible afirmar que, el proceso de surgimiento de los dispositivos de iluminación si bien, se corresponden con la electrónica que mueve este mundo globalizado, también el hombre y las relaciones políticas, sociales, económicas, permiten que las relaciones laborales sean determinadas a partir de las tecnologías.

Del mismo modo Popper (1991) fundamenta su teoría del desarrollo desde la ciencia a partir del progreso acumulativo de la dispositivos y técnicas, guiando el destino de las nuevas tecnologías a una construcción social basada en el bienestar, de algún modo las contribuciones que trajo el bombillo permite hablar de un progreso a partir de la iluminación artificial; desde la ciencia y los filósofos naturalistas que vieron en el hombre la capacidad de crear y transformar a partir del fuego se sirven de precedentes para esta propuesta de diseño de iluminación en empresas manufactureras, dado los principios básicos y esenciales de la electrónica parten de la iluminación con el filamento, el diodo y los tubos de vacío, aun en una generación de tecnologías digitales que superan las análogas, aun es vigente y aporta a la academia y la vida en general del hombre la forma como se presenta el fenómeno eléctrico de iluminación.

5. 1 Marco normativo

En este numeral relacionado específicamente con el Marco Legal Laboral en Colombia, se pretenden referenciar los aspectos fundamentales del derecho al trabajo, como garantía fundamental, que se encuentra consagrado en La Constitución Nacional Colombiana, norma máxima de la legislación en Colombia y que en el artículo 25 y artículo 53 fundan el Código Sustantivo del Trabajo, estipulado en el decreto de Ley 2663 del 05 de agosto de 1950 y cuyo objetivo principal es establecer los preceptos rectores que impartan justicia a partir de la relación que surge entre empleadores y trabajadores hacia un espíritu de coordinación económica y de equilibrio social.

Del mismo modo el Decreto Único Reglamentario de Trabajo, Decreto 1072 del 2015, recopila, de una manera actualizada, el marco legal laboral en Colombia. en el que se establecen los criterios concernientes al Sistema de Seguridad Social en Colombia, a través de sus diferentes sistemas: salud, riesgos laborales y el sistema general de pensiones; de modo que sea posible encontrar los asuntos específicos bajo los cuales inscribir los riesgos laborales y enfermedades laborales, sin duda alguna, en el desarrollo de las estrategias estos estatutos serán utilizados en planteamiento de gestión integral a la problemática identificada.

A partir de las normas legales inherentes a temas laborales internacionales, se establece un modelo en el cual se reinterpreta la legislación laboral colombiana, desde los lineamientos y normas internacionales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), enmarcado al sistema laboral colombiano, a través de la Constitución Política Colombiana, donde también aparecen relacionados aspectos fundamentales y específicos relacionados con la situación planteada en la justificación y planteamiento del problema.

El Sistema de Seguridad Social Integral vigente en Colombia ha sido instaurado por la Ley 100 de 1993 y reúne de manera coordinada un conjunto de entidades, normas y procedimientos a los cuales pueden tener acceso las personas y la comunidad con el fin primordial de garantizar una mejor calidad de vida, que de forma integral sea acorde con mejores condiciones de dignidad humana, estas medidas hacen parte del Sistema de Protección Social junto con políticas, normas y procedimientos de protección laboral y asistencia social.

El Sistema de salud, comprende las obligaciones del Estado y la sociedad, las instituciones y los recursos destinados a garantizar la cobertura de las prestaciones de carácter económico, de salud y de servicios complementarios, incorporados en la Ley 100 de 1993 y en otras normas; del mismo modo el Sistema General de Riesgos Laborales es el conjunto de entidades públicas y privadas, compuesta por normas y procedimientos, destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan. (Ministerio Nacional del Trabajo, 2014)

Pero también la Organización Internacional del Trabajo (OIT) como organismo especializado de las Naciones Unidas que como lo refiere (Ramírez, 2014) se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Fue fundada el 11 de abril de 1919, en virtud del Tratado de Versalles. Su Constitución, sancionada en 1919, se complementa con la Declaración de Filadelfia de 1944 fortaleciendo el modelo de seguridad y salud mencionado bajo la gestión laboral en este punto, otorga importancia en la investigación abordada, toda vez que se refiere al sistema de carácter preventivo al que se suman las empresas están hoy, y quienes están obligadas a diseñar e implementar sistemas de gestión, precisamente con el fin de evitar que se tengan personas enfermas o accidentadas que finalmente terminen con una condición especial.

De otro modo según la resolución 40122 del 8 de febrero de 2016 se establece el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) pretende regular las condiciones de iluminación en interiores, y establece los requisitos o medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

En consecuencia, también el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) aplicado a asuntos de iluminación artificial bajo la resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 establece medidas que garanticen la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Estas prescripciones parten de que se cumplan los requisitos civiles, mecánicos y de fabricación de equipos, pero también mediar las condiciones de las fuentes de iluminación.

5.3 Antecedentes

El régimen de integración social que rige en la legislación laboral colombiana establece elementos para la protección del trabajador, haciendo a las empresas responsables de los riesgos en caso de accidentes y enfermedades laborales, en ello que prevalezcan los derechos de los trabajadores ante el sistema nacional de salud y protección social, las condiciones laborales deben favorecer al trabajador en mayor medida que a las empresas de modo que se hace necesario considerar los riesgos a la salud visual como puntos a tratar en la estructura interna de las empresas, pero también diseñar mecanismos para controlar los riesgos haciendo que las actividades laborales se desarrollen con armonía y bajo las condiciones adecuadas.

Según la anterior mención Susana Rodríguez (2013) establece un precedente investigativo en el que se indaga sobre “*El control de la incapacidad temporal: su incidencia sobre la contención del gasto público y el aumento de la productividad empresarial*”. Considerando que, durante la situación de incapacidad temporal, el trabajador es protegido económicamente, con el subsidio de Seguridad Social y apoyo psicofísico, la incapacidad temporal conlleva, en realidad, un proceso patológico de intensidad suficiente como para imposibilitar la realización del trabajo, lo cual ocasiona la creación de puestos o cambio de funciones en el que se pueda integrar al empleado durante el tiempo de la condición presente.

Es relevante considerar en la configuración interna de políticas de seguridad controles a partir de los cuales modificar las conductas tomadas por los empleados y más aún influenciar en la gestión integral de riesgos desde los mismos entes administrativos “*el control de la incapacidad temporal*” investigación realizada por García (2010) pretende desplazar los casos de incapacidad desde la regulación de condiciones internas que pueden evitarse con el objeto de evitar esta desprotección del trabajador, estableciendo un procedimiento con el cual evitar la intervención judicial u otras reclamaciones por parte de empleados, normalmente esta actitud se debe al desentendimiento o falta de compañía de las organizaciones en la recuperación de casos de accidente o enfermedad laboral.

Este fenómeno no se presenta solamente en el sistema de salud colombiano, puede considerarse como antecedente al manejo de incapacidades laborales Moreno (2008) estima el impacto producido por enfermedades y accidentes ocasionado en la economía catalana y la industria española aportando indicadores que ayudan a una mayor comprensión de impacto social de riesgos el análisis estima un aumento en costes por parte de las empresas y la pérdida de

producción u otros gastos indirectos que provocan problemas de salud “*Pérdidas de producción laboral ocasionadas por las enfermedades en Cataluña en el año 2004*” como se denomina la indagación en la industria supera los siete mil millones de euros al año solamente en España, condición que podría ser representada en pérdidas para las empresas y los mismos empleados.

En el caso colombiano y desde la industria nacional se observan cifras muy altas pero difícil de contener por la imposibilidad de establecer control interno lo que hace que una intervención de seguimiento y compañía desde la gestión de riesgos integrando medidas que favorezcan por lo menos enfermedades visuales y riesgos de accidente por falta de iluminación, el impacto de los costes no sanitarios en ocasión de las enfermedades y accidentes, en la actualidad este modelo que ha sido incorporado en diferentes momentos de la incapacidad con proyecciones bajo las cuales acompañar de inicio a fin los casos de empleados.

El presente diseño es un recurso al cual pueden acceder otras investigaciones o intervenciones desde la academia o la empresa, a nivel internacional la OIT, está empezando a interesarse en este tipo de situaciones que afectan a la población trabajadora, a nivel nacional algunos programas que pueden ayudar a la población trabajadora han demostrado interés en afectada establecer control sobre accidentes laborales o enfermedades comunes;

Bommel y Beld (2004) en *La iluminación en el trabajo: Efectos visuales y biológicos*, En la empresa Philips Lighting, concluyó que adaptando nuevos sistemas de iluminación el foto-

receptor en el ojo se encuentra unas mejores condiciones para comprender por qué es tan relevante el provecho de las condiciones luminarias, tomando en cuenta tantos los efectos visuales como los efectos biológicos. Sumando las ventajas para la salud y el bienestar para los mismos trabajadores, una buena iluminación da lugar a un mejor rendimiento en el trabajo, menos errores o rechazos, da una mayor seguridad, menos accidentes y menor absentismo laboral. Todo esto produce una mayor productividad.

Salazar, Aranda, Pando, Gómez y González. (2010), del mismo modo establecen una conexión entre enfermedades y riesgos laborales en ello que *Seguridad, salud y percepciones de factores personales y organizacionales en la industria manufacturera*, sea un estudio que da razón de la distribución de personal en tres parques industriales de la zonas distintas en el Estado de Jalisco, establecen que es necesario incorporar en las empresas e industrias programas de calidad de vida laboral y de salud, así como programas de seguridad dentro de su asociación o sistemas permanentes de capacitación, lo que lleva a otorgar climas organizacionales positivos y dirigidos a los trabajadores y que se ven reflejados en la estabilidad laboral, la calidad de vida y compromiso con el objetivo de toda organización productiva. En el estudio existió una alta queja por la mala iluminación en el área de trabajo (65.9%).

Seguridad y salud en el trabajo, ISO 45001:2018 resalta la importancia de una buena iluminación en el trabajo, debido a que una iluminación inadecuada implica grandes riesgos, provocando incidentes y accidentes. Por ello la norma pide realizar un acondicionamiento efectivo de la iluminación en todos los puestos de trabajo, con el fin de optimizar la percepción visual y de

ese modo lograr asegurar la correcta ejecución de las actividades en el puesto laboral, así como la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

Badia (1985) por su parte determina en *Salud ocupacional y riesgos laborales*, que mediante el estudio se puso en evidencia en la magnitud del problema y la importancia cada vez mayor de los accidentes de trabajo y de las enfermedades ocupacionales, como principales factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores y sus familias. Por ello se identifica la importancia de los ministerios de salud en la prestación de salud a la comunidad para desarrollar actividades y garantizar atención en materia de salud ocupacional.

Ardila y Rodríguez, (2013), realizan la investigación *Riesgo ergonómico en empresas artesanales del sector de manufactura, Santander. Colombia*. Y a partir de los riesgos encontrados crearon un perfil de riesgo ergonómico en el sector tabacalero y joyero artesanal, donde se considera la vista y condiciones de luz como determinantes causas de riesgo, considerando que se encuentra influenciado por factores como desconocimiento del tema y la falta de compromiso gerencial en la implementación de programas que ayuden a reducir las enfermedades que se desarrollan en cada uno de los sectores. La iluminación es un factor imprescindible en el microclima laboral.

6. Metodología

La metodología utilizada para la realización de esta propuesta consiste en el seguimiento de paso a paso del diseño de un sistema de iluminación a partir de la interpretación de la norma RETILAP:

Paso 1: Diagnóstico: Para realizar este diagnóstico se realiza con varias visitas a la empresa, en estos acercamientos se estableció un canal de comunicación con la persona encargada del área de producción, se tomaron medidas y se aplicó una entrevista a cinco operarios, considerando los siguientes criterios.

- 1.1 **Niveles de iluminación:** Las lecturas de los niveles de iluminación en los puestos de trabajo se tomaron con un luxómetro digital delta OHM HD 2302.0, se hicieron tres momentos de la jornada laboral: mañana, medio día y tarde; y los registros se encuentran en el formulario del RETILAP el cual se anexa.
- 1.2 **Distribución y uniformidad de las luminarias:** Se midió las longitudes:
 - a) Distancia de separación entre luminarias.
 - b) Altura del puesto del trabajo
 - c) Altura del puesto del trabajo al techo
 - d) Longitud del sistema lámpara y luminaria
 - e) Medias de área del trabajo

Estas medidas de longitud se usan para determinar la uniformidad y distribución simétrica según la normatividad vigente RETILAP

- 1.3 **Entrevista:** Se elaboró una entrevista la cual se aplicó a algunos trabajadores de la empresa, los cuales fueron escogidos estratégicamente debido a que sus puestos de trabajo eran críticos. A estos operarios se les pidió autorización previamente para la realización de esta, además se les informo que sería confidencial y utilizada solo con fines académicos.

Del mismo modo la aplicación de la entrevista se centró en cuatro ejes, las cuales son:

1. ¿Cómo considera usted la iluminación en su puesto de trabajo?
2. ¿Cómo considera las condiciones laborales del trabajo de acuerdo con la iluminación y los movimientos corporales que usted realiza para ejecutar las actividades?
3. ¿Durante su jornada laboral presenta alguna molestia o se afecta su condición física?
4. ¿Al finalizar su jornada laboral presenta alguna molestia o se afecta su condición física?

Paso 2. Realizar un diseño de sistema de iluminación: para realizar el diseño del sistema de iluminación se acata la metodología utilizada en el RETILAP.

1. Definición de las características del Local
2. Nivel de Iluminación.
3. Superficie del local.
4. Índice del Local (K).
5. Coeficientes de reflexión de techo y paredes.
6. Tipo de Lámpara.
7. Tipo de Luminaria.
8. Factor de Utilización.
9. Tipo de mantenimiento previsto.
10. Flujo Total.
11. numero de lámparas.
12. Numero de Luminarias.
13. Selección número de luminarias y lámparas.
14. Recalculo.

Paso 3. Recomendaciones: Se creó un manual de pausas activas visuales con lo cual se pretende minimizar los efectos que produce la permanencia en actividades laborales, e intensidad horaria realizando una misma tarea, lo cual podría causar: fatiga visual, enrojecimiento de los ojos, dolor en el cuello y dolor de cabeza, entre otras.

7. Generalidades de un diseño de alumbrado interior

Un Sistema de Iluminación es una herramienta que permite planear la distribución de luminarias artificiales dispuestas en un lugar determinado, o en el caso específico que integra los puestos de trabajo, como ayuda en el proceso de seguridad y salud laboral está dispuesto para verificar condiciones adecuadas para realizar actividades productivas, facilitando las condiciones de salud de quienes laboran en determinado contexto. Por lo anterior la importancia de implementar un sistema de iluminación en la empresa manufacturera de calzado, para reducir riesgos de accidente, enfermedades laborales visuales.

El diseño de iluminación de espacios consiste en el montaje y adecuación locativa de un lugar a partir de una estructuración detallada de condiciones físicas, ambientales y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, este diseño al estar determinado por una serie de normas que regular el alumbrado público, la iluminación industrial, luminaria comercial; pero también implica cumplimiento de criterios en el caso específico de esta empresa y para otras medianas y grandes empresas con áreas mayores a 500m², debe adoptar las indicaciones que se indican para más de diez puestos de trabajo, salones donde se imparta enseñanza, o lugares con alta concentración de personas en una mismo lugar (50 o más), durante periodos mayores a dos horas.

Los elementos que deben tenerse en cuenta al momento de implementar el sistema que actualmente se ha diseñado son definidos a partir del tamaño, distribución espacial, condiciones

ambientales y arquitectura, de las empresas, la norma en este caso ha sido interpretada para una empresa manufacturera de modo que la fase de diseño básico, ha sido apropiada en cada paso de modo que en otras empresas varían las condiciones se deben resolver los aspectos específicos del proyecto, tales como: la selección de las luminarias; el diseño geométrico y sistemas de montaje; los sistemas de iluminación, comando y control eléctricos; la instalación del alumbrado de emergencia y seguridad, cuando se requiera, y el análisis económico y presupuesto; para esta etapa el diseñador debe presentar mínimo la siguiente documentación técnica: planos de montaje y distribución de luminarias; memorias descriptivas y de cálculos fotométricos; cálculos eléctricos; una propuesta de esquema funcional de la instalación para propiciar el uso racional de la energía; el esquema y programa de mantenimiento; las especificaciones de los equipos recomendados.

7.1 Factores que influyen dese la visión

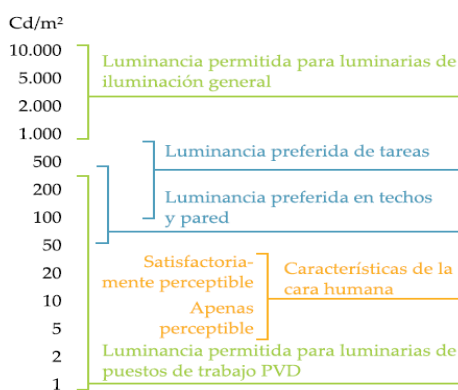
La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo y al momento de diseñar un sistema de iluminación se debe considerar que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los trabajadores (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual).

La evaluación de riesgo visual es necesario para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de adquirir enfermedades por la ausencia u exposición de luz, de modo que los niveles de iluminación deben ser óptimos para evitar consecuencia, los factores los estéticos, psicológicos que implican el nivel de iluminación, están relacionados con los siguientes aspectos considerados por jarcia trataremos:

Deslumbramiento: El deslumbramiento es un fenómeno de la visión que produce molestia o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo; este fenómeno actúa sobre la retina del ojo en la cual produce una enérgica reacción fotoquímica, insensibilizándola durante un cierto tiempo, transcurrido el cual vuelve a recuperarse. Los efectos que originan el deslumbramiento pueden ser de tipo psicológico (molesto) o de tipo fisiológico (perturbador). En cuanto a la forma de producirse puede ser directo como el proveniente de lámparas, luminarias o ventanas, que se encuentren situadas dentro del campo visual, o reflejado por superficies de gran reflectancia, especialmente superficies especulares como las del metal pulido.

Luminancia de la fuente de luz o de las superficies iluminadas: A mayor luminancia corresponde mayor deslumbramiento.

$L = (\text{cd}/\text{m}^2)$ cd= candela: flujo emitido, por una fuente luminosa, en una dirección dada, por un ángulo sólido



En actividades de oficina: UGR <19

En control de procesos: UGR <16

En cuartos de máquinas: UGR

Ilustración 1. Niveles de luminancia

Fuente: avellana, 2018

Dimensiones de la fuente de luz: en función del ángulo subtendido por el ojo a partir de los 45° con respecto a la vertical

Situación de la fuente de luz: Cuanto más lejos se encuentre la fuente en la línea de visión, menor deslumbramiento produce. También disminuye el deslumbramiento a medida que la fuente queda más por encima del ángulo visual.

El contraste: entre la luminancia de la fuente de luz y la de sus alrededores. A mayor contraste de luminancia, mayor deslumbramiento. Las máximas relaciones de luminancia admisibles en el campo visual del observador, al objeto de evitar el deslumbramiento, se dan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Contraste de color

Color del objeto	Color del fondo	Objetos	Máxima relación de luminancia admisible
Negro	Amarillo	Tarea visual y Superficie de trabajo	03:01
Verde	Blanco	Tarea visual y Espacio circundante	10:01
Rojo	Blanco	Fuente de luz y Fondo	20:01
Azul	Blanco	Campo visual	04:01
Blanco	Azul	Contraste por Luminancia	
Negro	Blanco		
Amarillo	Negro		
Blanco	Rojo		
Blanco	Verde		
Blanco	Negro		
Contraste de Color			

Tabla 2. Contraste por luminancia

Fuente: García (s.f)

Tipos de contraste: el contraste relacionado con las luminancias y el contraste de color. Respecto al contraste de luminancias ilustración 2, la percepción de un objeto estará relacionada con las diferencias de luminancias entre el objeto o el detalle que se esté observando y el fondo.

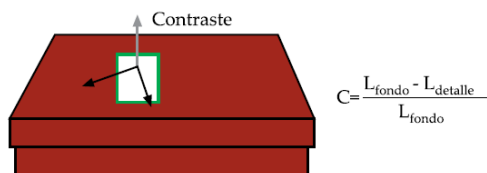


Ilustración 2 Contraste de luminancia



Ilustración 3. Contraste del Color

Respecto a la percepción del objeto se debe considerar el contraste de color, se puede observar en la ilustración 3 cómo en el primer recuadro apenas se puede distinguir el texto, mientras que en el último caso se distingue perfectamente.

Tiempo de exposición: Una luminancia de valor bajo puede producir deslumbramiento si el tiempo de exposición es largo. Dado los efectos tan perjudiciales que produce el deslumbramiento, deben tomarse todas las medidas posibles para evitarlo.

Ambiente Cromático: El color de la luz y los colores sólidos existentes en el espacio facilitan el reconocimiento de todo cuanto nos rodea. Los efectos psicofísicos que producen se definen como ambiente cromático. El ambiente cromático tiene gran influencia en el estado de ánimo de las personas, por lo que, en la iluminación de un recinto, local o habitación, las intensidades de iluminación, el color de la luz, su reproducción cromática y los colores de las superficies interiores, deben estar perfectamente armonizados y adaptados a la función visual o trabajo a desarrollar.

Como indicación general, si las intensidades de iluminación son bajas, los colores apropiados deben ser cálidos; y si son mayores, blancos o luz día.

El Color: La apariencia en el color de las lámparas está determinada por la temperatura de color correlacionada, definiendo tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría, para las que tienen un tono blanco azulado; luz neutra, para las que dan luz blanca, y luz cálida, para las que tienen un tono blanco rojizo.

Tabla 3. Temperatura de color correlacionada

Temperatura de color correlacionada	Apariencia de color
$T_c > 5.000 \text{ K}$	Fría
$3.300 \leq T_c \leq 5.000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3.300 \text{ K}$	Cálida

Fuente: García (s.f.)

Ergonomía del color: El color al ser sensación visual generada por el cerebro, a partir de la luz que entra por los ojos y que se registra en las retinas como se ilustra en la ilustración 4. Por tanto, iluminación y color están intrínsecamente relacionados: un objeto no iluminado no se percibe coloreado, a menos que sea auto-luminoso. Como el color forma parte del conjunto de modelos de información visual que utiliza el ser humano para interpretar el mundo que le rodea y para desenvolverse en él de forma segura y cómoda, es indudable que, al igual que la iluminación, influye en el rendimiento productivo y para salud ocupacional.

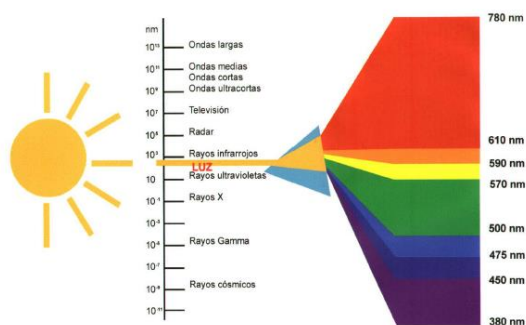


Ilustración 4. Espectro visible

Fuente: Avellano (2018)

El rendimiento visual en el trabajador repercute positivamente en sus resultados generales, como un valor añadido más a sus destrezas profesionales. Esto significa que es fundamental para un especialista conocer los límites de la visión humana con el objetivo de establecer los factores de visibilidad de las tareas a niveles supra-umbrales; la intención es que se puedan ejecutar cómodamente, ejemplo de esto, al configurar en el procesador de textos un tamaño de letra acorde con la distancia de visualización a la pantalla o ampliar la zona de texto, para reconocer confortablemente la tipografía y trabajar sin problemas de fatiga visual durante bastante tiempo. De la misma manera, los límites de la visión cromática humana determinan el nivel visualmente confortable en el puesto de trabajo. Por eso, es fundamental conocer en detalle cuáles de los factores ambientales en el entorno laboral iluminación, contraste, distancia, etcétera- influyen en el rendimiento visual del trabajador. Se requiere que la visión como parte de uno de los cinco sistemas sensoriales.

Según la Fadu (2012) sobrelleva cambios psicológicos positivos y negativos en el comportamiento de los trabajadores: ciertos factores ambientales se regulan convenientemente,

son capaces de aumentar el rendimiento general del proceso productivo; pero, mal gestionados pueden provocar indirectamente una disminución del rendimiento general de la tarea. Un buen rendimiento visual en el trabajador repercute positivamente en sus resultados, como un valor añadido más a sus destrezas profesionales antes de valorar la influencia de las capacidades visuales en el rendimiento laboral y los efectos psicológicos de la iluminación y el color en el trabajador, conviene dedicar un apartado a los problemas que pueden provocar en algunas profesiones los defectos visuales relacionados con el color, como el daltonismo.

Influencia de los defectos visuales: La visión cromática humana se basa en el registro de la luz incidente en la retina mediante tres tipos de foto receptores retinianos o conos, llamados rojo (R o L), verde (G o M) y azul (B o S). Las señales rojas, verde y azul, codificadas en cada parte de la imagen retiniana, se trasladan al cerebro donde se efectúan combinaciones y transformaciones neuronales hasta generarlos tres códigos perceptuales del color: tono, claridad y colorido. Estos códigos son los que, con mayor o menor destreza, se utilizan para asignar un atributo de color a los objetos cotidianos. Así, por ejemplo, una variedad de manzana puede ser roja, y otra puede ser verde y más clara que la anterior, pero menos colorida.

Efecto estroboscópico: Es un efecto en ojo que se produce al iluminar mediante irradiaciones, un objeto que se mueve de forma rápida y periódica. Se genera con la sensación de observar un cuerpo que gira como detenido, cuando es iluminado con una fuente de luz de rápida acción y que se apaga y enciende a la misma frecuencia que la velocidad de giro del cuerpo. Los efectos estroboscópicos se deben a causas fisiológicas. En efecto, el ojo humano es tan lento de reflejos que no puede distinguir entre sí dos impulsos luminosos que se hayan sucedido en un corto

intervalo de tiempo (de menos de 1/10 s), y por lo tanto al recibir una serie de ellos a un ritmo de sucesión que sea rápido, los percibe superpuestos como si formaran parte de un movimiento continuado (principio en que se fundan el cine y la televisión).

Efecto por fuentes luminosas: En un sentido más preciso, los efectos estroboscópicos tienen lugar siempre que se superpongan dos sucesos periódicos cuyos desarrollos sean sincrónicos o sólo estén ligeramente desfasados.

Fatiga visual: La iluminación afecta a la vista de diferentes modos, uno de ellos es el deslumbramiento, el cual es muy peligroso para la vista del ser humano. Tanto la baja iluminación como la luz directa y fuerte en los ojos no son nada recomendables. La fatiga ocular viene provocada por el esfuerzo que hace nuestra vista cuando hay poca intensidad de luz. Además de otros tantos síntomas como irritación, sequedad y cansancio visual que junto con la visión borrosa van unidos a dolores de cabeza, cuando hay poca luz.

Esfuerzo acomodativo: se trata de un esfuerzo visual producto de la fijación aproximada a un objeto causada por el músculo ciliar del ojo, que en estado de reposos luego de enfocar un objeto lejano pasa a un enfoque próximo a algún objeto que permanece cerca. El esfuerzo de mantener este músculo activo de forma continuada para ver correctamente de cerca puede provocar **astenopia acomodativa** (fatiga visual debida a un esfuerzo constante en la acomodación). Hay que tener en cuenta que es muy complicado que esto ocurra en ojos sanos y jóvenes. Las principales causas de aparición de este tipo de fatiga en los ojos.

Vista cansada: esta patología visual aparece tarde o temprano y en pacientes entre los 40-45 años, es también llamada presbicia y se produce debido al esfuerzo que realiza el músculo ciliar

que se utiliza para enfocar correctamente a distintas distancias comienza a ser precario o escaso, por lo que salen a la luz los síntomas mencionados.

Defecto refractivo: miopía, hipermetropía y astigmatismo, son los defectos refractivos más comunes en personas jóvenes. Este tipo de patologías visuales contribuyen a la aparición de la fatiga visual acomodativa en personas jóvenes al exigir un esfuerzo extra al ojo en visión cercana. En cualquiera de los casos las circunstancias empeoran con baja iluminación. Con la luz, el ojo contrae la pupila para limitar la cantidad de luz que llega a la retina, y esto en visión cercana aumenta la profundidad de foco y reduce el esfuerzo ojo para enfocar. Ophthalteam (2017) resalta que una mala iluminación reduce el contraste de los objetos que vemos y el ojo se ve forzado con ello a trabajar en vano en el enfoque para obtener nitidez.

Cansancio visual: Los cambios de iluminación provocan enfermedades oculares y llegando a distorsionarse la visión. La fatiga en los ojos ocasionada por la mala iluminación también trastorna el sistema nervioso y es de las principales causas de accidentes visuales en el trabajo. La mala iluminación, también es causas directas de trastornos en la visión, los síntomas del efecto de una iluminación inadecuada sobre nuestros ojos son principalmente: ojos llorosos, la quemazón, una mayor sensibilidad, escozor de ojos y el enrojecimiento entre otros. Además, se pueden dar problemas visuales para enfocar la visión de los objetivos e incluso visión borrosa. Otros síntomas más graves son la fotofobia y hasta los mareos. Síntomas que son producto de: sobreesfuerzo con la vista en pantallas de ordenador u otros dispositivos; exposición a pantallas sin protección; insuficiencia o exceso de luz; iluminación no adecuada en potencia ni en enfoque; cambios bruscos de intensidad de luz; centelleos en la pantalla; movimientos bruscos de imágenes en la pantalla.

7.2 Factores que influyen desde la iluminación

Sistemas de alumbrado: Cuando una lámpara es encendida, el flujo emitido puede llegar a un punto específico de forma directa o indirecta por reflexión en paredes y techo, y el conjunto de estos flujos de luz determinan los diferentes sistemas de iluminación. Sin duda la iluminación directa representa el sistema más económico, sin embargo, factores ya estudiados como el deslumbramiento llevan a la contemplación de sistemas de iluminación difusa, semi-indirecta o indirecta (Ver ilustración 5).

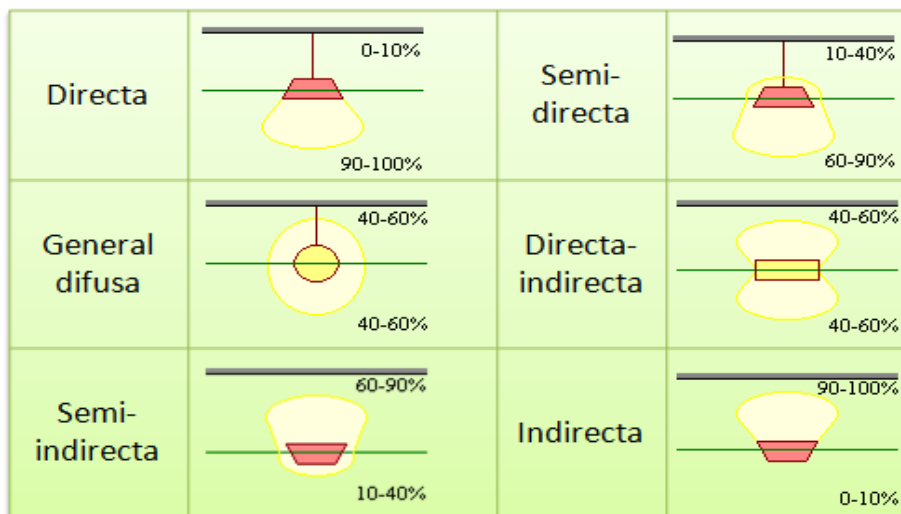


Ilustración 5. Sistema de alumbrado

Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

Métodos de alumbrado: Los métodos de alumbrado hacen referencia a la distribución de la luz en las zonas iluminadas, dichos métodos se clasifican según el grado de uniformidad en: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado (Ver ilustración 6).

Alumbrado general: Este método proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido y se usa habitualmente en oficinas,

centros de enseñanza, fábricas, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.

Alumbrado general localizado: Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramiento molesto.

Alumbrado localizado: Empleamos el alumbrado localizado cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Recurriremos a este método siempre que el nivel de iluminación requerido sea superior a 1000 lux., haya obstáculos que tapen la luz proveniente del alumbrado general, cuando no sea necesaria permanentemente o para personas con problemas visuales.

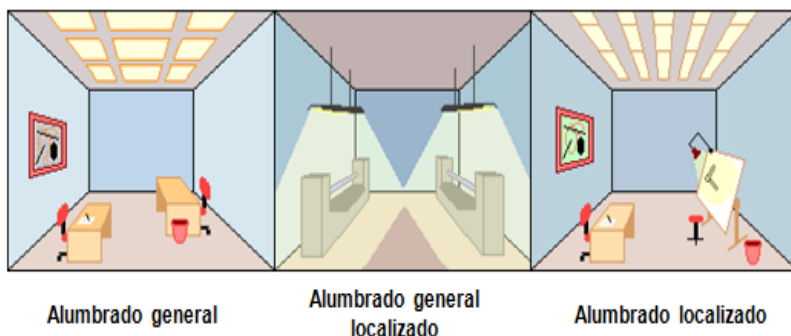


Ilustración 6. Métodos de alumbrado

Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

7.3 La iluminación en el análisis de riesgos

Todo diseño de un proyecto de iluminación debe resolver los factores de riesgo propios del sistema de iluminación, para lo cual el diseñador deberá hacer una evaluación de tales factores. En el análisis se deben considerar todos los aspectos de la iluminación relacionados con la salud y seguridad de las personas, el medio ambiente y la vida animal y vegetal, en este sentido debe considerarse los requerimientos de iluminación de emergencia, en caso de falla en las instalaciones de alumbrado normal o del suministro de energía.

Una iluminación inadecuada, por exceso o defecto, puede llevar a patologías asociadas como dolores de cabeza, irritación de los ojos, trastornos musculoesqueléticos, debido a posiciones constantes y generalmente inadecuadas, asociadas a la utilización rápida y repetitiva de ciertos grupos musculares, que se traducen en cansancio muscular que lleva a malas posturas con alteraciones dolorosas de columna vertebral, principalmente en la región cervical y lumbar. El cansancio visual por variaciones en la acomodación del ojo puede llevar a la presentación de mareos, originados por el efecto cebra y el efecto parpadeo.

El efecto cebra se produce por la aparición sucesiva de zonas claras y oscuras ante el conductor que puede llegar a sentir una sensación de molestia e incluso mareo debido a una baja uniformidad de las luminancias. El efecto de parpadeo o Flicker se produce por cambios periódicos de los niveles de luminancia en el campo de visión, según unas frecuencias críticas, entre 2,5 y 15 ciclos/segundo, que provocan incomodidad y mareos. Utilizar fuentes de iluminación con un color de luz no apropiado para la actividad que se desarrolla en sitios con iluminación artificial, puede producir Discromatopsias, que son alteraciones que implican trastornos en la discriminación de colores.

La inadecuada disposición física de los equipos de iluminación puede llevar a que se presenten deslumbramientos perturbadores o molestos, debido a la luz que emiten directamente las fuentes luminosas o reflejadas; por ello el deslumbramiento es un factor importante que considerar en el análisis de riesgos. Por tales razones la evaluación de las condiciones bajo las cuales se desplazan los peatones y los vehículos en los espacios públicos y las condiciones de los puestos de trabajo, donde se llevan a cabo labores industriales, comerciales, educativas o se realizan actividades recreativas o del hogar, deben considerar los siguientes aspectos, para minimizar el riesgo de inseguridad, accidentalidad y deterioro de la salud visual: Niveles adecuados de iluminación, dependiendo del lugar, actividad y edad de las personas que van a utilizar dicho alumbrado; Uniformidad de los niveles de iluminación; Control del deslumbramiento; Temperatura de color de las fuentes luminosas y su índice de reproducción del color, dependiendo de la actividad que se desarrolla en el sitio iluminado; Temperatura asociada a la operación de las fuentes, propiedades de luminarias y sitios de montaje, incluyendo las de ignición de los productos aledaños; Condiciones de localización para la operación y el mantenimiento.

En el análisis de riesgos se debe considerar el rendimiento visual, que es el término usado para describir la velocidad con la que funciona el ojo, así como la precisión con la cual se puede llevar a cabo una tarea visual. El valor del rendimiento visual para la percepción de un objeto se incrementa hasta cierto nivel al incrementar la iluminancia o la luminancia del local. Otros factores que influyen sobre el rendimiento visual son el tamaño de la tarea visual y su distancia al observador, así como los contrastes de color y luminancia. En el evento que algunas de las medidas

para mitigar o minimizar los riesgos asociados al sistema de iluminación sean de aplicación por parte del usuario, el diseñador debe darle a conocer tales medidas en documento anexo al diseño.

8.Diseño y cálculo de iluminación interior según RETILAP

8.1 Requisitos generales del diseño de alumbrado interior

El diseño de la iluminación debe estar íntimamente ligado con el área que va a ser iluminada, así mismo bajo los lineamientos establecidos en el Capítulo 2º, se debe tener en cuenta la forma y tamaño de los espacios, los colores y las reflectancias de las superficies del salón, la actividad a ser desarrollada, la disponibilidad de la iluminación natural y también los requerimientos estéticos requeridos por el cliente. Para una adecuada iluminación se debe tener una estrecha interacción entre el diseñador de la iluminación y diseñadores y constructores de la edificación.

Los ítems más importantes que el diseñador necesita investigar antes iniciar un diseño de alumbrado interior son los siguientes: Conocer con detalles las actividades asociadas con cada espacio; Las exigencias visuales de cada puesto de trabajo y su localización; Las condiciones de reflexión de las superficies; Los niveles de iluminancia e uniformidad requeridas; La disponibilidad de la iluminación natural; El Control del deslumbramiento; Los requerimientos especiales en las propiedades de las luminarias, por el tipo de aplicación; Propiedades de las fuentes y luminarias, tales como: el índice de reproducción del color, lo natural que aparecen los objetos bajo la luz, la temperatura del color, la apariencia de calidez o frialdad de la luz, el tamaño y forma de la fuente luminosa y de la luminaria.

8.2 Niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias

Niveles de Iluminancia: En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 04, adaptados de la norma ISO 8995 “Principios of visual ergonomics – The lighting of indoor work systems”. El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño y por lo tanto esta será la referencia para la medición en la recepción de un proyecto de iluminación. En ningún momento durante la vida útil del proyecto la iluminancia promedio podrá ser superior al valor máximo o inferior al valor mínimo establecido en la Tabla 4. En la misma tabla se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR).

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500

Tabla 4. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente: Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

Nota. Para lugares no contemplados en la citada tabla 1 se deberán aplicar valores establecidos en la norma referenciada o la norma IESNA, para los mismos propósitos. En el evento que el espacio a iluminar no esté dentro de los comprendidos en la tabla 1 o las normas referenciadas, el diseñador, con criterio profesional, podrá escoger de la tabla el que más se asimile a las condiciones del lugar y dejará evidencia del hecho.

8.2.1 Alumbrado industrial

El trabajo realizado en la industria cubre una gama de actividades mucho más variada que el de las oficinas y escuelas. Las tareas visuales pueden ser extremadamente pequeñas o muy grandes, oscuras o claras, y abarca formas planas o contorneadas. Desde el punto de vista de percepción visual, tales tareas se clasifican según su grado de finura. Entre menos crítica sea una tarea menor serán las exigencias de nivel y calidad del alumbrado. A la inversa, cuanto más fino sea el trabajo, mayor debe ser el nivel de iluminancia y la ausencia de deslumbramiento. El sistema de alumbrado industrial está determinado principalmente por la naturaleza del trabajo a realizar, la forma del espacio que se ilumina y el tipo de estructura del techo.

La mayoría de las aplicaciones industriales utilizan luminarias destinadas a proporcionar una distribución de luz de forma directa o semi-directa.

Al diseñar un sistema de iluminación industrial se deben considerar los siguientes factores: Cuando el alumbrado general no sea suficiente para cumplir los requisitos especiales de una determinada tarea visual, se debe complementar de alguna forma con un alumbrado localizado, ejemplos de esto son: Inspección de objetos pequeños o ensamble de partes mecánicas diminutas o de componentes electrónicos. Muchas veces estas tareas pueden simplificarse mediante el uso de un lente de aumento iluminado; Verificación de dimensiones. Esto suele hacerse proyectando una imagen muy ampliada del objeto en una pantalla; Inspección de partes de una máquina en movimiento; Inspección de ciertos materiales. Objetos fabricados de materiales tales como el vidrio pueden inspeccionarse mejor con luz monocromáticas (Las bombillas de sodio de baja presión proporcionan este tipo de luz).

Se deben utilizar luminarias con un componente indirecto de luz, normalmente entre el 10 y el 30%, para proporcionar un buen componente de luz en el techo o estructura superior, reduciendo las luminancias entre los campos de acción de las luminarias y el fondo; La luz hacia arriba (hacia techos) reduce la percepción del deslumbramiento de la luminaria, mitiga el efecto “caverna”, efecto de iluminación directa, y crea un ambiente más cómodo y confortable; La calidad y cantidad de iluminación debe ser la adecuada para los procesos de fabricación implicados, así como los requisitos de seguridad necesarios. Se deben usar equipos de iluminación que satisfagan los requisitos de diseño, considerando las características fotométricas, así como los requerimientos mecánicos para cumplir las condiciones de montaje y funcionamiento.

Se debe utilizar equipo seguro, fácil y práctico de mantener. Algunas lámparas como las de halogenuros metálicos pueden ser propensas a los posibles finales de vida con explosión o rotura y sólo deberían utilizarse en luminarias adecuadamente protegidas; El consumo de energía debe ser el menor posible, por lo que se requiere las fuentes y luminarias de la mayor eficiencia y eficacia posible, haciendo el análisis económico acorde con los requerimientos y características de funcionamiento del sistema de iluminación seleccionadas.

La calidad y cantidad de la iluminación como la seguridad deben ser debidamente ponderados y abordados en el diseño de la aplicación; Localización adecuada de las luminarias, las líneas de luminarias se deben instalar perpendiculares a las filas de bancos de trabajo o máquinas. Esto evita la formación de sombras en la tarea visual y al mismo tiempo reduce la posibilidad de luz reflejada en los ojos de los trabajadores. La disposición alternada de luminarias con difusor y paralelas a las filas de bancos de trabajo dan una mejor impresión de conjunto y produce una mayor sensación de confort. Sin embargo, no siempre se pueden obtener los

beneficios de ambas disposiciones al mismo tiempo. Normalmente, las buenas condiciones en el plano de trabajo son más importantes que una impresión de conjunto confortable.

8.2.2 Casos especiales de iluminación industrial

En ciertos procesos de fabricación y en la inspección de algunos artículos la instalación de alumbrado general no satisface las exigencias requeridas. En estos casos se han de encontrar soluciones especiales, las cuales se aplican a las siguientes situaciones: Para evitar reflexiones que originan luminancia de velo; la dirección de la luz reflejada no debe coincidir con el ángulo de visión; La observación de detalles especulares contra un fondo difuso se facilita si la dirección de la luz reflejada coincide con el ángulo de visión; La iluminación rasante hace resaltar irregularidades de la superficie que se examina; La luz reflejada desde una fuente de luz de gran superficie facilita la inspección de manchas en una superficie pulimentada.

La luz difusa de una fuente de gran superficie facilita la composición tipográfica; Las irregularidades de un material transparente se descubren mediante la luz difusa que lo atraviesa; La iluminación por silueta es muy efectiva en el control de contornos; La iluminación direccional es necesaria para poner de relieve la forma y la textura de un objeto; Cualquiera que sea el tipo de trabajo, es necesario añadir luz artificial a la natural ya existente.

8.2.3 Iluminación de naves de una planta de gran altura

En plantas con más de siete metros de altura, las fuentes de luz deben colocarse también a gran altura, con el fin de mantener las fuentes de luz fuera del campo de acción de las grúas o

maquinaria similar. Para esta aplicación se debe usar luminarias con fotometrías optimizadas para grandes alturas o tipo highbay.

8.3 Pasos para un diseño de iluminación interior

- Caracterización del sitio que se iluminara (Zona de trabajo en el que se diseñara la iluminación)
- Dimensiones: Área
- Colores de paredes, techos.
- Sistema de Iluminación (General, general localizado y localizado)
- Altura de puesto de Trabajo con respecto al piso
- Requerimientos de luz. (Directa)
- Superficie de puesto de trabajo (Brillante, opaco, translucido)
- Requerimientos de suspender lámparas por altura de techo.

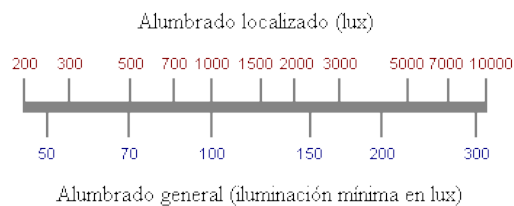


Ilustración 7. Relación entre el alumbrado general y el localizado
 Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

- Nivel de Iluminación según normatividad vigente y actividad. (Unidad de medida Lux).

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR _L	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo.	Medio	Máximo
Áreas generales en las edificaciones				
Áreas de circulación, corredores	28	50	100	150
Escaleras, escaleras mecánicas	25	100	150	200
Vestidores, baños.	25	100	150	200
Almacenes, bodegas.	25	100	150	200
Talleres de ensamble				
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	25	200	300	500
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de	22	300	500	750
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	19	500	750	1000
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	16	1000	1500	2000
Industria del cuero				
Áreas generales de trabajo	25	200	300	500
Prensado, corte, costura y producción de calzado	22	500	750	1000
Clasificación, adaptación y control de calidad	19	750	1000	1500

Tabla 5. Niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

- Superficie del local. (m²).

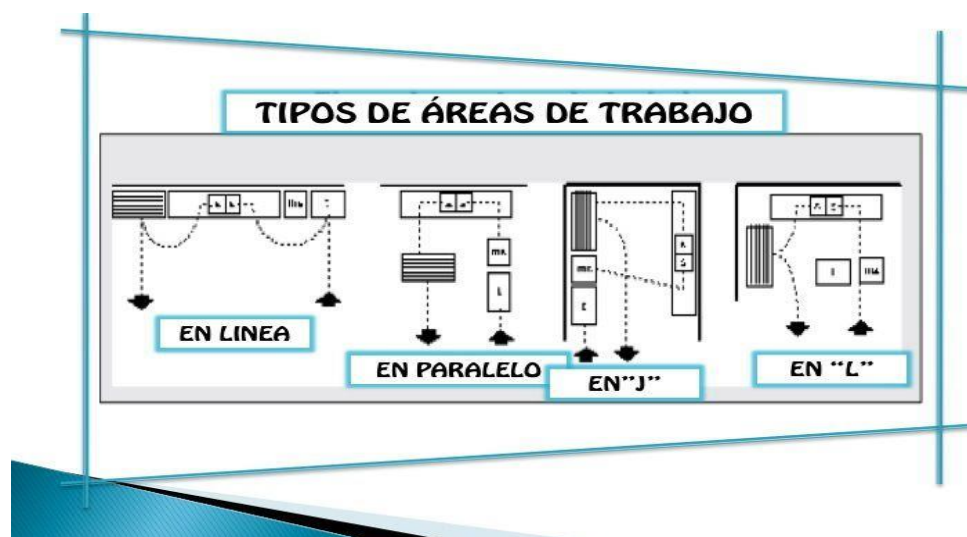


Ilustración 8. Tipos de área de trabajo

Fuente: Avellana.

- Índice del Local (K): factor adimensional, relaciona la superficie, la altura del puesto de trabajo, la altura de las lámparas respecto al plan o de trabajo.

$$K = (a \times b) / h (a + b)$$

Donde:

a: Ancho del local

b: largo del local.

h: Altura entre puesto de trabajo y ubicación de lámparas.

Para distribución de luz directa, semidirecta y mixta.

- Determinar coeficientes de reflexión de techo y de paredes: Cantidad de luz reflejada de techos y paredes dependiendo de la superficie (textura y color)
- Definir tipo de lámpara: Potencia (Consumo); Lúmenes de lámpara (Flujo luminoso); Rendimiento Cromático (IRC). (Reproducción de colores)

	Gama de potencias (W)	Vida útil (h)	Eficacia (lm/W)	Tª Color (K)	IRC (%)	Encendido y Reencendido	Equipo auxiliar
Incandescentes	25-2000	1000	8-21,5	2700	100	Instantáneo	no
Halógena	40-100	2000	15-27	2800	100	Instantáneo	si
Tubos fluorescentes	16-65	5000-6000	48-80	2700-6000	70-98	Instantáneo	si (balasto y cebador)
Fluorescente compacta	7,5-50	8000	57-65	2700-6000	85	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Luz de mezcla	160-500	6000	19-28	3600	60	E: 2min, R: 5-10 min	no
Mercurio A.P.	50-2000	24000	32-60	3500-4500	40-70	E:4-5 min, R:3-6 min	no
Halogenuro metálico	70-3500	10000	75-105	3000-6000	80-90	E: 3-10 min	si (arrancador)
Inducción	70-150	60000	80	3000	>80	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Sodio B.P.	18-180	6000-8000	100-199	-	-	E:15min R:3min	si
Sodio A.P.	35-1000	8000	60-130	2000-2200	25-50	E:5-10min R:1min	si
Sodio Blanco	35-150	12000-15000	40-50	2500	85	E: 12min, R: 3min	Balasto y unidad control
LEDs	1,5-50	50000	60 - 120	2500 - 8000	70 - 98	Instantáneo	Si, incorporado en luminaria

Tabla 6. Características técnicas según tipo de lámparas

Lámpara incandescente: Dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Se conoce como efecto Joule al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. Su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. Otro 25% será transformado en energía calorífica y el 60% restante en ondas no perceptibles (Luz ultravioleta e infrarroja) que acaban convirtiéndose en calor.

Lámparas no halógenas: Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo del filamento. Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 2000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 W.

Lámparas halógenas de alta y baja tensión: En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolla por culpa de la evaporación de partículas de wolframio del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa el CH_2Br_2 , al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de $260\text{ }^\circ\text{C}$) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en W que se deposita sobre el filamento y Br que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar.

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000W) según el uso al que estén destinadas.



Ilustración 9. Lámparas Incandescentes

Lámparas de descarga: Las lámparas de descarga son fuentes luminosas que producen luz mediante una descarga eléctrica en gases o vapores metálicos presentes en el interior de la ampolla. Para encender las lámparas de descarga se requiere de un dispositivo llamado reactancia

o balasto, que produce el encendido con un alto voltaje inicial y luego disminuye la energía eléctrica al nivel operativo normal. Los balastos electromagnéticos son los tradicionales de filamentos de cobre, que ya están siendo reemplazados por balastos electrónicos. Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros.

Lámparas fluorescentes: Son lámparas de descarga de baja presión en forma de tubo, rellenas en su interior de vapor de mercurio. A través de la descarga eléctrica, se emite una radiación UV invisible que se convierte en luz gracias al polvo fluorescente. La radiación ultravioleta generada por la descarga de mercurio se convierte en luz visible por los fluorescentes que se encuentran en la pared interior del depósito de descarga. Mediante distintos fluorescentes se consiguen una serie de colores de luz y distintas calidades de reproducción cromática. La lámpara fluorescente posee generalmente electrodos calentados y puede así encenderse con tensiones en comparación bajas. Además, requieren de balastos, reactancias o reactancias electrónicas.



Ilustración 10. Lámparas fluorescentes tipo tubo y bombillo

Lámparas de vapor de mercurio a alta presión: A medida que aumentamos la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara a baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm). En estas condiciones la luz emitida,

de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación, se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

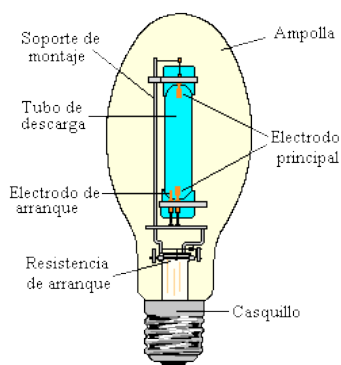


Ilustración 11. Lámpara de mercurio a alta presión

Lámparas de luz de mezcla: Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K. La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas.

Por un lado, el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas. Estas lámparas es que no necesitan balasto ya que el propio filamento actúa como estabilizador de la corriente. Esto las hace adecuadas para sustituir las lámparas incandescentes sin necesidad de modificar las instalaciones.

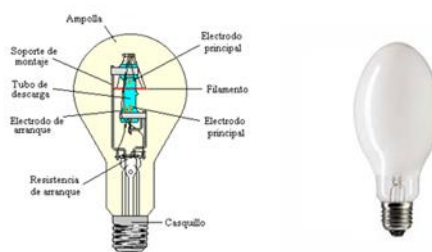


Ilustración 12. Lámpara de luz de mezcla

Lámparas con halógenos metálicos: Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir

el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo, amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V). Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

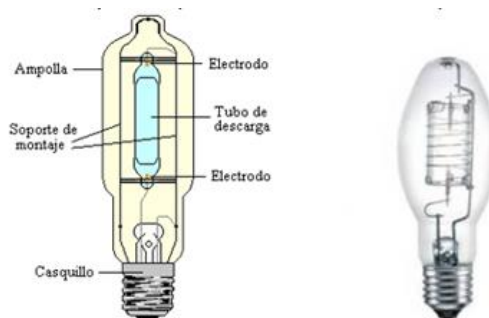


Ilustración 13. Lámpara con halogenuros metálicos

Lámparas de vapor de sodio a baja presión: La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí. La radiación emitida, de color amarillo, está muy próxima al máximo de sensibilidad del ojo humano (555 nm). Por ello, la eficacia de estas lámparas es muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra,

su mono cromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga.

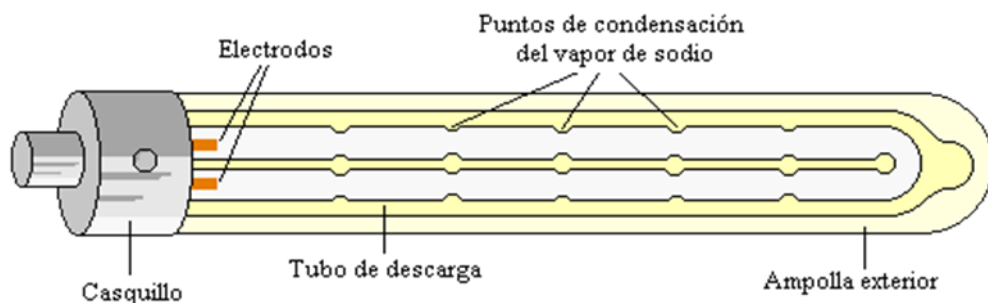


Ilustración 14. Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Lámparas de vapor de sodio a alta presión: Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión.

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ($T_{\text{color}} = 2100 \text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ($\text{IRC} = 25$, aunque hay modelos de 65 y 80). No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

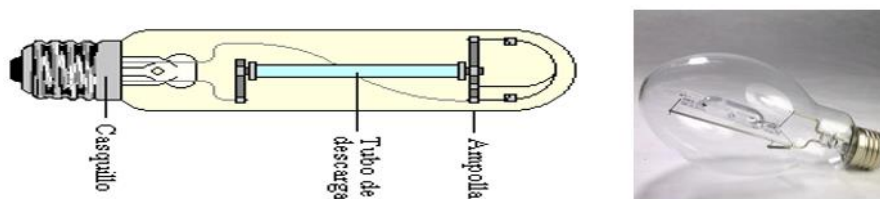


Ilustración 15. Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Lámpara LED: El LED es un diodo emisor de luz, es decir, un dispositivo semiconductor que emite luz cuando circula por él la corriente eléctrica; es un proyector electroluminiscente que emite luz mediante la recombinación de los pares de portadores de carga de un semiconductor. Led deviene de las siglas en inglés Light Emitting Diode: Diodo Emisor de Luz. La luz no se genera a través de un filamento incandescente sino por electroluminiscencia. Esto significa que se

liberan fotones (luz) debido a electrones que cambian de nivel de energía durante su desplazamiento por el material semiconductor (diodo).

Una lámpara de tecnología LED es una fuente lumínica. Debido a que la luz capaz de emitir un led no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de ledes, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde la corriente alterna normal. Los ledes se dañan a altas temperaturas, por lo que las lámparas de led tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración. Las lámparas de led tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero los costos iniciales son más altos que los de las lámparas fluorescentes.



Ilustración 16. Diodo emisor de luz



Ilustración 17. Lámpara tipo LED (Tubo, bombillo)

Tipo de Luminaria: pueden ser tipo Zócalo, regleta de techo sola o con cubierta y rejilla difusora; Reflector de haz amplio; Reflector de Haz medio.

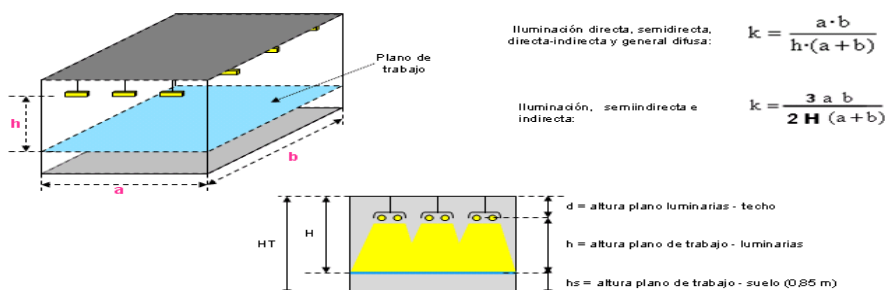
LUMINARIA		d - h
Regletas	 $d = 1,1 h$	
Reflectores amplios	 $d = h$	
Reflectores medios	 $d = 0,9 h$	

Ilustración 18. Luminarias

Fuente: Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España

8.3.1 Factor de Utilización

Valor adimensional. Obtenido de la relación del tipo de luminaria seleccionado, el índice del local K y el índice de reflexión de techo y paredes.



A partir del índice del local **K** y los **factores de reflexión** obtenemos el **Coefficiente de Utilización C_u** en una tabla propia de cada luminaria :

Ilustración 19. Calculo del factor de utilización (K)

Fuente: Luminotecnia. (s.f).

Tabla 7. Factor de utilización de algunas luminarias

Factor de Utilización de Algunas Luminarias			Techo								
Tipo de iluminación	Luminarias	Índice del local K	75 %			50 %			30 %		
			Paredes								
			50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %	
semidirecta 	zócalo solo o con cubierta difusora 	0,50 ÷ 0,70	0,28	0,22	0,18	0,26	0,21	0,16	0,20	0,17	
		0,70 ÷ 0,90	0,35	0,29	0,25	0,33	0,27	0,24	0,26	0,24	
		0,90 ÷ 1,10	0,39	0,33	0,30	0,37	0,32	0,28	0,30	0,27	
		1,10 ÷ 1,40	0,45	0,38	0,33	0,40	0,36	0,32	0,33	0,30	
		1,40 ÷ 1,75	0,49	0,42	0,37	0,43	0,39	0,34	0,37	0,33	
		1,75 ÷ 2,25	0,56	0,50	0,44	0,49	0,44	0,40	0,42	0,38	
		2,25 ÷ 2,75	0,60	0,55	0,50	0,53	0,48	0,44	0,47	0,44	
		2,75 ÷ 3,50	0,64	0,59	0,54	0,56	0,51	0,47	0,50	0,47	
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,62	0,59	0,61	0,56	0,53	0,54	0,52			
4,50 ÷ 6,50	0,70	0,65	0,62	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57			
mixta 	difusores 	0,50 ÷ 0,70	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19	0,19	0,17	
		0,70 ÷ 0,90	0,32	0,29	0,27	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	
		0,90 ÷ 1,10	0,37	0,33	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,24	
		1,10 ÷ 1,40	0,40	0,36	0,34	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26	
		1,40 ÷ 1,75	0,42	0,39	0,36	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28	
		1,75 ÷ 2,25	0,46	0,43	0,40	0,41	0,38	0,35	0,32	0,30	
		2,25 ÷ 2,75	0,50	0,46	0,43	0,44	0,40	0,39	0,34	0,33	
		2,75 ÷ 3,50	0,52	0,48	0,45	0,46	0,44	0,41	0,37	0,36	
3,50 ÷ 4,50	0,55	0,52	0,49	0,48	0,46	0,45	0,39	0,38			
4,50 ÷ 6,50	0,57	0,54	0,51	0,49	0,47	0,46	0,42	0,41			
directa 	reflectores de haz amplio 	0,50 ÷ 0,70	0,38	0,32	0,28	0,37	0,32	0,28	0,31	0,28	
		0,70 ÷ 0,90	0,46	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,41	0,38	
		0,90 ÷ 1,10	0,50	0,46	0,43	0,50	0,46	0,43	0,46	0,43	
		1,10 ÷ 1,40	0,54	0,50	0,48	0,53	0,50	0,47	0,49	0,47	
		1,40 ÷ 1,75	0,58	0,54	0,51	0,56	0,53	0,50	0,52	0,50	
		1,75 ÷ 2,25	0,62	0,59	0,56	0,60	0,58	0,56	0,58	0,56	
		2,25 ÷ 2,75	0,67	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61	
		2,75 ÷ 3,50	0,63	0,66	0,63	0,67	0,65	0,63	0,64	0,62	
3,50 ÷ 4,50	0,72	0,70	0,67	0,70	0,68	0,66	0,67	0,66			
4,50 ÷ 6,50	0,74	0,71	0,69	0,72	0,70	0,68	0,69	0,67			
directa 	reflectores de haz medio 	0,50 ÷ 0,70	0,35	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30	0,32	0,30	
		0,70 ÷ 0,90	0,43	0,39	0,37	0,42	0,39	0,37	0,39	0,37	
		0,90 ÷ 1,10	0,48	0,45	0,42	0,47	0,44	0,42	0,43	0,41	
		1,10 ÷ 1,40	0,53	0,50	0,47	0,52	0,49	0,47	0,48	0,46	
		1,40 ÷ 1,75	0,57	0,53	0,50	0,55	0,52	0,50	0,52	0,50	
		1,75 ÷ 2,25	0,61	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54	0,56	0,54	
		2,25 ÷ 2,75	0,64	0,61	0,59	0,62	0,60	0,58	0,59	0,57	
		2,75 ÷ 3,50	0,66	0,63	0,61	0,63	0,61	0,60	0,61	0,59	
3,50 ÷ 4,50	0,68	0,66	0,63	0,66	0,64	0,63	0,63	0,62			
4,50 ÷ 6,50	0,69	0,67	0,66	0,67	0,66	0,64	0,65	0,63			

Fuente: Luminotecnia. (s.f).

Fuente: Re, Vittorio. (1989) Iluminación Interna, marcombo, s.a. España

Al definir factor de mantenimiento (fm): valor adimensional, obtenido de la depreciación de las características fotométricas de las luminarias y el envejecimiento de las lámparas.

CARACTERISTICAS DE LA LUMINARIA	POLUCION DEL AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO
Cerrada	Reducida	90%
	Moderada	80%
	Importante	70%
Abierta	Reducida	80%
	Moderada	70%
	Importante	60%

Tabla 8. Factor de mantenimiento

Fuente: Luminotecnia. (s.f)

8.3.2 Calculo del flujo luminoso (ϕ)

Total, de lúmenes aportados por todas las lámparas, según diseño. $\phi = (E \times S) / (u \times m)$

Donde:

E= Nivel de Iluminación en Lux

S= Superficie del Local en m²

u= Factor de Utilización.

m= Factor de mantenimiento

Calculo de número de lámparas necesarias con relación al flujo emitido por cada fuente luminosa (ϕ_L).

$$\phi_L = \phi / n$$

Donde:

ϕ_L = Flujo Luminoso de cada lámpara

ϕ = Flujo luminoso total

n = número de lámparas.

8.3.3 Distribución de Lámparas

Obedece a la distribución de las lámparas en la superficie del local,

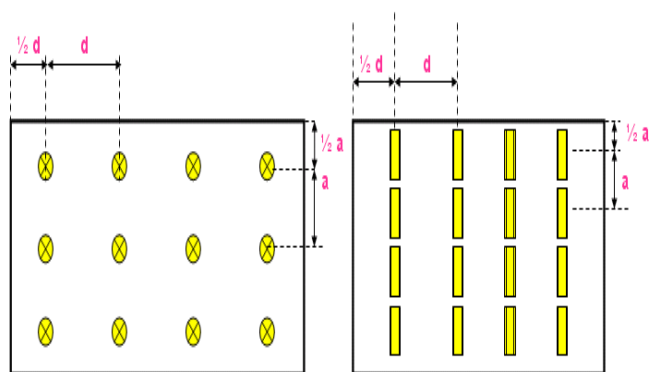


Tabla 9. Distribución de lámparas según sean tipo tubo o bombillo

Fuente: Luminotecnia. (s.f).

8.3.4 Calculo del consumo total de energía eléctrica (P).

$$P = n \times WL$$

WL = Potencia de cada lámpara.

9. Implementación del diseño de iluminación

9.1 Diseño fábrica de calzado sección de guarnición.

Datos tomados de la tabla Factor de Utilización de algunas Luminarias. Iluminación Interna de VITTORIO RE

9.1.1 Definición de las características del Local

Dimensiones.	Largo: 23m
	Ancho: 12m
	Altura puesta de Trabajo:0,8m
	Altura del Montaje:2,4m
	Color de Paredes: Blanco
	Color de Techos: Blanco
Sistema de Iluminación	Directo.

Tabla 10. Características locales.

Fuente: elaboración propia, 2018.

9.1.2 Nivel de Iluminación

E= 750 Luxes

9.1.3 Superficie del local

$$S=LA= 23m \times 12m = 276 \text{ m}^2$$

9.1.4 Índice del Local (K)

Se usará luminaria fijada al cielo Razo, a una altura sobre el piso de 2,4m y con una altura de trabajo de 0,8m; con iluminación directa.

$$K = \frac{L \times A}{h(A+B)}$$

$$K = \frac{23m \times 12m}{2,4m (23m + 12m)} = 3,29$$

9.1.5 Coeficientes de reflexión de techo y paredes

Normalmente como las tablas de coeficiente de utilización se construyen para una reflectancia efectiva del piso del 20% se deberá efectuar una corrección si el valor es distinto. Para el efecto se aplicará la tabla 430.2.3. Un ejemplo de una tabla de factor de utilización se observa en la Figura 430.2.3.

Paredes: 70%

Techo: 80%

9.1.6 Tipo de Lámpara

Máster LED tube LED T8 Universal 1500mm Opalizada, 100 a 240 VAC

T= Tubo

8= fracción de pulgada (diámetro del tubo).

T8 = Tubo 8/8 (pulgada) = 1 Pulgada.

TUBO LED T8 PROLED 140LM/W							
Referencia	Potencia (W)	Lumens (lm)	Voltaje (V)	Temperatura Color (K)	Ángulo emisión*	Dimensiones (mm)	Vida útil (horas)
PLBT810W	10W	1260-1400lm	85-265V/AC	2700 - 6500K	120°/150°	600xØ26	50.000h
PLBT818W	18W	2250-2500lm	85-265V/AC	2700 - 6500K	120°/150°	1200xØ26	50.000h
PLBT822W	22W	2745-3050lm	85-265V/AC	2700 - 6500K	120°/150°	1500xØ26	50.000h
Según presupuesto a consultar	20W	2520-2800lm	85-265V/AC	2700 - 6500K	120°/150°	1200xØ26	50.000h
	28W	3510-3900lm	85-265V/AC	2700 - 6500K	120°/150°	1500xØ26	50.000h

Tabla 11. Tipo de lámpara

Fuente: www.llumor.es/tubo-led/tubo-led-T8/proled

9.1.7 Tipo de Luminaria

Zócalo sin cubierta difusora, Fuente: *Re, Vittorio. (1989) Iluminación Interna, marcombo, s.a. España*

9.1.8 Factor de Utilización

$$U = 0,74$$

Datos tomados de la tabla Factor de Utilización de algunas Luminarias. Iluminación Interna de VITTORIO RE con relación al tipo de luminaria elegida y el índice del local y los coeficientes de reflexión de techo y paredes

9.1.9 Tipo de mantenimiento previsto

Datos tomados de la tabla Factor de Utilización de algunas Luminarias. Iluminación Interna de VITTORIO RE con relación al tipo de luminaria elegida y el índice del local y los coeficientes de reflexión de techo y paredes.

9.1.10 Flujo Total

$$\Phi = \frac{E \times S}{u \times m}$$

$$\Phi = \frac{750 \text{ Lux} * 276 \text{ m}^2}{0,74 \times 0,8} = 349662,2 \text{ Lúmenes}$$

9.1.11 número de lámparas

$$n = \Phi / \Phi_L = 349662,2 / 3700 = 95 \text{ lámparas}$$

9.1.12 Numero de Luminarias

$$\text{No. Lu} = n/s = 95/2 = 48$$

9.1.13 Selección número de Luminarias y Lámparas

Se seleccionaron 48 luminarias para dos lámparas tipo tubo T8. Se debe hacer una distribución simétrica y con la mayor uniformidad, pero dentro de los parámetros de la norma respetando los valores mínimos requeridos.

9.1.14- Recalculo

Luminarias	Lámpara	Potencia Lámpara W	Potencia Total W	Lúmenes Totales
48	96	28	2688	349662,2

$\text{Luminancia Real} = \frac{\phi \times U \times M}{S} \approx 750 \text{ Luxes}$

Tabla 12. Recalculo iluminación

Fuente: Re, Vittorio. (1989) Iluminación Interna, marcombo, s.a. España

NOTA: El diseño es acorde y cumple los parámetros establecidos por RETILAP requerido para este tipo de Empresa y actividad.

La potencia Instalada 2,688KW está por debajo de la estimada de 3KW, Para la distribución de las luminarias y la uniformidad, se debe respetar la relación $d = h$ por razones de simetría.

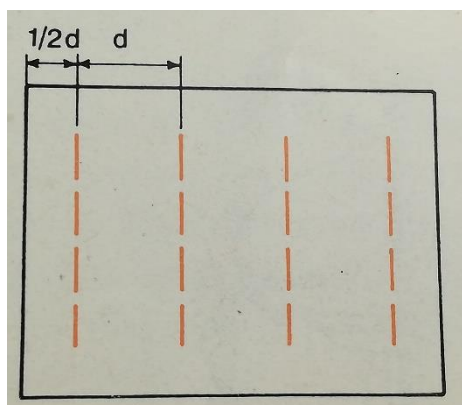


Ilustración 20. Plano iluminación.

Fuente: Re, Vittorio. (1989) Iluminación Interna, marcombo, s.a. España



Nota: las imágenes corresponden al renderizado de la propuesta final del diseño de iluminación para la empresa. Podemos observar el efecto de las lámparas encendidas, la uniformidad y la simetría de las luminarias en la superficie del área de producción, como se muestra en el anexo 7. Plano diseño de iluminación uniformidad y simetría

9.2 Manual de pausas activas

PAUSAS ACTIVAS VISUALES

¿QUÉ SON PAUSAS ACTIVAS VISUALES?

Son ejercicios para fortalecer los músculos oculares, es por esto la importancia de ser implementadas para ser realizadas durante la jornada de trabajo, ya que estas contribuyen al bienestar laboral y con esto se está evitando desarrollar síntomas como la fatiga visual, el enrojecimiento y picazón de los ojos; esto va acompañado de tensión muscular en la nuca y dolor de cabeza que son provocados por mantener por mucho tiempo la visión fija en un mismo lugar.

Tomarse pequeños descansos durante la jornada laboral para realizar ejercicios a la vista evitara que aparezcan enfermedades como consecuencia de la tarea.

- Parpadea varias veces, hasta que los párpados se vuelvan húmedos.

- Aparta la vista de lo que estás haciendo y mira hacia un punto lejano y en todas direcciones: hacia el techo, el cielo, por la ventana, hacia el suelo, etc. Si puedes, Parpadea con frecuencia, en algunas ocasiones, rápidamente y haz girar los globos oculares en todas direcciones.



- Mueve los ojos hacia abajo, de forma lenta y regular. Hazlo sentado con la cabeza quieta y relajada y repítelo seis veces.



- Mueve tus ojos hacia el lado derecho y luego hacia el izquierdo, con el menor esfuerzo posible. Repite tres veces para cada lado.

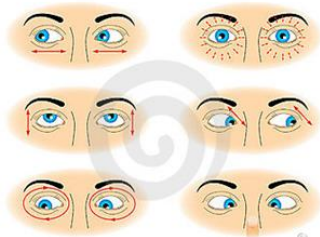
- Pon tu dedo índice de la mano derecha a 20 cm de tus ojos y dirige tu mirada desde el dedo a cualquier objeto grande que se encuentre a unos 3 m. Pasea tu mirada de un punto a otro, 10 veces.

- Realiza movimientos circulares con los ojos. Primero realiza 2 círculos hacia la derecha y luego dos hacia la izquierda. Cada movimiento debe ser suave y lento. Repite este ejercicio 3 veces.



- Abre tus ojos todo lo que puedas y ciérralos de repente.

- Acerca el dedo índice hacia tu nariz, observa la punta del dedo por 10 segundos y luego aleja el dedo en varias direcciones siguiéndolo con tus ojos.
- Frota tus manos para calentarlas y luego ponlas sobre tus ojos cerrados.



https://www.emtel.net.co/wp-content/uploads/2017/02/GA.PG_02-Programa-de-Gimnasia-Laboral.pdf

<https://smpausas.wordpress.com/categorias/visuales/>

10. Hallazgos

- Niveles deficientes de iluminación en algunos puestos de trabajo ubicados hacia el interior.

- Niveles de iluminación muy altos en algunos puestos de trabajo ubicados cerca a la ventana.

- Se aprecia falta de uniformidad y simetría en la distribución de los puntos luz, ocasionando en algunos puestos de trabajo una baja iluminación comparada con otros que igual no cumplen estos niveles, pero si hay más luminancia.

- Falta de implementación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, pues faltan lámparas en algunos sitios, en otros lugares están dañadas y no se remplazan, lo que genera una reducción en los niveles de iluminación.

- El tipo de lámparas que se tiene instaladas actualmente son Fluorescentes, las cuales son ineficientes y generan problemas en la reproducción de colores, efecto estroboscópico, alentargamiento, cansancio físico y mental, radiación UV, entre otros.

- Doble funcionalidad de tableros (tacos), incumpliendo la normatividad vigente RETIE.

- Intervención inadecuada en el sistema de iluminación encendido de la iluminación, incumpliendo con la normatividad vigente RETIE.

- Presencia recurrente de fatiga visual y cefalea.

- La permanente comunicación de los empleados de la línea de producción con los funcionarios administrativos en esta empresa de calzado permite establecerlos diferentes requerimientos del Sistema de Iluminación, de modo que este diseño logra atender las premisas contenidas en los objetivos iniciales.
- La adaptación de este sistema de iluminación, si bien está adaptando la norma para cumplir a cabalidad y garantizar reducción de efectos visuales no implica una implementación inmediata y más bien se proyecta como antecedente para otras empresas manufactureras que aún desconocen las necesidades locativas y de salud para sus trabajadores.
- Al ser una integración de iluminación para el área de producción, está dispuesta para mejorar los procesos de la empresa, en este caso pensar en mejores condiciones en el área de producción, que facilita el trabajo sin afectar la salud o poner en riesgo a los empleados.
- El inconformismo de algunos trabajadores, sumado a las evidencias de riesgo por accidente o enfermedades laborales, pretenden ser subsanadas por medio de un plan de acción producto de esta propuesta de diseño, integrando un nuevo sistema de iluminación para la planta de producción que atienda a las necesidades específicas de cada puesto de trabajo, reduciendo las solicitudes y reduciendo las horas de incapacidad u otros percances producidos por el riesgo a la salud en empleados.
- Esta empresa al ser pionera en esta clase de iluminación quiere privilegios frente a otras que aun con el sistema normativo continúan generando riesgos en el sistema de seguridad y salud en el trabajo.

- El sistema iluminativo desarrollado e implementado permite organizar y actualizar los lugares de trabajo a partir de los lineamientos normativos, de modo que exime a la empresa de responsabilidades, lo cual repercute en mejorar los procesos administrativos de pequeñas y medianas empresas.

10.1 Recomendaciones

- Implementar el diseño de iluminación resultado de este proyecto.

- Adecuación de ventanas para control de iluminación (vidrios difusores, persianas o cortinas).

- Adaptar un sistema de control de iluminación.

- Plan de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, en el sistema de iluminación y en el sistema eléctrico de la empresa.

- Implementar el diseño de iluminación que introduzca tecnología de punta (LED) como se indica en esta propuesta.

- De hacerse la intervención en la adecuación por parte de la empresa se recomienda el uso de conductor eléctrico libre de alógenos exigida por el RETIE puesto que el área de trabajo hay concentración de más de 50 personas.

- Realizar pausas activas visuales a los trabajadores puesto que realizan tareas muy detalladas que pueden ocasionar fatiga visual.

11.Presupuesto

PRESUPUESTO MATERIALES PARA IMPLEMENTAR ILUMINACION					
ITEM	DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	V/Unitario.	V/Total
1	Tubo Mastre LED de 1500mm 28W T8	Un.	96	\$ 35.000	\$ 3.360.000
2	Luminaria Metlica tipo Zocalo Blanca T8	Un.	30	\$ 28.000	\$ 840.000
3	Tablero de Iluminacion para 8 circuitos tetra polar	Un.	1	\$ 85.000	\$ 85.000
4	Cable de cobre No.14 AWG THWN Blanco	metro	100	\$ 2.800	\$ 280.000
5	Cable de cobre No.14 AWG THWN Negro	metro	100	\$ 2.800	\$ 280.000
6	Cable de cobre No.14 AWG THWN Verde	metro	100	\$ 2.800	\$ 280.000
7	Interruptor sencillo	Un.	8	\$ 5.600	\$ 44.800
8	Proteccion Termomagnetica 1x10 A.	Un.	8	\$ 4.750	\$ 38.000
9	conectar autodesforre	Un.	36	\$ 600	\$ 21.600
10	cinta aislante negra para electricidad 3M	Un.	4	\$ 23.000	\$ 92.000
11	Transporte materiales	Gl.	1	\$ 100.000	\$ 100.000
12	Herramienta especializada x Hora	Gl/Hora	24	\$ 9.500	\$ 228.000
13	Equipo especializado x hora	Gl. / Hora	16	\$ 12.000	\$ 192.000
14	Hora Hombre	Hora/\$	48	\$ 8.500	\$ 408.000
15					
Obsrvaciones: Estos precios ya tiene el iva. Se constituye poliza de cumplimneto y garantia.				Subtotal	\$ 6.249.400
				Administracion	\$ 312.470
				Imprevistos	\$ 312.470
				Utilidad	\$ 624.940
Validez de la Oferta: Un mes a partir de la fecha de entrega.				Total Propuesta	\$ 7.186.810
Nombre y Firma Proponente: Pedro Perez Pinto				Ciudad Y Fecha: Manizales, mayo 15 de 2018	

Tabla 13. Presupuesto
Fuente: elaboración propia, 2018.

12. Referencias

- Admira visión. (s.f). *Consejos de salud ocular*. Recuperado de <http://www.admiravision.es/es/articulos/divulgacion#.Wwq710gvx1s>
- Aeterna Impero. (2017). *Heráclito: el fuego y el logos*. Recuperado de <https://aeternaimperoblog.wordpress.com/2017/02/23/heraclito-el-fuego-y-el-logos/>
- Ardila, C. y Rodríguez, R. (2013). Riesgo ergonómico en empresas artesanales del sector de la manufactura, Santander. Colombia. *Med. segur. trab.* (59), 230
- Avellano, J. (2016). Teoría del color. Recuperado de <http://juanavellano.com/blog/teoría-del-color>.
- Badia, R. (1985). Salud ocupacional y riesgos laborales. *Bol Of Sanit Panam* 98(1).
- Bommel, W. y Beld, G. (2004). *La iluminación en el trabajo: Efectos visuales y biológicos*. Ámsterdam, Holanda: Philips Lighting.
- Calderón, E. (2015). *Tragedias, Prometeo encadenado*. Madrid, España: consejo Superior de Investigaciones Científicas
- Checa, L. (1929). *El cincuentenario de la lampara de incandescencia*. *DYNA*, 4(10), 1-6.
- Citcea. (2016). *Iluminación interior, ejercicios*. Recuperado de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint3.htm>.
- Clínica Baviera. (2014). *Conociendo el ojo*. Recuperado de <https://www.clinicabaviera.com>.
- Clínica Rahhal. (s.f). *Fatiga Visual (I): Síntomas y causas*. Recuperado de
- Collado, L. (2008). Prevención de riesgos laborales: principios y marco normativo. *Revista de dirección y administración de empresas* (15). pp. 91-117

- De Los Santos, M., Gutiérrez, D. y González, R. s.f). *El Experimento de Hawthorne*. Recuperado de https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/rpyl/.../experimento_hawthorne.pdf
- Decreto 1443. (2014). *Disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)*. Bogotá, Colombia.
- Delogne, p., de Forest, L. (1998). the Inventor of Electronics. *Paid, Proceedings of the IEEE* (86), 9, pp. 1878-1880.
- Dltk. (s.f). *Cómo Prometeo les dio el fuego a los hombres*. Recuperado de <http://www.dltk-ninos.com/manualidades/mundo/grecia/historia-prometeo.htm>
- Floriani, J. (2006). Sobre la Historia de la Electrónica en el Primer Centenario de su Nacimiento: La Era Termoiónica. *IEEE Latin America Transactions*, (4), 4.
- Fraga iluminación. (s.f). *Factores que influyen la visión: Contraste*. Recuperado de <https://www.fragailuminacion.com.ar/publicaciones/iluminacion-vision-contraste/>
- García, J. (2010). El control de la incapacidad temporal. *Temas Laborales*, (106). pp.13-47.
- García, J. (s.f). *Iluminación de interiores*. Recuperado de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>
- <https://www.rahhal.com/blog/fatiga-visual-sintomas-y-causas/>.
- Ilumor. (s.f). Tipo de lámparas. Recuperado de <http://www.llumor.es/tubo-led/tubo-led-t8-proled>.
- Ingeniería industrial Online. (s.f). *Iluminación*. Recuperado de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/iluminaci%C3%B3n/>.
- ISO 45001. (2018). *Seguridad y salud en el trabajo*: Bogotá, Colombia: Icontec.

- Ley 10. (1934). *Se reglamenta la Enfermedad Profesional*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud y Protección Social. Diario Oficial.
- Ley 1562. (2012). *Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional*.
- Ley 1562. (2012). *Sistema general de Riesgos*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud y Protección Social
- Ley 776. (2002). *Normas sobre la organización, administración y prestaciones del Sistema General de Riesgos Profesionales*. Bogotá, Colombia.
- Ley 96. (1938). *Creación del Ministerio de Protección Social*. Bogotá, Colombia: Diario Oficial.
- Luminotecnia. (s.f). luminarias. Recuperado de <http://www.tuveras.com/iluminaciones/interior.ntm>.
- Martínez, f. y de Feis D. (2006). La ergonomía del color influencia en el rendimiento y la salud del trabajador. *Gestión practica de riesgos laborales* (30). pp.22-36.
- Merriam, S. (1988). *Case Studyresearch in education. A QualitativeApproach*. San Francisco, Estados Unidos: Jossey- Bass.
- Moreno, J. (2008). Pérdidas de producción laboral ocasionadas por las enfermedades en Cataluña en el año 2004. *Presupuesto y Gasto Público*, 53. pp.119-147.
- Neurowikia. (s.f). *Trastornos visuales y neuroftalmológicos*. Recuperado de <http://www.neurowikia.es/content/trastornos-visuales-y-neuroftalmol%C3%B3gicos>
- Ophthalteam. (2017). La iluminación afecta a la vista. Recuperado de <http://www.ophthalteam.com/la-iluminacion-afecta-la-vista/>
- Organización Internacional del Trabajo. (2014). Colombia. Recuperado de <http://www.ilo.org/lima/paises/colombia/lang--es/index.htm>.

Organización Internacional del Trabajo. (2014). *Convenios*. Recuperado de

http://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:11200:0::NO::P11200_COUNTRY_ID:102595.

Pounds, N. (1992). *La vida cotidiana: historia de la cultura material*. Barcelona, España: Editorial Crítica.,

Ramírez, F. (2014). *Utilidad de los convenios y recomendaciones de la OIT para los actores laborales colombianos*. Recuperado de ocuments.mx/documents/utilidad-de-los-convenios-y-recomendaciones-de-la-oit-para-los-actores-laborales.html.

Re, Vittorio. (1989) *Iluminación Interna*, marcombo, s.a. España.

Resolución 180540 de marzo 30 de 2010. Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. Bogotá, Colombia: Ministerio de Minas y Energía.

Rodríguez, M. (2009). Factores psicosociales de riesgo laboral: ¿nuevos tiempos, nuevos riesgos? *Observatorio laboral revista venezolana*, 2 (3), pp.127-141.

Rodríguez, S. (2013). El control de la incapacidad temporal: su incidencia sobre la contención del gasto público y el aumento de la productividad empresarial. *Temas Laborales*, (118). pp.113-151.

Salazar, J., Aranda, C., Pando, M., Gómez, L. y González, R. (2010). *Seguridad, salud y percepciones de factores personales y organizacionales en la industria manufacturera*. Universidad de Guadalajara. México.

Solivárez, C. (s.f). Análisis de un objeto tecnológico: lámpara eléctrica incandescente.

Recuperado de https://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/images/c/c7/L%C3%A1mpara_el%C3%A9ctrica_-_an%C3%A1lisis.pdf

Trechera, J. (2017). La psicología aplicada a las organizaciones y empresas. Recuperado de <https://www.psicologia-online.com/la-psicologia-aplicada-a-las-organizaciones-y-empresas-1496.html>

Van Valkenburgh, Nooger y Neville. (1955). *Basic Electronics*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Bell

Velaz, I. (2012). Conclusiones de los experimentos de Hawthorne. Recuperado de <https://s3a2.me/2012/05/28/conclusiones-de-los-experimentos-de-hawthorne>

Wikipedia. (2017). *Seguridad social de Colombia: Definiciones*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_social_de_Colombia.

10. Anexos

Anexo 1. Inspección puestos de trabajo. (hoja 1)

RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010				Página 112 de 227		
Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público						
FORMATO 1						
INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO						
EMPRESA: <u>Fabrica de calzados</u>						
FECHA: <u>10/03/2018</u> DIA: <u>X</u> NOCHE: _____						
1. CONDICIONES DEL ÁREA:						
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA: <u>Área rectangular con luminarias en varias filas, esta área es de guardación. Pisos, paredes y techo lisos en color medio</u>						
DIMENSIONES:						
LONGITUD: <u>23</u> ANCHO: <u>12</u> ALTURA: <u>0,8</u>						
PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:						
Ver anexo 1. Plano Inicial						
2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS						
DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes	Concreto	Blanco	Lisa	✓		
Techo	Concreto	Crema	Liso	✓		
Piso	Cerámica	Gris jaspeado	Liso		✓	
Superficie de trabajo	termica	Claro	Liso		✓	
Equipo o Máquina	Acero	Crema	Corrugado		✓	
3. CONDICIONES GENERALES:						
Clasificación del equipo						
Luminarias, tipo	Lamparas fluorescente T8					
Especificación de las bombillas	T8 fluorescente					
bombillas por luminaria	4					
Número de luminarias	18					
Número de filas	3					
Luminarias por fila	6					
Altura del montaje	2,40					
Espacios entre luminarias	3,3					
Condición de las luminarias	Limpio	Medio	Sucio			
				✓		
Descripción de la iluminación local o complementaria.						
<u>Local + complementaria</u>						
Estudios realizados anteriormente: <u>SI</u> No ✓						
Resultados obtenidos: <u>NA</u>						

Anexo I. Inspección puestos de trabajo (hija 2).

RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010

Página 115 de 227

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN ALUMBRADO

EMPRESA: Fabrica de Calzado
Área: Guarnición

OBJETIVOS:

Nivel de iluminancia de diseño: 750 LuxCoeficiente de uniformidad CU: 0,89

Otros: _____

APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:

Iluminancia exterior producida por la luz natural: 86.950 LuxIluminancia interior producida por la luz natural: 1472 LuxCoeficiente de luz diurna (CLD): 1,70 %Coeficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: 5,4

(Para los valores mínimos del Coeficiente de Luz Diurna CLD que deben cumplir las edificaciones ver el Tabla 415-1.c) del Capítulo 4 del RETILAP)

TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL:

Instalación luz día

Techo: _____ ventanas ambas _____

ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

Número de luminarias: _____

Área de trabajo: Largo: 22m Ancho: 12mAltura del plano de trabajo sobre el nivel del piso: 0,8Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: 2,4Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: 0Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: 3,3mDistancia entre centro de luminarias a lo Ancho: 3m

BOMBILLAS o LÁMPARAS:

Fabricante y referencia: T8 FluorescentesTipo de bombilla: TuboPotencia de la bombilla: 32 WLúmenes iniciales (100 h): 2550 lm

Período de reemplazo de las bombillas: _____ horas

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: _____

LUMINARIA:

Fabricante y referencia: _____ Tipo rejleta sin difusorBombillas por luminaria: 4Potencia total por luminaria: 128 W

CONTROLES:

Tipo manual (Suiches): Por cada 4 un Suiche

Tipo control automático: _____

ESQUEMA

Cálculo inicial de iluminancia promedio: 750 luxFactor de mantenimiento estimado: 0,8Cálculo de iluminancia promedio mínima mantenida: 500 luxCarga eléctrica instalada en alumbrado: 3,3 kW.Factor de potencia: 0,5 - 1,0Eficiencia energética de la instalación, W/m2 por cada 100 luxes (VEEI) 2,65 .NA

MANTENIMIENTO:

Período limpieza de ventanas: 6 mesesPeríodo de limpieza de techos: 6 mesesPeríodo limpieza de luminarias: 6 mesesPeríodo de reemplazo de las bombillas: _____ meses Cuando se dañanPeríodo de limpieza de mantenimiento de techo, paredes y pisos: 6

Diseñador del sistema: _____

Fecha: _____

Responsable _____ Matrícula profesional N° _____

RESOLUCIÓN No. 180540 DE Marzo 30 de 2010

Página 113 de 227

Continuación Anexo General del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público

FORMATO 2

MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL

EMPRESA: Fabrica de Calzado SECCIÓN: GuarniciónDimensiones del Salón: Largo: 23m Ancho: 12m Altura: 0,8mDisposición de las luminarias en el local: Varias filas Simétricas
(La identificación de los puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias. Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)EQUIPO DE MEDIDA: luxómetro del ICA OMM
HD 2302,0

Tabla de datos

Identificación de los Puntos	DÍA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana (AM)	Medio Día (M)	Tarde (PM)		
r-1	525	590	469	NA	La empresa solo tiene
r-2	135	155	120	NA	un turno de trabajo
r-3	209	232	186	NA	7:00 Am a 4:00 pm
r-4	215	240	192	NA	
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1	252	279	225	NA	
q-2					
q-3					
q-4	241	267	219	NA	
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1	426	471	381	NA	
t-2	949	1100	851	NA	
t-3	163	182	144	NA	
t-4	519	573	465	NA	
p-1					
p-2					
p-3	620	690	322	NA	
p-4	218	243	195	NA	
Eprom	372,66	418,5	313,66	NA	

% UNIFORMIDAD: 0,44

Responsable _____ Matricula profesional N° _____

Anexo 3. Medidas de iluminancia en los puestos de trabajo

Nota: el formato 3. Esta elaborado a partir del modelo propuesto por la norma, de modo que los campos de nivel de luminancia correspondientes a general únicamente, en promedio y rango recomendado no aplican en este diseño, ya que las maquinas cuentan con iluminación localizada, no obstante, se conservan para seguir el modelo normativo.

FORMATO 3								
MEDIDAS DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO								
Empresa: <i>Fabrica de Calzado</i>					Sección: <i>Guarnición</i>			
Fecha: <i>Marzo 10 de 2018</i>					Hora: <i>9:00 a.m. A 6:00 p.m.</i>			
Oficio: _____					Equipo de Medición: <i>Luxómetro Delta OHM HD 2302.0</i>			
Tabla de Datos.								
LECTURA PUESTO DE TRABAJO	Altura sobre el piso	Nivel de Luminancia						
		PLANO			General Únicamente		General + Suplementaria	
		Vertical	Horizontal	Inclinado	Prom.	Rango Recomendado	Prom.	Rango Recomendado
1	0,8 m	1100	1849	1858	No Aplica	No Aplica	1602,3	750
2	0,8 m	240	120	150	No Aplica	No Aplica	170,0	750
3	0,8 m	215	90	165	No Aplica	No Aplica	156,7	750
4	0,8 m	283	105	160	No Aplica	No Aplica	182,7	750
5	0,8 m	425	110	110	No Aplica	No Aplica	215,0	750
6	0,8 m	340	140	400	No Aplica	No Aplica	293,3	750
7	0,8 m	440	140	260	No Aplica	No Aplica	280,0	750
8	0,8 m	243	103	124	No Aplica	No Aplica	156,7	750
9	0,8 m	430	196	340	No Aplica	No Aplica	322,0	750
10	0,8 m	380	153	250	No Aplica	No Aplica	261,0	750
11	0,8 m	236	145	160	No Aplica	No Aplica	180,3	750
12	0,8 m	362	140	160	No Aplica	No Aplica	220,7	750
13	0,8 m	925	480	1260	No Aplica	No Aplica	888,3	750
14	0,8 m	410	162	263	No Aplica	No Aplica	278,3	750
15	0,8 m	335	84	190	No Aplica	No Aplica	203,0	750
16	0,8 m	425	230	283	No Aplica	No Aplica	312,7	750
17	0,8 m	540	253	365	No Aplica	No Aplica	386,0	750
18	0,8 m	565	285	330	No Aplica	No Aplica	393,3	750
19	0,8 m	550	200	272	No Aplica	No Aplica	340,7	750
20	0,8 m	468	211	283	No Aplica	No Aplica	320,7	750
21	0,8 m	581	300	486	No Aplica	No Aplica	455,7	750
22	0,8 m	567	241	311	No Aplica	No Aplica	373,0	750
23	0,8 m	1730	1460	2600	No Aplica	No Aplica	1930,0	750
24	0,8 m	1490	1250	2060	No Aplica	No Aplica	1600,0	750
25	0,8 m	220	150	212	No Aplica	No Aplica	194,0	750
26	0,8 m	319	312	336	No Aplica	No Aplica	322,3	750
27	0,8 m	428	305	408	No Aplica	No Aplica	380,3	750
28	0,8 m	464	291	382	No Aplica	No Aplica	379,0	750
29	0,8 m	214	153	202	No Aplica	No Aplica	189,7	750
30	0,8 m	273	280	306	No Aplica	No Aplica	286,3	750
31	0,8 m	442	309	473	No Aplica	No Aplica	408,0	750
32	0,8 m	474	264	368	No Aplica	No Aplica	368,7	750
33	0,8 m	343	193	242	No Aplica	No Aplica	259,3	750
34	0,8 m	189	184	245	No Aplica	No Aplica	206,0	750

Anexo 4. Niveles de luminancia.

LECTUR A PUESTO DE TRABAJO	Nivel de Luminancia					Nombre Puesto de Trabajo	ANALISIS, RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES
	PLANO (Altura sobre piso 0,8			General • Suplementaria			
	Vertical	Horizontal	Inclinado	Prom.	Rango Recomendado		
1	1100	1849	1858	1602,3	750	area de cementado	operario aplica el pegante a la espuma , talon y puntilla, esto se realiza con un compresor. El nivel de iluminacion en este puesto de trabajo se encuentra al 98.6 del maximo permitido ya que persive el aporte de la luz natural y que en ocasiones puede estar por encima de este valor dependiendo al nivel de despejado que este el cielo, situacion que genera deslumbramiento e incomodidades en la realizacion de la tarea.
2	240	120	150	170,0	750	termofijadora	operario que fija marquilla y forro. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
3	215	90	165	156,7	750	operacion manual (doblado)	operario encargado del doblado de las piezas de los zapatos. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
4	283	105	160	182,7	750	operacion manual (tizado)	operario encargado de tizar las piezas para la guia del costurero. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
5	425	110	110	215,0	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
6	340	140	400	293,3	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
7	440	140	260	280,0	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
8	243	103	124	156,7	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. puesto de trabajo con el menor nivel de iluminacion correspondiente al 24.5% del valor minimo requerido por el RETILAPEI nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
9	430	196	340	322,0	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
10	380	153	250	261,0	750	maquina de poste	operarario que realiza la costura de las piezas. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.

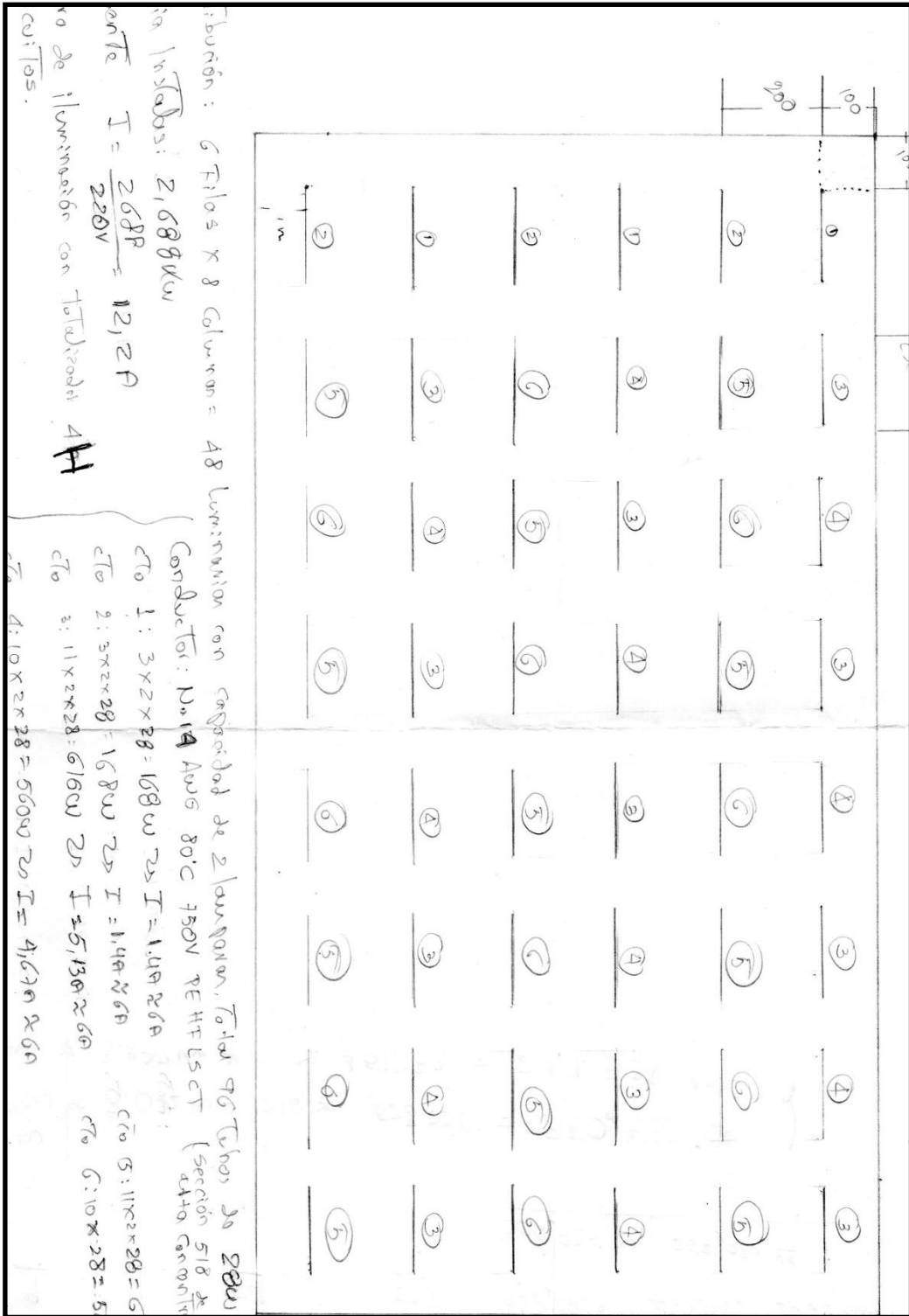
11	236	145	160	180,3	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
12	362	140	160	220,7	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
13	925	480	1260	888,3	750	ojetilladora	operario que perfora y ojetilla.la iluminacion en este pústo de trabajo esta en el punto medio recomendado por el RETILAP ya que cuenta con iluminacion natural y general
14	410	162	263	278,3	750	operacion manual (doblado)	operario encargado de tizar las piezas para la guia del costurero.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
15	335	84	190	203,0	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
16	425	230	283	312,7	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.

17	540	253	365	386,0	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
18	565	285	330	393,3	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
19	550	200	272	340,7	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
20	468	211	283	320,7	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
21	581	300	486	455,7	750	maquina de poste	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
22	567	241	311	373,0	750	maquina ascentadora de talon	operario encargado de abrir la pieza del talon. El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.

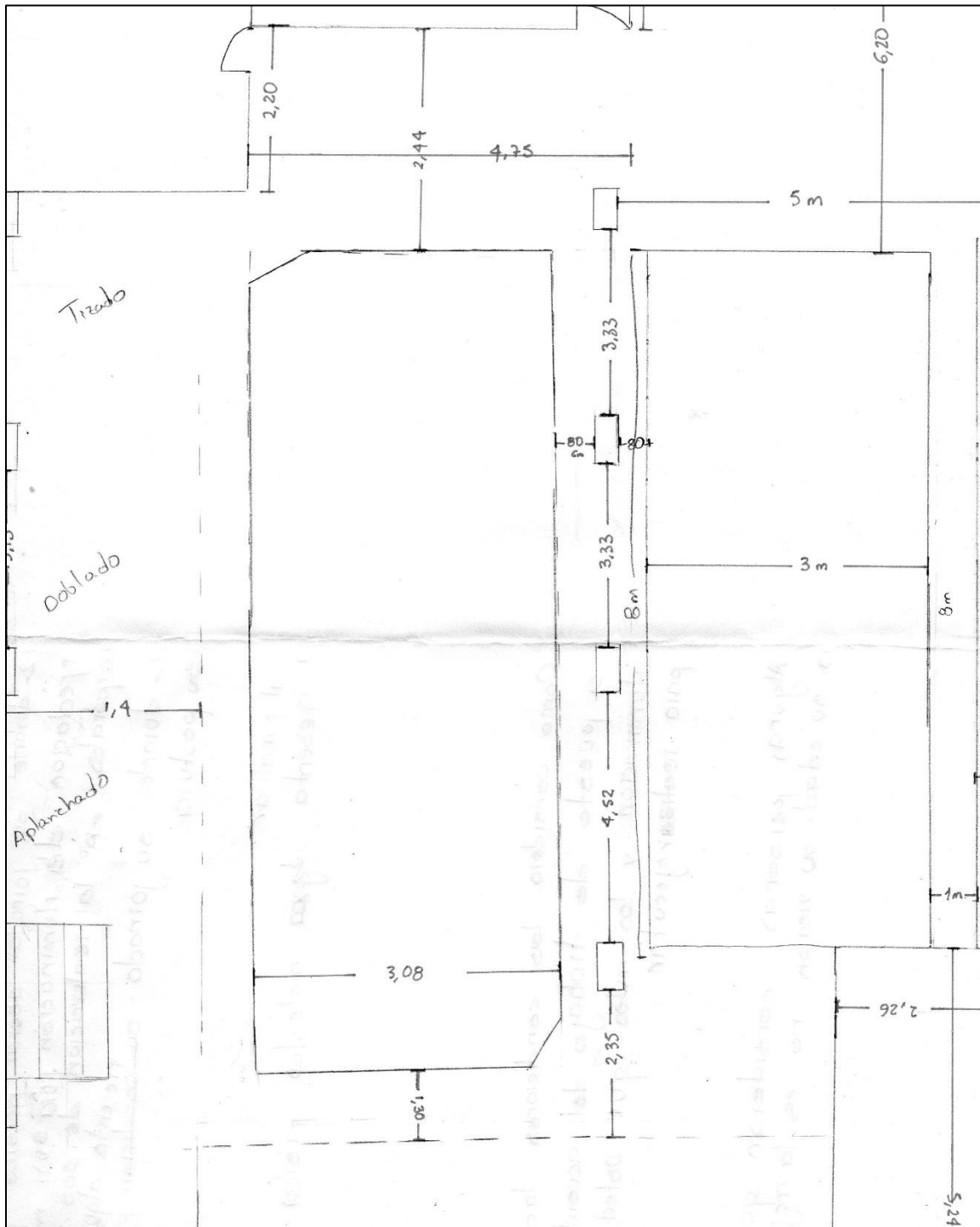
23	1730	1460	2600	1930,0	750	operación manual(limpieza)	operario encargado de limpiar el tizado y el pegante de la pieza.El nivel de iluminacion en este puesto de trabajo presenta exceso de luminancia ya que esta por encima del maximo permisible segun el RETILAP ya que cuenta con luz natural , situacion que genera deslumbramiento e incomodidades en la realizacion de la tarea.
24	1430	1250	2060	1600,0	750	area de terminacion	operario encargado de darle acabado a la pieza.El nivel de iluminacion en este puesto de trabajo presenta exceso de luminancia ya que esta por encima del maximo permisible segun el RETILAP ya que cuenta con luz natural , situacion que genera deslumbramiento e incomodidades en la realizacion de la tarea.
25	220	150	212	194,0	750	maq descarnadora	operario que realiza el descarnado de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
26	319	312	336	322,3	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
27	428	305	408	380,3	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
28	464	291	382	379,0	750		operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
29	214	153	202	189,7	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.

29	214	153	202	189,7	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
30	273	280	306	286,3	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
31	442	309	473	408,0	750		operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
32	474	264	368	368,7	750	maq descarnadora	operario que realiza el descarnado de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
33	343	193	242	259,3	750	maq de vena	operario que realiza la costura de las piezas.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.
34	189	184	245	206,0	750	presilladora	operario encargado de asegurar y reforzar las costuras.El nivel de iluminacion esta por debajo del valor inferior según el RETILAP; debido que con su cuerpo tapa la luz generando sombras al puesto de trabajo ya que la lampara que suministra la iluminacion se encuentra retiradad de dicho puesto.

Anexo 1. Plano a mano alzada iluminación y puestos de trabajo.



Anexo6. Plano a mano alzada área de producción.



Anexo 7. Plano diseño de Iluminación, uniformidad y simetría.

