



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

## Tesis



“Optimización de las condiciones ambientales de iluminación en el área de producción para la industria maquiladora”

PRESENTA:

**HABACUC HERNÁNDEZ HERRERA**

CON NÚMERO DE CONTROL  
**17TE0264**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO  
**IIND-2010-227**

DIRECTOR (A) DE TESIS:  
**DR. JORGE RIVERA FLORES**

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

TEZIUTLÁN, PUEBLA, MARZO 2022

# **PRELIMINARES**

## **Agradecimientos**

A Dios.

Le agradezco por permitirme llegar hasta aquí y acompañarme en cada paso que doy, fortaleciendo mi mente y corazón.

A mi familia.

Padre y madre, les agradezco el esfuerzo realizado para el desarrollo de mis estudios, de no ser así, no hubiese sido posible cumplir mi meta.

A mi asesor.

Dr. Jorge Rivera Flores, le agradezco su tiempo y paciencia, así como sus conocimientos para el desarrollo de este trabajo.

## Resumen

Dentro de este proyecto de investigación se buscó la optimización de las condiciones ambientales de iluminación del área de producción, en el cual se determinó las áreas de trabajo que se consideraron parte de producción (todas aquellas áreas que transforman la materia prima, hasta la obtención del producto terminado), se inició con el diagnóstico del sistema de iluminación, basados en un estudio de iluminación el cual se determinó las condiciones de iluminación en las que se encontraban las áreas. Dicho estudio se llevó a cabo con la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas y puestos de trabajo y se comparó con lo establecido en la NOM-025-STPS-2008, en la cual se estipuló que la iluminación mínima debe ser dependiendo del tipo de actividad dentro de las áreas de trabajo. Como siguiente factor se efectuó la evaluación del factor de reflexión en paredes o suelo (dependiendo del que se encuentre más cercano al puesto de trabajo) y planos de trabajo, y una evaluación de uniformidad de iluminación (distribución). La optimización de las condiciones ambientales de iluminación, se centró en la iluminación óptima para la realización de las actividades por parte de los trabajadores, en el cual se creó a partir de la metodología dentro del documento, el cual contribuye a un rediseño de las condiciones de iluminación que permiten mejorar la calidad de iluminancia con una distribución uniforme del flujo luminoso en las áreas de trabajo.

## **Introducción**

Las empresas se centran en gran medida en la productividad de las actividades realizadas por los trabajadores, desafortunadamente no consideran los riesgos ocasionados y el confort a los trabajadores por condiciones ambientales deficientes para desarrollo de sus actividades correctamente. Uno de los más comunes y que influye directamente en el desarrollo de las actividades es la iluminación, esto se debe a que el ser humano utiliza demasiado la actividad sensorial del ojo, debido a que la vista aporta el 80% de la información que se recibe del entorno y ayuda a un aprendizaje más eficaz y rápido.

El presente proyecto se enfoca a la necesidad de optimizar la iluminación en las áreas de trabajo de producción. Por lo que se lleva a cabo una investigación y ejecución de un estudio de iluminación, los cuales permiten diagnosticar las condiciones de iluminación en las que se encuentran dentro de las áreas; en donde se pretende identificar y evaluar la iluminación en los puestos de trabajo de las áreas de producción, con la finalidad de diagnosticar y evaluar los niveles de iluminación con respecto a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008, para generar una propuesta para la optimización de las condiciones ambientales de iluminación para la reducción de presencia de enfermedades, accidentes laborales y elevar el confort de las áreas de trabajo el cual generara un mejor desempeño laboral.

Esta investigación está estructurada por capítulos, inicialmente se parte con los preliminares del proyecto. En el capítulo I se presenta la contextualización al porque se determina la elaboración de la optimización ambiental de iluminación, datos generales, los objetivos planteados al inicio del proyecto. El capítulo II el cual se llama Marco Teórico, contiene los antecedentes investigativos, fundamentación legal, tecnológica, administrativa, conceptos básicos de la investigación, etc. El capítulo III, presenta el desarrollo de la Metodología, en el cual se comprende la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como el plan de procesamiento y análisis de los datos recolectados. En el capítulo IV, se

presentan los resultados de la recolección de datos, con los cuales dentro del mismo se muestra la propuesta para la optimización de las condiciones ambientales de iluminación. En el capítulo V, se establecen las conclusiones y recomendaciones que se obtienen de la investigación y del planteamiento de la propuesta. Dentro del capítulo VI, se describen las competencias desarrolladas por el investigador, de acuerdo a los conocimientos que puso en práctica durante el desarrollo de la investigación. El capítulo VII, dentro de este capítulo se encuentran las fuentes consultadas para la realización de la investigación como lo son libros, sitios web, artículos de investigación, etc. prosiguiendo con el capítulo VIII el cual es el último, se presentan los anexos que se integran a la investigación, de acuerdo a información extra que se requirió para llevar a cabo la investigación.

# Índice General

<b>PRELIMINARES .....</b>	<b>2</b>
AGRADECIMIENTOS .....	3
RESUMEN .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
ÍNDICE GENERAL .....	5
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	11
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	2
1.1.1 Misión .....	3
1.1.2 Visión.....	3
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN A RESOLVER .....	3
1.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 Objetivo General .....	5
1.4.2 Objetivos Específicos .....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2 ASPECTOS RELACIONADOS EN MATERIA DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	10
2.2.1 Área de Trabajo.....	11
2.2.2 Centro de Trabajo .....	11
2.2.3 Autoridad Laboral .....	11
2.2.4 Ambiente de Trabajo.....	12
2.2.4.1 Ambiente Físico.....	12
2.3 VISIÓN E ILUMINACIÓN .....	13
2.3.1 Visión Humana .....	13
2.3.1.1 Sensibilidad del Ojo Humano .....	13
2.3.1.2 Factores Fisiológicos de la Visión con Respecto a la Iluminación.....	14
2.3.1.3 Confort Visual .....	14
2.3.2 Iluminación.....	14
2.3.2.1 Condición Crítica de Iluminación.....	15
2.3.2.2 Iluminación Complementaria.....	15
2.3.2.3 Iluminación Especial.....	15
2.3.2.4 Iluminación Localizada .....	15
2.3.2.5 Luz Visible .....	15
2.3.2.6 Reflexión de la Luz .....	16
2.4 TIPOS DE ILUMINACIÓN.....	17
2.4.1.1 Iluminación Natural.....	17
2.4.1.2 Iluminación Artificial .....	17
2.5 SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	18
2.5.1 Características de las Lámparas.....	18
2.5.1.1 Color Aparente.....	19
2.5.1.2 Rendimiento de Color .....	19
2.5.2 Tipos de Lámparas .....	20
2.5.2.1 Lámparas Incandescentes .....	20

2.5.2.2	Lámparas de Descarga .....	21
2.5.2.3	LED .....	23
2.6	DEFINICIÓN DE TERMINOLOGÍAS.....	24
2.7	ASPECTOS DE LA NOM-025-STPS-2008 .....	25
2.7.1	<i>Reconocimiento de las Condiciones de Iluminación</i> .....	25
2.7.2	<i>Consideraciones de la Norma</i> .....	26
2.7.2.1	Anteposición a la Aplicación para Iluminación Artificial .....	26
2.7.2.2	Anteposición a la Aplicación para Iluminación Natural.....	27
2.7.2.3	Ubicación de los Puntos de Medición .....	27
2.7.3	<i>Evaluación del Valor de Reflexión</i> .....	28
2.7.4	<i>Factor de Uniformidad</i> .....	28

### **CAPÍTULO III DESARROLLO Y METODOLOGÍA .....** 29

3.1	PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS.....	30
3.2	ALCANCE Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.3	HIPÓTESIS .....	32
3.4	DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	32
3.5	SELECCIÓN DE MUESTRA.....	34
3.5.1	<i>Observación</i> .....	36
3.5.2	<i>Plano de las Áreas a Considerar</i> .....	36
3.5.3	<i>Índice de Área</i> .....	36
3.6	RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.6.1	<i>Check List</i> .....	38
3.6.1.1	Formato de Inspección.....	38
3.6.2	<i>Luxómetro</i> .....	39
3.6.3	<i>Medición de Luminosidad</i> .....	40
3.6.4	<i>Encuesta</i> .....	42
3.6.4.1	Formato de la Encuesta .....	42
3.6.5	<i>Metodología Para la Optimización de las Condiciones Ambientales de Iluminación</i> .....	44
3.6.6	<i>Metodología a Emplear para el Rediseño de los Sistemas de Iluminación</i> .....	44
3.6.6.1	Análisis del Proyecto .....	45
3.6.6.2	Definir los Parámetros de Local .....	45
3.6.6.3	Seleccionar Iluminancia Media .....	46
3.6.6.4	Selección Conjunto Lámpara – Luminaria .....	46
3.6.6.5	Calcular Cavidad del Local (K) .....	46
3.6.6.6	Determinar Coeficiente de Utilización (CU) .....	48
3.6.6.7	Calcular Factor de Mantenimiento (FM).....	49
3.6.6.8	Flujo Luminoso Total Requerido ( $\phi_{tot}$ ).....	50
3.6.6.9	Calcular Número de Luminarias Requeridas (N) .....	51
3.6.6.10	Calcular el Flujo Luminoso Real ( $\phi_{real}$ ) e Iluminancia Promedio Real (E prom.) .....	52
3.6.6.11	Determinar el Emplazamiento de las Luminarias.....	53
3.7	PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN.....	55
3.7.1	<i>Promedio de Iluminación</i> .....	56
3.7.2	<i>Factor de Uniformidad</i> .....	56
3.7.3	<i>Factor de Reflexión</i> .....	57
3.7.4	<i>Preparación de Datos</i> .....	58
3.7.4.1	Informe Descriptivo .....	58
3.7.4.2	Descripción de la Empresa .....	58
3.7.4.3	Exposición del Estudio.....	59
3.7.4.4	Ficha Técnica del Equipo Utilizado en la Evaluación .....	60
3.7.4.5	Determinación de las Áreas a Evaluar.....	61

3.7.4.6	Niveles de Iluminación de Acuerdo a las Tareas Visuales en las Áreas de Trabajo .....	63
3.7.4.7	Descripción de los Puestos de Trabajo que Requieren Iluminación Localizada .....	65
3.7.4.7.1	Revisado y Deshebrado .....	65
3.7.4.7.2	Área de Calidad (Después de cada etapa de procesos productivos) .....	66
3.7.4.8	Ficha Técnica de las Luminarias (lámparas) Utilizadas.....	66
3.7.4.9	Determinación del Número de Zonas a Evaluar por Área.....	67
3.7.4.10	Número y Distribución de Zonas por Área .....	68
3.7.4.11	Evaluación del Factor de Reflexión .....	71
3.7.4.12	Resultados de las Mediciones.....	73
3.7.4.12.1	Área de Corte.....	73
3.7.4.12.2	Área de Empaque y Terminado .....	74
3.7.4.12.3	Área de Estampado.....	75
3.7.4.12.4	Área de Producción.....	76
3.7.4.12.5	Área de Almacén.....	76
3.7.4.12.6	Área de Revisado y Deshebrado 1 .....	77
3.7.4.12.7	Área de Blanks .....	78
3.7.4.12.8	Área de Revisado y Deshebrado 2 .....	78
3.7.4.12.9	Área de Prototipo y Muestreo .....	79
3.7.4.13	Promedio de Iluminación de las Distintas Áreas .....	79
3.7.4.14	Gráfico de Control del Área de Corte.....	80
3.7.4.14.1	Factor de Uniformidad.....	81
3.7.4.15	Gráfico de Control del Área de Empaque y Terminado.....	82
3.7.4.15.1	Factor de Uniformidad.....	83
3.7.4.16	Gráfico de Control del Área de Estampado.....	84
3.7.4.16.1	Factor de Uniformidad.....	85
3.7.4.17	Gráfico de Control del Área de Producción.....	87
3.7.4.17.1	Factor de Uniformidad.....	87
3.7.4.18	Gráfico de Control del Área de Almacén.....	89
3.7.4.18.1	Factor de Uniformidad.....	90
3.7.4.19	Gráfico de Control del Área de Revisado y Deshebrado 1 .....	91
3.7.4.19.1	Factor de Uniformidad.....	92
3.7.4.20	Gráfico de Control del Área de Blanks .....	92
3.7.4.20.1	Factor de Uniformidad.....	93
3.7.4.21	Gráfico de Control del Área de Revisado y Deshebrado 2 .....	94
3.7.4.21.1	Factor de Uniformidad.....	95
3.7.4.22	Gráfico de Control del Área de Prototipo y Muestreo .....	95
3.7.4.22.1	Factor de Uniformidad.....	96
3.7.4.23	Resultados de la Encuesta.....	96
3.7.4.24	Distribución de las Luminarias por Área .....	99
3.7.5	<i>Perdida Lumínica del Sistema de Iluminación.....</i>	100
3.7.6	<i>Optimización de las Condiciones Ambientales de Iluminación .....</i>	103
3.7.6.1	Justificación de la Propuesta.....	103
3.7.7	<i>Desarrollo de las Etapas de la Metodología .....</i>	104
3.7.7.1	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Corte.....	107
3.7.7.2	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Empaque y Terminado .....	109
3.7.7.3	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Estampado .....	111
3.7.7.4	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Producción .....	113
3.7.7.5	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Almacén.....	115
3.7.7.6	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Blanks .....	117
3.7.7.7	Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Prototipo y Muestreo .....	119
3.7.8	<i>Distribución de las Luminarias Determinadas por Área.....</i>	121
3.7.9	<i>Aceptación del Rediseño de Iluminación.....</i>	124
3.7.9.1	Consumo Energético con la Implementación del Rediseño Propuesto.....	125
3.7.10	<i>Mantenimiento de los Sistemas de Iluminación.....</i>	126

3.7.10.1	Consideraciones para la Realización del Mantenimiento .....	126
3.7.10.2	Mantenimiento Preventivo .....	127
3.7.10.3	Mantenimiento Correctivo .....	129
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS .....</b>	<b>130</b>	
4.1	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	131
4.2	RESULTADOS ESPERADOS DE LA PROPUESTA .....	132
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES.....</b>	<b>134</b>	
5.1	CONCLUSIONES .....	135
5.2	RECOMENDACIONES.....	136
<b>CAPÍTULO VI COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....</b>	<b>138</b>	
6.1	COMPETENCIAS DESARROLLADAS .....	139
6.1.1	<i>Competencias Genéricas</i> .....	139
6.1.1.1	Competencias Genéricas Desarrolladas .....	139
6.2	COMPETENCIAS ESPECIFICAS DESARROLLADAS .....	140
<b>CAPÍTULO VII FUENTES DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>142</b>	
7.1	REFERENCIAS .....	143
<b>CAPITULO VIII ANEXO.....</b>	<b>146</b>	
8.1	ANEXO 1 NIVELES DE ILUMINACIÓN PARA TAREAS VISUALES Y ÁREAS DE TRABAJO .....	147
8.2	ANEXO 2 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LUXÓMETRO .....	149
8.3	ANEXO A1 SIMULACIÓN DEL REDISEÑO PROPUESTO .....	150

## Índice de Imágenes

IMAGEN 1: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO .....	13
IMAGEN 2 TIPOS DE REFLEXIÓN DE LUZ .....	17
IMAGEN 3 DISTINTOS TIPOS DE LAMPARA .....	18
IMAGEN 4 CLASIFICACIÓN DEL COLOR APARENTE .....	19
IMAGEN 5 CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE DE RENDIMIENTO CROMÁTICO .....	20
IMAGEN 6 PARTES DE UNA BOMBILLA INCANDESCENTE .....	20
IMAGEN 7 PARTES DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE .....	22
IMAGEN 8 PARTES DE LA LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO .....	23
IMAGEN 9 PARTES DEL DIODO LED.....	24
IMAGEN 10 LAMPARA LED.....	24
IMAGEN 11 CAVIDADES DEL LOCAL.....	47
IMAGEN 12 DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS DENTRO DEL LOCAL.....	53
IMAGEN 13 EJEMPLIFICACIÓN DE PARÁMETROS A CONSIDERAR .....	54
IMAGEN 14 DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS ENTRE LUMINARIAS .....	55
IMAGEN 15 LUXÓMETRO DIGITAL AEMCID MODELO CA-811.....	60
IMAGEN 16 DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO A EVALUAR DE LA COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V.....	61
IMAGEN 17 LÁMPARAS UTILIZADAS EN LA EMPRESA.....	66
IMAGEN 18 DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS, LOCALIZANDO LAS ZONAS A EVALUAR Y PUNTOS ESPECÍFICOS DE MEDICIÓN .....	70
IMAGEN 19 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE CORTE .....	74
IMAGEN 20 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE EMPAQUE Y TERMINADO .....	74

IMAGEN 21 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE ESTAMPADO .....	75
IMAGEN 22 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....	76
IMAGEN 23 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE ALMACÉN.....	77
IMAGEN 24 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE REVISADO Y DESHEBRADO 1 .....	77
IMAGEN 25 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE BLANKS .....	78
IMAGEN 26 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE REVISADO Y DESHEBRADO 2 .....	78
IMAGEN 27 RESULTADOS DE LAS MEDICIONES EN EL ÁREA DE PROTOTIPO Y MUESTREO.....	79
IMAGEN 28 GRÁFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE CORTE .....	80
IMAGEN 29 GRAFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE EMPAQUE Y TERMINADO .....	82
IMAGEN 30 GRAFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE ESTAMPADO .....	84
IMAGEN 31 GRÁFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....	87
IMAGEN 32 GRAFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE ALMACÉN.....	89
IMAGEN 33 GRÁFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE ALMACÉN.....	91
IMAGEN 30: GRAFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE BLANKS.....	92
IMAGEN 31 GRAFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE REVISADO Y DESHEBRADO 2 .....	94
IMAGEN 32 GRÁFICO DE CONTROL DEL ÁREA DE PROTOTIPO Y MUESTREO.....	95
IMAGEN 34 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1 Y 2 .....	97
IMAGEN 35 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3 .....	98
IMAGEN 36 RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4 .....	99
IMAGEN 37 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS .....	99
IMAGEN 42 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE CORTE.....	121
IMAGEN 43 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE EMPAQUE Y TERMINADO.....	121
IMAGEN 44 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE ESTAMPADO.....	121
IMAGEN 45 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	122
IMAGEN 46 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE ALMACÉN .....	123
IMAGEN 47 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE BLANKS .....	123
IMAGEN 48 DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DEL ÁREA DE PROTOTIPO Y MUESTREO .....	123

## Índice de Tablas

TABLA 1 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXIÓN .....	28
TABLA 2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	30
TABLA 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	33
TABLA 4 RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE ÁREA Y EL NÚMERO DE ZONAS DE MEDICIÓN.....	37
TABLA 5 FORMATO DE INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN. ....	38
TABLA 6 NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DEL FACTOR DE REFLEXIÓN .....	57
TABLA 7 IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CONFORME A LA IMAGEN 12 .....	62
TABLA 8 ÁREAS A CONSIDERAR PARA EL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN .....	62
TABLA 9 NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LAS TAREAS VISUALES DE LOS PUESTOS DE TRABAJO Y ÁREAS DE TRABAJO EN BASE A LA NOM_025-STPS-2008. ....	63
TABLA 10 RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE ÁREA Y EL NÚMERO DE ZONAS DE MEDICIÓN .....	68
TABLA 11 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ÁREA Y ESTABLECIMIENTO DEL NÚMERO MÍNIMO DE ZONAS A EVALUAR.....	69
TABLA 12 NIVELES MÁXIMOS DE REFLEXIÓN, DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA NOM-025-STPS-2008 .....	71
TABLA 13 NIVELES DE REFLEXIÓN DEL SUELO POR ÁREAS.....	72
TABLA 14 NIVELES DE REFLEXIÓN DEL PLANO DE TRABAJO POR ÁREAS.....	72
TABLA 15 VALORES DE ILUMINACIÓN PROMEDIO POR ÁREA .....	80
TABLA 16 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE CORTE.....	81
TABLA 17 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE EMPAQUE Y TERMINADO.....	83
TABLA 18 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE ESTAMPADO.....	85

TABLA 19 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN.....	88
TABLA 20 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE ALMACÉN .....	90
TABLA 21 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE BLANKS .....	93
TABLA 22 FACTOR DE UNIFORMIDAD EN EL ÁREA DE PROTOTIPO Y MUESTREO.....	96
TABLA 23 INDICADOR DE ÍTEMS CON FORME A LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS .....	100
TABLA 24 COMPARATIVO DE ILUMINACIÓN PROMEDIO CON LA ILUMINACIÓN TEÓRICA QUE DEBE RESIDIR EN LA SUPERFICIE.....	101
TABLA 25 NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN POR TAREA VISUAL .....	147
TABLA 26 TABLA DE REFLECTANCIA PARA COLOR Y TIPOS DE SUPERFICIES .....	45
TABLA 27 TABLA DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN .....	48
TABLA 28 TABLA DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO .....	50
TABLA 29 CUADRO COMPARATIVO ENTRE LÁMPARA COMÚNMENTE UTILIZADA Y LA LÁMPARA PROPUESTA.....	104
TABLA 30 LÁMPARAS FLUORESCENTES UTILIZADAS ACTUALMENTE POR LA EMPRESA.....	106
TABLA 31 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE CORTE .....	107
TABLA 32 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE EMPAQUE Y TERMINADO .....	109
TABLA 33 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE ESTAMPADO .....	111
TABLA 34 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN .....	113
TABLA 35 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE ALMACÉN .....	115
TABLA 36 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE BLANKS.....	117
TABLA 37 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE LUMINARIAS A UTILIZAR EN EL ÁREA DE PROTOTIPO Y MUESTREO .....	119
TABLA 38 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN PARA LA ACEPTACIÓN DEL REDISEÑO .....	124
TABLA 39 EFICIENCIA ENERGÉTICA CON IMPLEMENTACIÓN DE ILUMINACIÓN LED.....	125

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES DEL PROYECTO**

## **1.1 Datos Generales de la Empresa**

Actualmente el ITST imparte 6 licenciaturas y 1 posgrado que como muestra del esfuerzo y la disciplina para el cumplimiento de estándares de calidad educativa, el instituto ha obtenido acreditaciones internacionales. Dentro del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, se oferta la carrera de Ingeniería Industrial, la cual se centra en el fortalecimiento y mejoramiento de los procesos, teniendo planes de estudio que son desarrollados e implementados dentro de la institución, los cuales se centran en la toma de decisiones, planificación, control, y mejora continua para la innovación dentro de los procesos, los cuales se optimizan para una mayor eficiencia en los procesos productivos con la gestión de los recursos.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior tecnológica, fundada en 1993 siendo el primer Tecnológico descentralizado del estado de Puebla, se encuentra ubicado en la fracción I y II s/n Aire Libre Teziutlán municipio perteneciente al estado de Puebla, C.P. 73960. Como todas las instituciones de educación tecnológica en México, el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se encuentra regulado por el organismo nacional conocido como Tecnológico Nacional de México.

La Comercializadora KETER es una empresa 100% mexicana, en la que se centra el presente documento, fundada en 2006 por sus propietarios actuales con más de 24 años de experiencia en el negocio de la confección y estampado serigráfico de prendas de vestir.

Se encuentra ubicada en la Calle Prof. Alfredo Castillo Ávila #23, Barrio de Chignaulingo, C.P. 73820 en el municipio de Teziutlán, Puebla. Su giro comercial es la confección de prendas de vestir en multiestilo.

### **1.1.1 Misión**

La misión de la empresa COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V. es:

Ser una empresa de manufactura líder en la industria de la confección, desarrollando continuamente nuestra capacidad competitiva en cuanto a calidad, costos, volumen de producción y tiempos de entrega con el fin de mantener nuestro liderazgo y crecimiento para poder seguir satisfaciendo y solucionando las necesidades de nuestros clientes (KETER).

### **1.1.2 Visión**

La visión de la empresa COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V. es:

Desarrollarnos como una empresa en donde los principios de administración de la calidad total se apliquen con éxito a lo largo de todos los procesos productivos de la compañía. Esto nos permitirá alcanzar y mantener ventajas competitivas en el ramo manufacturero, a través de una oferta superior en valor, calidad, servicio, precio y entrega (KETER)

## **1.2 Problema de Investigación a Resolver**

En el día a día en un área de trabajo dentro de una empresa, se encuentran factores que generan inadecuación para realizar algunas actividades operacionales, las cuales son hechas por trabajadores, dentro de los factores se encuentra la inadecuada iluminación natural o artificial dentro del área, ya sea por falta o exceso del nivel de iluminación en las labores operacionales en el área, hacen que los operarios dentro de sus puestos de trabajo se adecuen al nivel de iluminación, soportando reflejos, deslumbramientos o ya sea por una iluminación carente para ciertas actividades que requieran mayor grado de complejidad. Enfocándose a los 5 sentidos del ser humano, el que mayor importancia tiene es la vista debido a que la información recibida al hombre es 80% visual y por donde la información pasa más rápido y

aprendemos de una manera más rápida y fiable, por lo que no contar con una iluminación óptima, genera un mal desempeño, debido al no tener una buena agudeza visual y precisión para distinguir correctamente las cosas en el entorno; Esto a su vez afecta la salud de los operarios, ya que puede provocar síntomas de fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés, desorientación etc. haciendo para el operario un ambiente de trabajo poco ergonómico (Enrique Gregori, 1994).

La visión es muy importante para el desempeño de las actividades, por lo que cualquier interferencia en ella crea inconformidad en el puesto de trabajo; eventualmente crea ineficiencia de la productividad por el mal desempeño de la realización de las actividades, debido al no contar con estándares, controles y protocolos de iluminación, que crean variabilidad e incumplimiento del nivel de iluminación con respecto a la normatividad vigente.

### **1.3 Preguntas de Investigación**

¿Se ha realizado un análisis y diagnóstico de las condiciones del sistema de iluminación anteriormente?

¿Cómo se encuentran distribuidas las áreas de trabajo?

¿Cuáles son los niveles de iluminación en las áreas de trabajo?

¿Existe alguna normatividad vigente de los estándares de iluminación?

¿Se encuentra diferencia lumínica en las áreas de la empresa en comparación con lo estipulado por la NOM-025-STPS-2008?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar una propuesta de optimización de las condiciones ambientales de iluminación en el área de producción en una industria maquiladora de la región en base a la NOM-025-STPS-2008, para establecer requerimientos óptimos y mejorar las condiciones de iluminación dentro del área proveyendo un ambiente seguro y un correcto desempeño de los operarios.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Distribución de las áreas de trabajo para la evaluación del estudio del panorama lumínico.
- Determinar el nivel lumínico que se es requerido de acuerdo con el tipo de actividad que se realiza en las diferentes áreas de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008.
- Verificación del cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008.
- Reconocer el estado del funcionamiento del sistema de iluminación.
- Realizar un reporte sobre calibración de los instrumentos de medición de luz o luxómetro.
- Realización e interpretación de encuestas.
- Seleccionar el tipo de luminarias y lámparas a utilizar para el rediseño del sistema de iluminación.
- Comparar la eficacia de las lámparas propuestas con las utilizadas actualmente.

- Elaborar el rediseño del sistema de iluminación artificial para las áreas con lámparas más deficientes (antiguas) que han perdido una gran cantidad de flujo luminoso.
- Crear un procedimiento de mantenimiento y limpieza de las fuentes de iluminación de las áreas.

## **1.5 Justificación de la Investigación**

El comportamiento del ser humano biológicamente tiene la capacidad de adaptarse a diferentes entornos de una manera rápida e idónea, pero dentro de estos entornos se encuentran factores que afectan el desarrollo de sus actividades, esto pasa por no tener una buena ergonomía visual del entorno lo cual genera que no se tenga un buen rendimiento cognitivo, estado de ánimo, falta de atención y/o fatiga del operador; para puntualizar, estas pocas afecciones son consecuencia de la variabilidad del ambiente inadecuado de los niveles de iluminación del área.

Al no contar con un ambiente adecuado de iluminación en el área que se desarrollan las actividades, los operadores estarían en ambientes ergonómicamente deficientes lo cual significaría un ambiente poco agradable, esto lleva a que los operadores no sean tan eficientes y se lleve incorrectamente el desarrollo de las actividades.

Con el diagnóstico de los equipos de iluminación y evaluación de los niveles que arrojan en el área, se debe de tener en cuenta la integridad del personal y que este tipo de ambiente ya sea exceso o carencia de luz son perjudiciales para su salud, los cuales hacen que los trabajadores tengan inconformidad en el puesto que le corresponde.

Desde hace muchos años se han mantenido las jornadas laborales de horas establecidas por el patrón, pero estas se dividen en diurnas, nocturnas y mixtas, todas ellas son de arduo trabajo bajo entornos "controlados" por largas horas, lo cual genera fatiga al operador, pero si no se encuentra en un entorno inadecuado

del diseño de iluminación en el área, generará trastornos visuales y aun mayor fatiga que hará a los operadores no trabajar eficientemente. Estos entornos mal controlados deben de ser tomados en cuenta ya que, es donde los operarios pasan mayor parte del día y debe de procurarse que sea un ambiente idóneo para su eficacia.

Asegurar un entorno de iluminación eficiente para los operarios asegurará eficacia, mejor calidad, mayor productividad y generará una mejor competitividad organizacional en la empresa, por otro lado, se generará mayor seguridad de la integridad de los operarios.

Por esas causas se crea la necesidad de un estudio y análisis de los equipos de iluminación, realizando métricas para medir el desempeño y niveles que arrojan los equipos dentro del área y diagnosticar los factores que generan las deficiencias en los niveles de iluminación que alteran el entorno; haciendo que se pueda encaminar al desarrollo de recomendaciones para planificar y controlar las deficiencias dentro del entorno del área, así generando una mejor ergonomía visual para los operarios y estos trabajen eficazmente asegurando la calidad y productividad de la empresa.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## 2.1 Antecedentes Investigativos

La presente investigación recabada, cuenta con algunos documentos (tesis y artículos) referentes a estudios de iluminación, tomando en base a la salud ocupacional, riesgos laborales y eficiencia energética, presentando a continuación:

“ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL VERDE AZUL S.A.”

La tesis (López & Bautista, 2015) concluye en:

Mediante la evaluación de la iluminación de las distintas áreas (administrativas), se obtuvieron datos con los cuales se determinaron las áreas que no contaban con lo estipulado por la normatividad vigente utilizada en la investigación, en la cual se culmina en la evaluación y detección de riesgos laborales para la salud integral de los trabajadores, los cuales generan fatiga visual y deslumbramientos, que aparte de afectar su salud, hacen que el desempeño de sus actividades se vea afectada. Este tipo de casos fueron dictaminados en el documento en las oficinas 1 y 2, debido a que superan los rangos de iluminación estipulados por RETILAP.

“Optimización del Sistema de Iluminación de Interiores y su Repercusión en el Consumo Energético· Caso Empresa Génesis E.I.R.L. ”

La tesis de Carmen Violeta Montalvo (2014), concluye:

Dentro de esta investigación, se culmina con el reconocimiento del rendimiento de las condiciones de iluminación actuales de la empresa Génesis E.I.R.L. y su repercusión del consumo energético, con el cual se determina el desarrollo de una mejora del sistema de iluminación de interiores, para un ahorro energético. Se llevaron a cabo 2 alternativas para la mejora de la iluminación actual (mantenerlos dentro de lo recomendado por la normatividad vigente) y a su vez generar un ahorro de costes de energía para la empresa, con la utilización de un método teórico y otro

con la ayuda de un software. Al final se concluye que la alternativa 2 es más viable para la empresa, debido a que la potencia (watts) es menor, lo cual genera un menor coste de energía.

## “OPTIMIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR PARA UNA NAVE INDUSTRIAL”

El artículo de investigación (Novelo, Loeza, & May-Cen, 2020), determina:

En el artículo habla de una nave industrial, a la cual se realiza el cálculo de luminarias necesarias para sus áreas de trabajo, esto conllevando a solo calcular el número de luminarias que se requiere en cada área de trabajo para alcanzar la iluminación estipulada dentro de los parámetros de la NOM-025-STPS-2008 de acuerdo al tipo de actividad que se realiza en el área, dentro de ella no se crea una distribución de ellas para crear la correcta iluminación; de acuerdo a ello la investigación de igual manera busca la eficiencia energética. Esta investigación se determina que en la nave es necesaria la instalación de 149 lámparas en la sección de oficinas, 162 en la sección de almacén, 3 en la caseta, 13 en el cuarto de máquinas y 26 luminarias exteriores. Por lo tanto, se tiene un total de 353 lámparas empleadas en el proyecto distribuido en las dos secciones, caseta y cuarto de máquinas.

## **2.2 Aspectos Relacionados en Materia de Higiene y Seguridad Industrial**

La iluminación genera factores que se relacionan con la higiene y seguridad industrial en el trabajo, ya que la ergonomía visual para los trabajadores es muy importante, debido a que en los puestos de trabajo con una inadecuada iluminación implica un gran riesgo, esto sucede por la inexacta precisión que se genera al realizar las actividades, laborándolas de forma deficiente y movimientos erróneos, lo cual provoca accidentes, debido a falta de visibilidad o en su defectos reflejos (destellos creados por un posicionamiento incorrecto o superficies reflectantes). Por otra parte,

el mantener una mala iluminación, provoca enfermedades laborales a largo plazo por causas como la fatiga visual, mala agudeza visual, vista cansada y algunos otros trastornos visuales.

### **2.2.1 Área de Trabajo**

Es el espacio o infraestructura en el cual los trabajadores u operarios normalmente laboran en sus centros de trabajo las actividades que les corresponde

Es el lugar del centro de trabajo donde normalmente un trabajador desarrolla sus actividades (DOF, 2008).

### **2.2.2 Centro de Trabajo**

Son todos aquellos lugares tales como edificios, locales, instalaciones y áreas, en los que se realicen actividades de producción, comercialización, transporte y almacenamiento o prestación de servicios, o en el que laboren personas que estén sujetas a una relación de trabajo (DOF, 2008).

### **2.2.3 Autoridad Laboral**

Es el órgano administrativo, que realiza funciones de inspección en materia de seguridad e higiene en el trabajo sobre la legislación laboral atribuida, en donde las entidades federativas y la secretaria del Trabajo y Previsión Social se encargan de resolver conflictos atribuidos entre los Patronos y Trabajadores (DOF, 2008).

## **2.2.4 Ambiente de Trabajo**

Este término es también conocido como ambiente laboral, hace referencia a las condiciones y factores (físico, social, psicológico) que influyen a los trabajadores en el desempeño del trabajo y en las condiciones ambientales factores como la iluminación, temperatura y ruido; así como toda la gama de influencias ergonómicas que se encuentren en el espacio disponible para el desarrollo de las actividades (ISO, 2012).

Dentro de la investigación se utilizará el siguiente ambiente:

### **2.2.4.1 Ambiente Físico**

Este ambiente es considerado principalmente, por que la iluminación repercute en el desempeño de las actividades de los trabajadores, así como a su vez ocasiona afectaciones visuales para ellos, por el exceso de esfuerzo que puede conllevar a la adaptación de la vista.

Constituido por aquellos factores ambientales laborales que pueden ocasionar molestias y/o dañar la salud física de los trabajadores.

Según MINTRAB (2017), algunos factores que abarca este término son:

- Factores mecánicos: elementos móviles, cortantes, punzantes, etc. de las máquinas, herramientas, manipulación y transporte de cargas, etc.
- Factores físicos: condiciones termo higrométricas, ruido, vibraciones, presión atmosférica, radiaciones ionizantes y no ionizantes, iluminación, etc.

## 2.3 Visión e Iluminación

### 2.3.1 Visión Humana

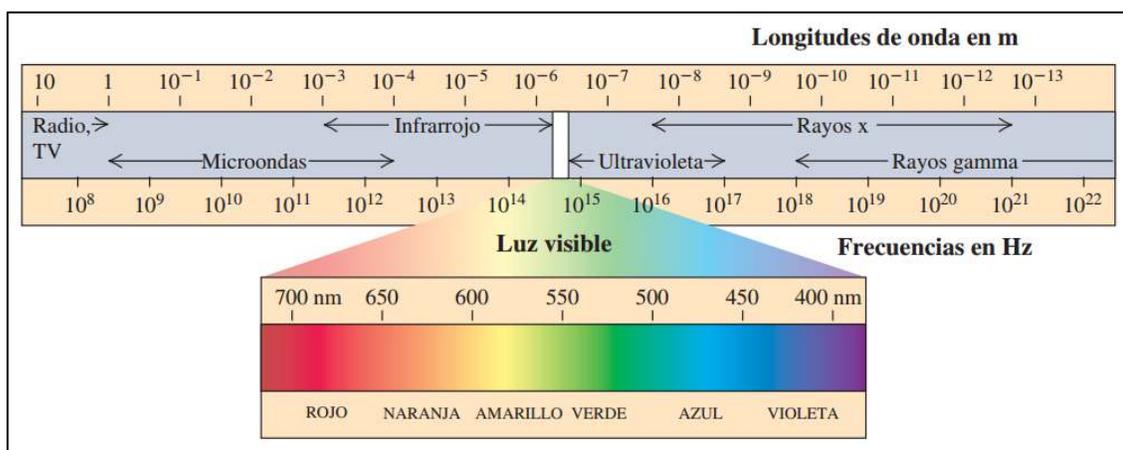
Es la capacidad de procesar e interpretar los entornos, donde el ojo humano transforma los rayos de luz en impulsos nerviosos capaces de generar sensaciones (capacidad sensorial) (Cosar, 1989).

#### 2.3.1.1 Sensibilidad del Ojo Humano

Por otra parte, el ojo humano tiene la capacidad de adaptarse en un rango de valores de iluminación de aproximadamente 10 órdenes de magnitud, es decir un rango de valores que van de  $(1 - 10^{10})$  mostrado en la Imagen 1. El punto más importante a la hora de interpretar este enorme rango es el hecho de que el ojo no opera de forma simultánea sobre todo el rango si no que en cada caso y en función de la luminosidad medía existente se hace sensible a un rango alrededor de dicho valor medio (Capilla, 1995).

Imagen 1

Espectro Electromagnético



Fuente: (Cosar, 1989). Iluminación de los centros de trabajo.

### **2.3.1.2 Factores Fisiológicos de la Visión con Respecto a la Iluminación**

Sin una iluminación, la visión no puede transferir información al cerebro sobre lo que sucede en nuestro entorno. Se encuentran factores fisiológicos de la visión que tienen mayor importancia en relación con la iluminación industrial son la acomodación visual, adaptación visual y agudeza visual.

En la percepción visual de los objetos influyen los siguientes factores (IMF, 2021):

**La acomodación visual:** Es la capacidad que tiene el ojo humano para enfocar la vista a distintos objetos a diferentes distancias.

**La adaptación visual:** Es el proceso de adaptación del ojo a distintos niveles de luminosidad. En donde la adaptación a niveles de iluminación es más rápida del nivel bajo a altos de iluminación, que a viceversa.

**La agudeza visual:** capacidad de percibir y discriminar visualmente los detalles más pequeños.

### **2.3.1.3 Confort Visual**

Este concepto se es generado por diversas variables que generan una sensación agradable que percibe la visión durante la jornada laboral. Los principales factores relacionados con la naturaleza, estabilidad y cantidad de iluminación y todo ello en relación a las exigencias visuales de las tareas (INSIGNIA, 2016).

## **2.3.2 Iluminación**

La iluminación se refiere a la acción de dar luz a superficies para facilitar la visualización y texturas en el entorno. Cuya finalidad es facilitar la visualización de las cosas de un determinado lugar y crear condiciones favorables para realizar actividades, comodidad y seguridad en el espacio a iluminar (MORROW, 1982).

### **2.3.2.1 Condición Crítica de Iluminación**

Deficiencia de iluminación en el sitio de trabajo o niveles muy altos que bien pueden requerir un esfuerzo visual adicional del trabajador o provocarle deslumbramiento.

### **2.3.2.2 Iluminación Complementaria**

Es aquella proporcionada por un alumbrado adicional al considerado en la iluminación general, para aumentar el nivel de iluminación en un área determinada o plano de trabajo.

### **2.3.2.3 Iluminación Especial**

Es la cantidad de luz específica requerida para la actividad que conforme a la naturaleza de la misma tenga una exigencia visual elevada mayor de 1000 luxes o menor de 100 luxes, para la velocidad de funcionamiento del ojo (tamaño, distancia y colores de la tarea visual) y la exactitud con que se lleva a cabo la actividad.

### **2.3.2.4 Iluminación Localizada**

Es aquella encargada de facilitar las actividades que tienen un grado de dificultad alto, debido a que es diseñada solo para proporcionar iluminación en el plano de trabajo.

### **2.3.2.5 Luz Visible**

Es una forma particular y concreta de energía que se desplaza o propaga, no a través de un conductor (como la energía eléctrica o mecánica) sino por medio de radiaciones, es decir, de perturbaciones periódicas del estado electromagnético del espacio; es lo que se conoce como "energía radiante".

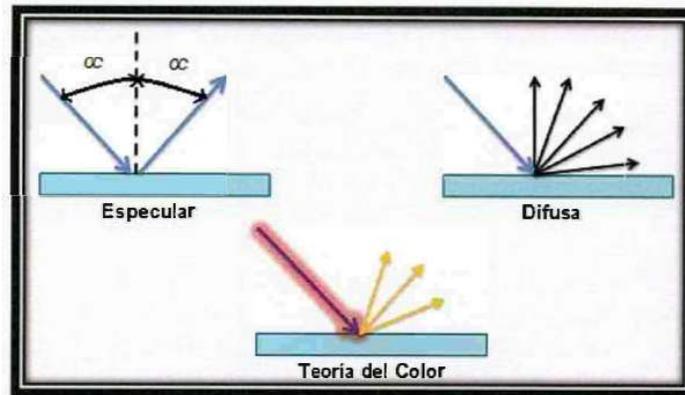
Existe un número infinito de radiaciones electromagnéticas que pueden clasificarse en función de la forma de generarse, de manifestarse, etc. La clasificación más utilizada sin embargo es la que se basa en las longitudes de onda (véase la Imagen 1). En dicha imagen puede observarse que las radiaciones visibles por el ser humano ocupan una franja muy estrecha comprendida entre los 380 y los 780 nm (nanómetros), (Cosar, 1989).

#### **2.3.2.6 Reflexión de la Luz**

Este fenómeno es producido cuando la luz ilumina e incide en un cuerpo en el cual rebota sobre la superficie. Todos los objetos presentan este fenómeno, pero dependiendo de las características de su superficie pueden reflejar en mayor o menor nivel de la luz incidente. La luz que es reflejada hacia la dirección que es determinada por el Ángulo de la incidencia de la luz en el objeto y de la textura de la superficie del objeto. Existen tres tipos de reflexión (véase la imagen 2) siendo la primera la especular, la cual sucede cuando el ángulo de los haces de luz determina con la superficie iguales. Después se encuentra la difusa la cual sucede cuando la luz reflejada va en varias direcciones. Y por último la reflexión selectiva de la luz, la cual puede ser acromática o cromática. Los objetos son de un color que es determinado por la longitud de ondas de luz que absorben y el color aparente del objeto es por lo que reflejan.

## Imagen 2

### Tipos de reflexión de Luz



Fuente: (López F. A., 2016). Reflexión de la Luz.

## 2.4 Tipos de Iluminación

### 2.4.1.1 Iluminación Natural

La iluminación natural, es una técnica que lleva la luz natural a su hogar de manera eficiente mediante acristalamientos exteriores (ventanas, tragaluces, etc.), lo que reduce los requisitos de iluminación artificial y ahorra energía (Ohio State University, 2021).

### 2.4.1.2 Iluminación Artificial

La iluminación artificial, es aquella que propaga luz que es generada por objetos como fuente principal tiene la energía eléctrica para su funcionamiento, con el propósito de dar luminosidad en áreas deficientes de iluminación (donde la luz natural no puede ser empleada). Este tipo de iluminación tiene como característica principal que son controladas a nuestra voluntad.

## 2.5 Sistema de Iluminación

Un aspecto imprescindible para la adecuación de la iluminación en los lugares de trabajo es la adecuada elección de la iluminación artificial. Para ello se deben conocer las características y los tipos de lámparas. Las luminarias van a ser los dispositivos donde se van a alojar las lámparas junto con otros componentes como reflectores, lentes, pantallas, difusores, etc. Al conjunto de estas luminarias se le denomina alumbrado (INSHT, 2015).

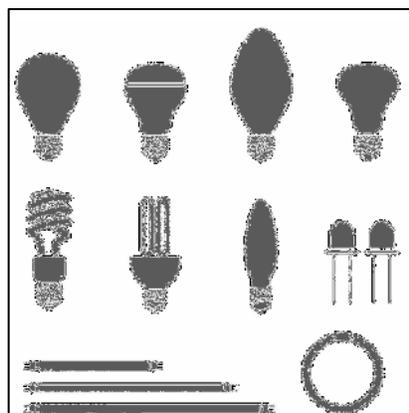
### 2.5.1 Características de las Lámparas

El término "lámpara" se aplica al dispositivo que genera la luz, en la actualidad casi todos son eléctricos (Imagen 3). A la hora de seleccionar una lámpara, se deben conocer las exigencias visuales de las tareas que se vayan a realizar. Posteriormente se debe ajustar el tipo de lámparas a esas necesidades (INSHT, 2015).

Considerando que la dependencia luminosa como factor de pérdida del flujo luminoso y este se encuentra relacionado con la cantidad de luz, conlleva que entre mayor sea el flujo luminoso, se obtendrá una iluminación final mayor.

Imagen 3

Distintos tipos de lámpara



Los aspectos que se deben contemplar estarán relacionados con la cantidad y la calidad de la luz que produzca esa lámpara.

Fuente: (INSHT, 2015). Iluminación en los puestos de trabajo.

Para obtener un nivel y calidad de iluminación se encuentran otros aspectos de las lámparas a tener en cuenta:

### 2.5.1.1 Color Aparente

Es la apariencia cromática de la luz emitida por esa lámpara. La temperatura de color es una característica que describe el color aparente en clasificaciones, véase la imagen 4 (INSHT, 2015).

Imagen 4

#### Clasificación del color aparente

Clase de color aparente	Color aparente	Temperatura de color aproximada K	Recomendación
1	Cálido	< 3.300	Locales residenciales
2	Medio	3.300 a 5.300	Lugares de trabajo
3	Frío	>5.300	Niveles de iluminación elevados Ambiente caluroso Tareas particulares

Fuente: (INSHT, 2015). Iluminación en los puestos de trabajo.

### 2.5.1.2 Rendimiento de Color

Es la capacidad de la luz que emite la lámpara para reproducir fielmente los colores de los objetos iluminados. Se emplea el índice de rendimiento de color (IRC o Ra) para poder objetivar esta propiedad. Es un sistema internacional que se emplea para medir la capacidad de la fuente de luz para reproducir los colores fielmente. La luz del día tiene una Ra = 100, lo que significa que los colores se reproducen fielmente. Cuanto más próximo a 100 emita la lámpara, más reales serán los colores del objeto iluminado, estos se encuentran clasificados en función del índice de rendimiento cromático, véase la imagen 5 (INSHT, 2015).

Imagen 5

Clasificación en función del índice de rendimiento cromático

Clase	IRC (Ra)	Clase	IRC (Ra)
1 A	$\geq 90$	2 B	60 - 69
1 B	80 - 89	3	40 - 59
2 A	70 - 79	4	$< 20$

Fuente: (INSHT, 2015). Iluminación en los puestos de trabajo.

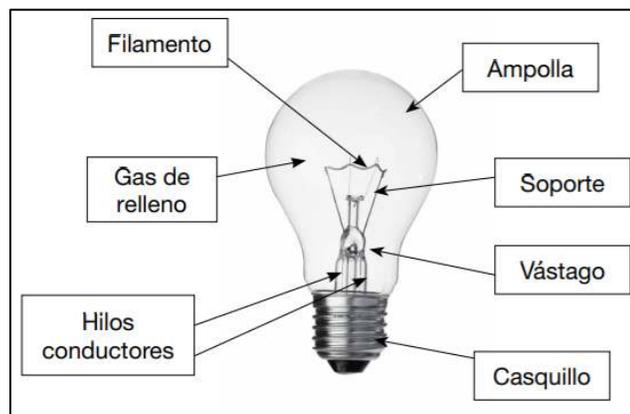
## 2.5.2 Tipos de Lámparas

### 2.5.2.1 Lámparas Incandescentes

En estas lámparas la luz se produce en un filamento calentado hasta la incandescencia por el paso de una corriente eléctrica (Imagen 6). Habitualmente el filamento es de tungsteno (INSHT, 2015).

Imagen 6

Partes de una bombilla incandescente.



Fuente: (INSHT, 2015). Iluminación en los puestos de trabajo.

Las lámparas halógenas son un tipo especial de lámpara incandescente. En estas lámparas se introduce un gas de relleno inerte junto con una pequeña cantidad de yodo, en forma de yoduro, cuyo efecto es retardar el deterioro producido por la evaporación del filamento (INSHT, 2015).

### **2.5.2.2 Lámparas de Descarga**

Las lámparas de descarga abarcan una serie de lámparas entre las que se encuentran las lámparas fluorescentes.

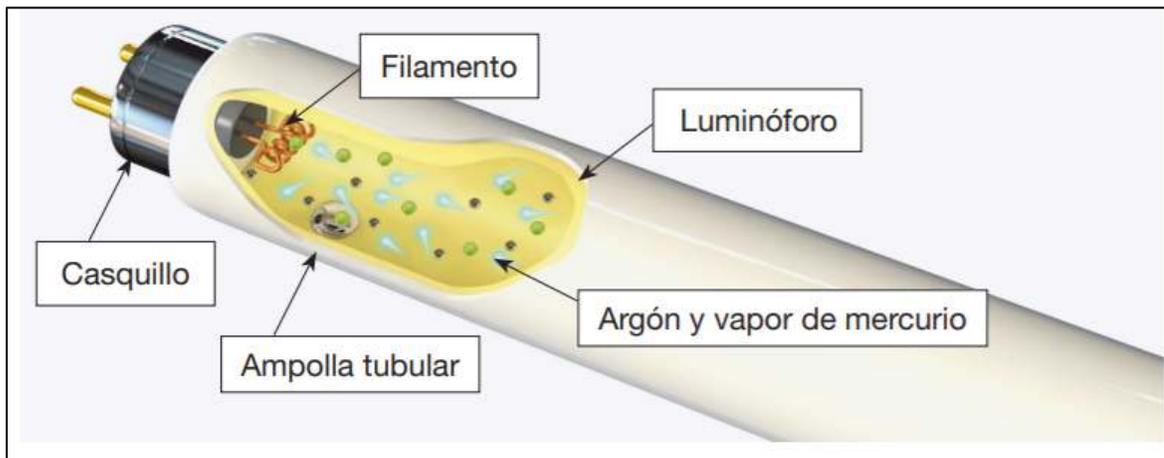
**Lámparas fluorescentes:** En este tipo de lámparas la luz se genera en la película fluorescente que recubre la pared interior del tubo de vidrio. La fluorescencia de dicho recubrimiento se produce al incidir en él la radiación ultravioleta generada por la descarga eléctrica en el vapor de mercurio que está encerrado en el citado tubo (Imagen 7). En estas lámparas la tonalidad de la luz emitida depende de la composición del material fluorescente que recubre el interior del tubo.

Las lámparas fluorescentes tienen una eficiencia energética mucho más elevada que las lámparas incandescentes y su vida media también es bastante mayor.

La capacidad de reproducción cromática no es tan grande como en las incandescentes, su rendimiento en color, Ra, suele estar comprendido entre 70 y 90, según el modelo de lámpara. Este rendimiento de color se suele considerar suficiente para la mayoría de los lugares de trabajo. Hay que tener en cuenta que la luz emitida por estas lámparas es una combinación de espectro cromático continuo y espectro cromático discontinuo (INSHT, 2015).

Imagen 7

Partes de una lámpara fluorescente

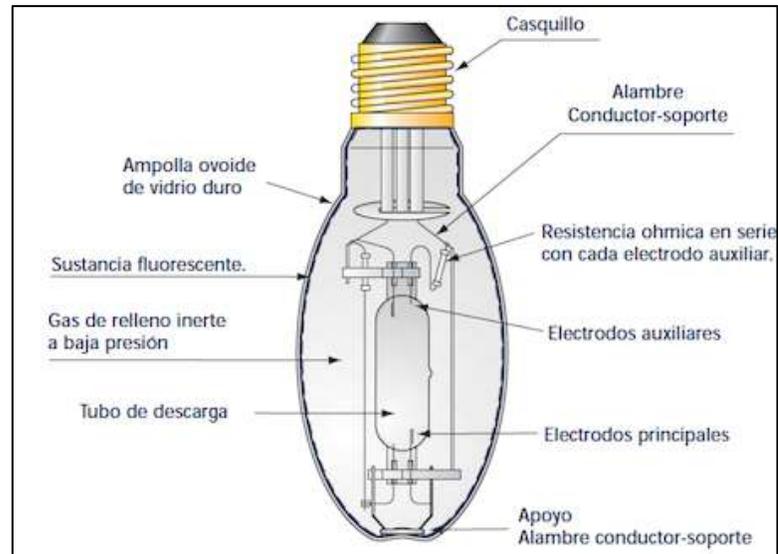


Fuente: (INSHT, 2015). Iluminación en los puestos de trabajo.

**Lámparas de vapor de mercurio:** Estas lámparas están constituidas por un pequeño tubo de vidrio de cuarzo dentro del cual se produce una descarga eléctrica en vapor de mercurio con alta presión. Este tubo de cuarzo se coloca en el interior de una ampolla de vidrio de dimensiones bastante mayores. La descarga se inicia mediante un circuito eléctrico auxiliar que posibilita la formación de la descarga normal de trabajo y la emisión de un flujo importante de luz visible. Esta es la razón por la cual dichas lámparas, una vez conectadas, necesitan un cierto tiempo hasta lograr el régimen normal de funcionamiento. La eficiencia energética de las lámparas de mercurio y su vida media son similares a las de las lámparas fluorescentes, pero se pueden fabricar para potencias más elevadas. La luz emitida presenta un espectro cromático discontinuo que se traduce en una capacidad limitada para reproducir los colores. Con el fin de mejorar el rendimiento en color se recubre la ampolla exterior de vidrio con una capa de polvo corrector. En otro tipo de lámparas la ampolla de vidrio contiene un filamento incandescente conectado al tubo de descarga. Estas lámparas, denominadas de luz mezcla, también proporcionan un mayor rendimiento en color (INSHT, 2015).

Imagen 8

Partes de la lámpara de vapor de mercurio



Fuente: (BIRTLH, 2016). Análisis de las instalaciones de alumbrado.

**Lámparas de vapor de sodio:** A grandes rasgos, el funcionamiento de las lámparas de vapor de sodio es similar al de las lámparas de mercurio, con la diferencia de que en este caso la descarga se produce en el seno del vapor de sodio contenido en una ampolla de vidrio especial resistente al ataque químico de este elemento. Dentro de esta clase de lámparas hay que distinguir dos tipos con características diferentes: de sodio de baja presión y de sodio de alta presión (INSHT, 2015).

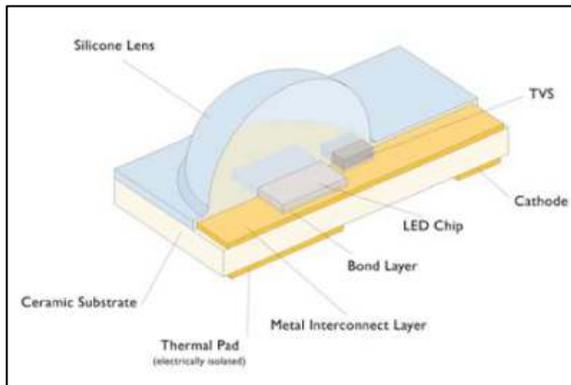
### 2.5.2.3 LED

LED son las siglas en inglés de "diodo emisor de luz" (light emitting diode). Un diodo es un componente electrónico, incluye un chip, que permite el paso de corriente eléctrica en un sentido, pero no en el contrario, como un interruptor véase la Imagen 9.

La tecnología LED está basada en las características fotoluminiscentes de algunos semiconductores. El paso de corriente por esos compuestos semiconductores

produce energía luminosa en una longitud de onda determinada. La combinación de los distintos semiconductores es lo que permite que emitan en diferentes longitudes de onda y se produzca finalmente una luz blanca (FUTURA, 2011).

Imagen 10  
Partes del Diodo Led.



Fuente: (FUTURA, 2011).  
Tecnología LED en iluminación.

Imagen 9  
Lámpara LED



Fuente: (Ecoluz, 2014).  
Características del LED.

## 2.6 Definición de Terminologías

Se establecen las siguientes definiciones de conceptos (DOF, 2008):

**Luminaria:** equipo de iluminación que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara o lámparas, que incluye todos los accesorios necesarios para fijar, proteger y operar esas lámparas, y los necesarios para conectarse al circuito de utilización eléctrica.

**Luxómetro:** es un instrumento diseñado y utilizado para medir niveles de iluminación o iluminancia, en luxes.

**Nivel de iluminación:** cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes.

**Plano de trabajo:** es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual generalmente los trabajadores desarrollan su trabajo, con niveles de iluminación específicos.

**Puntos focales de las luminarias:** es la proyección vertical de la lámpara al plano o área de trabajo con inclinación de  $0^{\circ}$ , que contiene la dirección del haz de luz.

**Tarea visual:** actividad que se desarrolla con determinadas condiciones de iluminación.

## **2.7 Aspectos de la NOM-025-STPS-2008**

### **2.7.1 Reconocimiento de las Condiciones de Iluminación**

El propósito del reconocimiento es identificar aquellas áreas del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, asimismo, identificar aquellas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Para lo anterior, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica.

Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes:

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo;
- b) Potencia de las lámparas;

- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio;
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo, de acuerdo con el anexo 1;
- e) Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada, y
- f) La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

## **2.7.2 Consideraciones de la Norma**

De acuerdo con la información obtenida durante el reconocimiento, se establecerá la ubicación de los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, donde se evaluarán los niveles de iluminación.

### **2.7.2.1 Anteposición a la Aplicación para Iluminación Artificial**

Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor.
- b) En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición.
- c) Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

### **2.7.2.2 Anteposición a la Aplicación para Iluminación Natural**

Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

- a) Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio.
- b) Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación de acuerdo a lo siguiente:
  - Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno;
  - Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno, y
  - Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.
- c) Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación.

### **2.7.2.3 Ubicación de los Puntos de Medición**

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable, considerando: el proceso de producción, la clasificación de las áreas y puestos de trabajo, el nivel de iluminación requerido en base al anexo 1, la ubicación de las luminarias respecto a los planos

de trabajo, el cálculo del índice de áreas correspondiente a cada una de las áreas de trabajo, la posición de la maquinaria y equipo, así como los riesgos informados a los trabajadores.

### 2.7.3 Evaluación del Valor de Reflexión

La evaluación de los niveles de iluminación debe realizarse en una jornada laboral bajo condiciones normales de operación, se puede hacer por áreas de trabajo, puestos de trabajo o una combinación de los mismos. Con la evaluación se determina que el área que se está evaluando al no superar lo establecido en la Tabla 1, se encuentra dentro de lo estipulado por la norma y no provoca inconformidad al trabajador.

Tabla 1

Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, $K_f$
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Fuente: (DOF, 2008), NOM-025-STPS-2008.

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión ( $K_f$ ) supere los valores establecidos en la Tabla 1.

### 2.7.4 Factor de Uniformidad

El factor de uniformidad hace referencia a la distribución de la iluminación dentro del área a evaluar, lo cual hará referencia a que el diseño del sistema de iluminación se encuentra correctamente y de igual manera se obtendrán datos sobre zonas puntuales en las que se realizó las mediciones y con el cálculo que se encuentren cuales están con deficiente o excedente iluminación.

# **CAPÍTULO III**

## **DESARROLLO Y METODOLOGÍA**

### 3.1 Procedimiento y Descripción de Actividades Realizadas

En este apartado se muestran las diferentes etapas de las actividades para efectuar el proyecto, así como a su vez el plazo para cada etapa.

En la tabla 2 se muestra el cronograma de actividades en donde se establece la secuencia de las actividades para la elaboración de cada una de las partes del proyecto.

Tabla 2

Cronograma de Actividades

Cronograma de Actividades del Proyecto													
Título de Tesis:	Propuesta de optimización de las condiciones ambientales de iluminación en el área de producción para la industria maquiladora												
Nombre del alumno	Habacuc Hernández Herrera												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Actividades</b>	AG O 23- 28	A-S 30- 04	SEP 06- 11	SEP 13- 18	SEP 20- 25	S-O 27- 02	OCT 04- 09	OCT 11- 16	OCT 18- 23	OCT 25- 30	NOV 01- 06	NOV 08- 13	NOV 16- 20
Investigación de Problemática, Generación de Hipótesis y Objetivos <b>Tiempo real</b>	■												
Identificación y Priorización para el Cumplimiento de Objetivos <b>Tiempo real</b>	■												
Abordamiento al Capítulo I, Generalidades del Proyecto <b>Tiempo real</b>		■											
Abordamiento al Capítulo II, Marco Teórico <b>Tiempo real</b>			■										
Recopilación de Conceptos y Antecedentes Investigativos <b>Tiempo real</b>			■	■									
Abordamiento del Capítulo III, Metodología y Desarrollo <b>Tiempo real</b>					■	■							
Recolección de Datos (Mediciones, encuestas y check list) <b>Tiempo real</b>						■	■	■					
Desarrollo de la Metodología y Propuesta <b>Tiempo real</b>								■	■				
Conformación del Capítulo IV, Resultados <b>Tiempo real</b>										■			



parte con la aplicación de una encuesta que proporcione, el cómo los trabajadores sienten con el confort lumínico de su área.

Por otra parte, se utiliza la investigación correlacional, ya que, con los datos a recolectar de las mediciones, se debe de estipular el nivel mínimo de iluminación por área dependiendo de las actividades realizadas.

El enfoque de la investigación es de carácter mixto, ya que, con la ayuda de la observación, check list y encuestas se recabará información sobre las condiciones de las áreas, así como la identificación del confort de los trabajadores y a su vez se realizan cálculos y mediciones, que con la ayuda de métodos y herramientas que se llevan a cabo para determinar el seguimiento del método a seguir.

### **3.3 Hipótesis**

El sistema de iluminación en el área de producción no proporciona la cantidad lumínica, color aparente y IRC correspondientes para los tipos de actividades que se realizan dentro de ella.

### **3.4 Diseño y Metodología de la investigación**

Dentro de este capítulo se estructura la metodología a seguir para la optimización de las condiciones ambientales de iluminación, llevada a cabo en el área de producción de una empresa maquiladora. La metodología a seguir, está encaminada al cumplimiento de los objetivos propuestos en el Capítulo I, se muestran en la tabla 3, con las actividades para el cumplimiento de los objetivos específicos.

Tabla 3

Metodología de la investigación

<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
Determinar zonas y tareas visuales de acuerdo al reconocimiento de las condiciones de iluminación.	Identificación de las áreas en las que se procesa el producto y de las actividades dentro de cada área.	Observación Análisis Diagrama de las áreas a considerar junto con sus dimensiones para la evaluación y reconocer la distribución de las luminarias
Determinar el nivel lumínico que se es requerido de acuerdo con el tipo de actividad que se realiza en las diferentes áreas de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008.	Análisis de las áreas a evaluar (tipos de actividades que se realizan) para la selección de la iluminación mínima permisible.	Análisis Comparación y elección
Verificación del cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008.	Corroborar los niveles permisibles de reflexión y nivel de iluminación de acuerdo a la norma.	Observación Análisis IC Check list
Realizar un reporte sobre calibración de los instrumentos de medición de luz o luxómetro.	Verificar la certificación del instrumento de medición por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.	Análisis. Verificación.
Reconocer el estado del funcionamiento del sistema de iluminación.	Realizar un reporte y chequeo del equipo de iluminación el cual este en optimo estado (sin fallas).	Toma de medidas de iluminación con luxómetro. Mediante ecuaciones establecidas.

Realización e interpretación de encuestas.	Recabar datos por parte de los trabajadores sobre su confort visual en sus actividades.	Cuestionario Realización e interpretación de gráficos.
Seleccionar el tipo de luminarias y lámparas a utilizar para el rediseño del sistema de iluminación.	Buscar y proponer una tecnología de sistema de iluminación más actual que encaje en el montaje actual.	Investigación
Comparar la eficacia de las lámparas propuestas con las utilizadas actualmente.	Comparar el sistema de iluminación actual con el propuesto, identificando los beneficios y porque optar por ellos.	Cuadro comparativo Ficha técnica
Elaborar el rediseño del sistema de iluminación artificial para las áreas con lámparas más deficientes (antiguas) que han perdido una gran cantidad de flujo luminoso con el uso de otra tecnología de iluminación.	Crear un ambiente de iluminación que cumpla con la NOM-025-STPS-2008 y a su vez sea uniforme, con el uso de una tecnología con mejor rendimiento y eficiencia.	
Crear un procedimiento de mantenimiento y limpieza de las fuentes de iluminación de las áreas.	Analizar las áreas que necesitan mayor iluminación. Tipo y desarrollo del mantenimiento que se necesita llevar a cabo.	Diseñar un plan de mejoramiento de las condiciones ambientales de iluminación. Simulador.

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.5 Selección de Muestra

Lo que conlleva a la selección de la muestra se es partido de la población en donde se considera una empresa en particular que en este caso es la planta

COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V., donde la muestra son aquellas áreas en las que se transforma la materia prima hasta obtener el producto final; partiendo del área en el que se centra la investigación es en producción, donde esta es dividida por sectores, debido a que son distintas actividades realizadas en cada una de ellas, dichas áreas son:

- Área de Corte
- Empaque y Terminado
- Estampado
- Producción
- Almacén
- Revisado y deshebrado 1
- Blanks
- Revisado y deshebrado 2
- Prototipo y Muestreo

En cuanto a la selección de la muestra, primero se detallará el propósito de esta selección, ya que para esta investigación se centra todas aquellas áreas en las que se transforma la materia prima hasta obtener el producto terminado. Por lo cual se utilizan las técnicas siguientes:

- Observación
- Planos de las áreas a considerar
- Índice de área (Ubicación de puntos de medición)

Con dichas técnicas se plantea que para cualquier empresa se debe de analizar cada una de las áreas que forman parte de producción, ya que son distintas actividades y requieren un nivel de iluminación distinto.

### **3.5.1 Observación**

Este método lleva a experimentar y familiarizar visualmente las áreas de la empresa a evaluar, mediante un recorrido por las instalaciones, con la finalidad de recabar e interpretar información de las áreas que se consideraran y de igual manera de los sistemas de iluminación (tipos de luminarias, características de las luminarias, cantidad de luminarias, etc.).

### **3.5.2 Plano de las Áreas a Considerar**

Con la ayuda de esta técnica, se creará un plano en el cual se identifiquen y determinen con mayor facilidad las áreas y la distribución de luminarias, a considerar para la evaluación.

### **3.5.3 Índice de Área**

Las zonas a evaluar deben seleccionarse en función de las necesidades y características de las actividades en cada centro de trabajo, con la finalidad de mantener el nivel permisible dentro del área según la norma.

Para determinar el número de zonas a evaluar, se realiza el cálculo de índice de zonas correspondientes por área y con la ayuda de la tabla 4 se determinará el número mínimo de zonas a evaluar por área de trabajo (dicha fórmula y tabla son brindadas por la NOM-025-STPS-2008). Considerando que las áreas de trabajo deben ser divididas en zonas del mismo tamaño y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concurrencia de trabajadores o el centro geométrico de cada zona definida (DOF, 2008).

El índice del área se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición, en donde el valor del índice de área establece el número de zonas a evaluar, el cual está dado por la ecuación siguiente:

$$IC = (x)(y) / (h(x + y))$$

- IC: índice del área.
- x, y: dimensiones del área (largo y ancho), en metros.
- h: altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

Tabla 4 Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
IC < 1	4	6
1 ≤ IC < 2	9	12
2 ≤ IC < 3	16	20
3 ≤ IC	25	30

Fuente: (DOF, 2008)

Donde x es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición (DOF, 2008).

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a 75 cm ± 10 cm, sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas (DOF, 2008).

En el puesto de trabajo se debe realizar al menos una medición en cada plano de trabajo, colocando el luxómetro tan cerca como sea posible del plano de trabajo y tomando precauciones para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre el luxómetro (DOF, 2008).

### 3.6 Recolección de Datos

El siguiente punto se lleva a cabo con diversos instrumentos o métodos los cuales buscan recopilar y reunir información acerca de las variables de la investigación. Con la aplicación de estos instrumentos o métodos de medición, se recolectan datos para preparar observaciones y registros.

#### 3.6.1 Check List

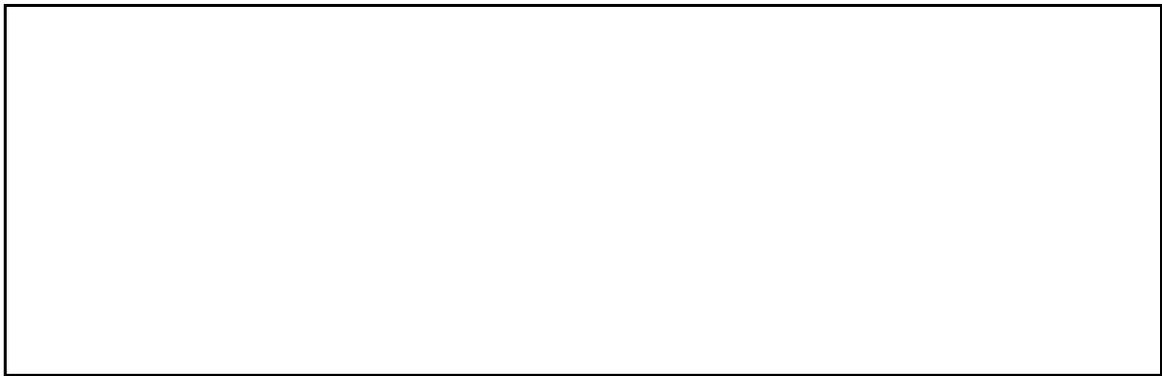
Esta herramienta junto con la observación dentro de las áreas, permite analizar ciertos criterios que se plantean en el formato de inspección, el cual ayuda a la recolección de datos ordenadamente, de manera sistémica. Su utilización es un complemento para no olvidar datos importantes de detección, que en este caso serían las condiciones de los sistemas de iluminación (luminarias y del inmueble).

##### 3.6.1.1 Formato de Inspección

Tabla 5

Formato de inspección de las condiciones del sistema de iluminación.

<b>INSPECCIÓN GENERAL DE LAS LUMINARIAS POR ÁREA</b>				
Empresa:				
Área a evaluar:				
Fecha:		Horario		
Hora de medición:				
1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA				
	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	
Dimensiones del área:				
Área organizada (los objetos no que generen sombras):				
Plano del área con la distribución de luminarias:				



## 2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS, TECHOS, PUESTO DE TRABAJO Y EQUIPOS DE TRABAJO

Descripción / Superficie	Condiciones de la superficie					
	Material	Color	Textura	Limpia	Sucia	Deterioradas
Paredes						
Piso						
Techo						
Puesto de trabajo						
Maquinaria						
Equipo de trabajo						

## 3. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LAS LUMINARIAS Y LÁMPARAS

Tipo de iluminación	General		Localizada		Mixto	
Clasificación del equipo						
Tipo de lámpara (Tecnología)						
Especificación de la lámpara						
Lámparas por luminaria						
Numero de luminarias						
Numero de filas						
Luminarias por fila						
Altura de las luminarias con respecto al suelo						
Condición de la luminaria				Sucio	Limpio	

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.6.2 Luxómetro

Este instrumento es indispensable para poder llevar a cabo las mediciones de iluminancia en las áreas de trabajo, debido a que permite medir en luxes la intensidad luminosa que incide en los objetos; esto lo hace con la ayuda de una

celda fotoeléctrica con la que mide la intensidad de la luz que llega a la celda ( especificando la evaluación a la zona a evaluar) y esta es convertida en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados en un display (luxómetro digital) o con una aguja (analógico).

El luxómetro deberá contar con el certificado de calibración de acuerdo a lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Es por ello que debe de contar con algunas características para medir eficazmente, las cuales son:

- Detector para medir iluminación
- Corrección cosenoidal
- Corrección de color, detector con una desviación máxima de  $\pm 5\%$  respecto a la respuesta espectral fotópica
- Exactitud de  $\pm 5\%$  (considerando la incertidumbre por calibración).

### **3.6.3 Medición de Luminosidad**

Durante esta investigación los datos a recolectar son las mediciones de iluminación (Luxes) en los puntos de evaluación determinados con el índice de área, esta recaudación de datos (mediciones de iluminación) se realizarán con un luxómetro.

Antes de llevar a cabo este método, se debe de tener las siguientes consideraciones que determina la NOM-025-STPS-2008:

#### **3.6.3.1 Anteposición a la Aplicación para Iluminación Artificial**

Cuando se utilice iluminación artificial, antes de realizar las mediciones, se debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice; si se utilizan lámparas de descarga, incluyendo lámparas fluorescentes, se debe esperar un periodo de 20 minutos antes de iniciar las

lecturas. Cuando las lámparas fluorescentes se encuentren montadas en luminarias cerradas, el periodo de estabilización puede ser mayor;

- b) En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un periodo de 100 horas de operación antes de realizar la medición.
  
- c) Los sistemas de ventilación deben operar normalmente, debido a que la iluminación de las lámparas de descarga y fluorescentes presentan fluctuaciones por los cambios de temperatura.

### **3.6.3.2 Anteposición a la Aplicación para Iluminación Natural**

Cuando se utilice exclusivamente iluminación natural, se debe realizar al menos las mediciones en cada área o puesto de trabajo de acuerdo con lo siguiente:

- a) Cuando no influye la luz natural en la instalación ni el régimen de trabajo de la instalación, se deberá efectuar una medición en horario indistinto en cada puesto o zona determinada, independientemente de los horarios de trabajo en el sitio.
  
- b) Cuando sí influye la luz natural en la instalación, el turno en horario diurno (sin periodo de oscuridad en el turno o turnos) y turnos en horario diurno y nocturnos (con periodo de oscuridad en el turno o turnos), deberán efectuarse 3 mediciones en cada punto o zona determinada distribuidas en un turno de trabajo que pueda presentar las condiciones críticas de iluminación de acuerdo a lo siguiente:
  - Una lectura tomada aproximadamente en la primera hora del turno.
  - Una lectura tomada aproximadamente a la mitad del turno.
  - Una lectura tomada aproximadamente en la última hora del turno.

- c) Cuando sí influye la luz natural en la instalación y se presentan condiciones críticas, efectuar una medición en cada punto o zona determinada en el horario que presente tales condiciones críticas de iluminación.

Después de tomar las consideraciones pertinentes para la evaluación de la iluminación, se registra las mediciones en una planilla, para poder efectuar los cálculos correspondientes y así mismo interpretar el estado de iluminación en los puestos de trabajo del área.

### **3.6.4 Encuesta**

La encuesta brinda información sobre el confort de iluminación de los operarios en sus áreas y puestos de trabajo, ya que con la opinión del trabajador ayuda a establecer factores que interfieren en la realización de sus actividades y establecer recomendaciones para los puestos de trabajo.

#### **3.6.4.1 Formato de la Encuesta**

##### ENCUESTA DE CONFORT VISUAL

Por favor, responda todas las preguntas, considere que algunas preguntas pueden tener varias respuestas.

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

- a) Adecuada
- b) Algo molesta
- c) Molesta
- d) Muy molesta

2. Si usted pudiera regular la iluminación para estar más cómodo, preferiría tener:

- a) Más luz
- b) Sin cambio
- c) Menos luz

3. Señale con cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones está de acuerdo:

- a) Tengo que forzar la vista para poder realizar mi trabajo.
- b) En mi puesto de trabajo la luz es excesiva.
- c) Las luces producen brillos o reflejos en algunos elementos de mi puesto de trabajo.
- d) La luz de algunas lámparas o ventanas me da directamente en los ojos.
- e) En mi puesto de trabajo tengo dificultades para ver bien los colores.
- f) En las superficies de trabajo de mi puesto hay algunas sombras molestas.
- g) Necesitaría más luz para poder realizar mi trabajo más cómodamente.
- h) En algunas superficies, instrumentos, etc. de mi puesto de trabajo hay reflejos.
- i) Cuando miro a las lámparas, me molestan.
- j) En mi puesto de trabajo hay algunas luces que parpadean.

4. Si durante o después de la jornada laboral nota alguno de los síntomas siguientes, señálelo:

- a) Fatiga en los ojos.
- b) Visión borrosa.

- c) Sensación de tener un velo delante de los ojos.
- d) Vista cansada.
- e) Picor de ojos.
- f) Pesadez en los párpados.

### **3.6.5 Metodología Para la Optimización de las Condiciones Ambientales de Iluminación**

La metodología a seguir va encaminada a obtener la iluminación establecida por la NOM-025-STPS-2008, en donde en cada área se tienen niveles distintos de iluminación de acuerdo al tipo de actividad que se lleva a cabo. De igual manera se busca obtener una iluminación más uniforme (iluminación mejor distribuida por área) para no obtener dentro de las zonas mediciones de iluminación por debajo de lo establecido.

- Selección de datos por área de trabajo
- Selección técnica del conjunto de luminaria y lámpara
- Realizar con el método de cavidad zonal el rediseño del sistema de iluminación
- Generar un procedimiento para mantener en optimo estado la iluminación y a su vez alargar su vida útil.

### **3.6.6 Metodología a Emplear para el Rediseño de los Sistemas de Iluminación**

La metodología a emplear cuenta con pasos para el desarrollo de ella, la cual es de las cavidades zonales, con el cual se genera el rediseño (parámetros) de los sistemas de iluminación, dichos pasos son los siguientes (Ramirez & Llano, 2012):

### 3.6.6.1 Análisis del Proyecto

En este primer paso, se enfoca en la identificación del tipo de iluminación (localizada o general) que se necesita acuerdo a las necesidades de las tareas o actividades y al tipo de área.

### 3.6.6.2 Definir los Parámetros de Local

Este paso hace referencia a las dimensiones geométricas de local, su forma específica, colores, texturas y reflectancias efectivas.

Al utilizar el parámetro de reflectancia del área que se está rediseñando, se utilizan valores que ya han sido calculados por otro autor (colores, acabados, superficies, etc.) quien especifica de acuerdo a esos parámetros la reflectancia efectiva que se genera, dichos valores se encuentran en la tabla 6.

Tabla 6

Tabla de reflectancia para color y tipos de superficies

TONO	COLOR	SUPERFICIES		ACABADOS DE CONSTRUCCION		
Muy claro	Blanco nuevo	88	Maple	43	Cantera clara	18
	Blanco viejo	76	Nogal	16	Cemento	27
	Azul crema	76	Caoba	12	Concreto	40
	Crema	81	Pino	48	Mármol blanco	45
	Azul	65	Madera clara	30-50	Vegetación	25
	Miel	76	Madera oscura	10-25	Asfalto limpio	7
	Gris	83			Adoquín de roca	17
	Azul verde	72			Grava	13
					Ladrillo claro	30-50
				Ladrillo oscuro	15-25	
Claro	Crema	79	<b>ACABADOS METALICOS</b>			
	Azul	55				
	Miel	70				
	Gris	73				
Mediano	Azul verde	54	Blanco polarizado	80		
	Amarillo	65	Aluminio pulido	75		
	Miel	63	Aluminio mate	75		
	gris	61	Aluminio claro	63		
Oscuro	Azul	8				
	Amarillo	50				
	Café	10				
	Gris	25				
	Verde	7				
Negro	3					

Fuente: (Ramirez & Llano, 2012)

### **3.6.6.3 Seleccionar Iluminancia Media**

De acuerdo con el análisis del proyecto se debe escoger la iluminancia media (objetivo de diseño) más adecuada según la NOM-025-STPS-2008, de acuerdo al tipo de actividad que se lleva dentro de las áreas a considerar.

### **3.6.6.4 Selección Conjunto Lámpara – Luminaria**

Dentro de este paso, se debe de definir la selección del conjunto lámpara – luminaria, esto hará que se corroboren los datos técnicos de ambas para la realización de los cálculos, siempre teniendo en cuenta al tipo de proyecto que se enfoca e iluminación requerida.

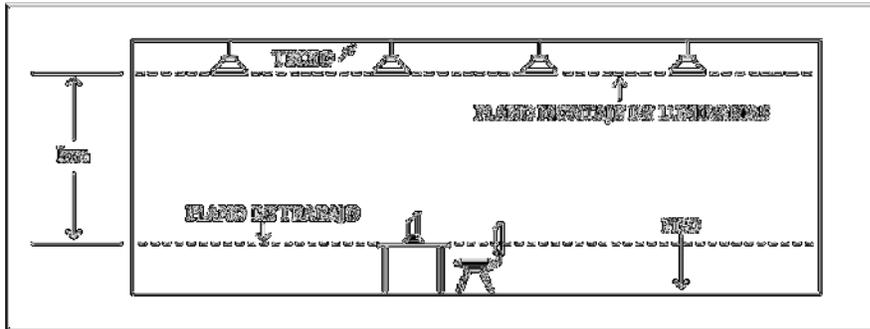
Al seleccionar el conjunto, se debe especificar sus características fotométricas principales (ficha técnica):

- Flujo luminoso [lm]
- Potencia eléctrica [W]
- Eficacia [lm/W]
- Diagrama polar de distribución luminosa
- Tabla de coeficientes de utilización.

### **3.6.6.5 Calcular Cavidad del Local (K)**

Este paso es un factor de suma importancia, ya que con el uso del hm (distancia entre plano de montaje y plano de trabajo se determine el coeficiente de utilización (CU) para el tipo de luminaria definida.

Imagen 11  
Cavidades del local



Fuente: (Ramirez & Llano, 2012)

$$hm = h - (PT + PML) \text{ [m]}$$

- hm: Altura de la cavidad del local [m]
- h: Altura del local [m]
- PT: Plano de trabajo [m]
- PML: Plano de montaje de luminarias [m]

Ecuación para el cálculo de la cavidad zonal:

$$K = (5 * hm * (l + a)) / (l * a)$$

En donde hm es la distancia que hay entre el plano o la altura de trabajo y la altura de montaje de la luminaria, l y a corresponden a la longitud y al ancho del local respectivamente. Por otro lado dentro de la ecuación de la cavidad zonal la letra K o también visto como RCL hacen referencia al índice de la cavidad del local.

### 3.6.6.6 Determinar Coeficiente de Utilización (CU)

Este paso hace referencia a la cantidad de flujo luminoso efectivo que es residido en el plano de trabajo, después de que el flujo luminoso haya interactuado con la luminaria (corrigiendo la trayectoria) y las superficies del local.

El CU es determinado por una interpolación de datos de la tabla entregada por el fabricante, los datos que se deben suministrar a la tabla en la que se cuenta para la interpolación son las reflectancias efectivas de las superficies y el índice K o RCL. Estas tablas normalmente se construyen sin tener en cuenta la reflectancia del techo, ya que es la menos influyente en la iluminancia promedio, así que la mayoría de éstas se construyen para un valor fijo de reflectancia de piso.

Tabla 7

Tabla del coeficiente de utilización

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia																								
% Reflectancia de techo o piso	90				80				70				50				30				10			
% Reflectancia de pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10			
K																								
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09			
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09			
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08			
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08			
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08			
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07			
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07			
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07			
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06			
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06			
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06			
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06			
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06			
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05			
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05			
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05			
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05			
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04			
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04			
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04			
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04			
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04			
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04			
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04			
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04			

Fuente: (Ramirez & Llano, 2012)

### **3.6.6.7 Calcular Factor de Mantenimiento (FM)**

Es la relación de la iluminancia promedio en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de una instalación, y la iluminancia promedio obtenida al empezar a funcionar la misma como nueva. Todo diseño de un sistema de iluminación debe considerar el factor de mantenimiento con el fin de asegurar los niveles de iluminancia promedio establecidos.

El FM está dado por la siguiente expresión:

$$FM = FE * DBL * Fb$$

- Donde:
- FM: Factor de mantenimiento
- FE: Depreciación de la luminaria por suciedad
- DLB: Depreciación por disminución del flujo luminoso de la bombilla
- Fb: Factor de balasto.

Para facilitar el proceso se puede también seleccionar el FM de una de las tablas otorgadas por la CIE (En español "Comisión Internacional de Iluminación"), en las cuales se especifica la frecuencia con la que se realiza el mantenimiento al sistema de iluminación, el tipo de luminaria y finalmente las condiciones medioambientales a las que se va a someter el sistema de iluminación, véase la tabla 8 (Ramirez & Llano, 2012).

Tabla 8

Tabla del factor de mantenimiento

Frecuencia de limpieza.(años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales.								
Luminarias abiertas.	0,96	0,93	0,89	0,83	0,93	0,89	0,84	0,78
Reflector parte superior abierta.	0,96	0,90	0,86	0,83	0,89	0,84	0,80	0,75
Reflector parte superior cerrada.	0,94	0,89	0,81	0,72	0,88	0,80	0,69	0,59
Reflectors cerrados.	0,94	0,88	0,82	0,77	0,89	0,83	0,77	0,71
Luminarias a prueba de polvo.	0,98	0,94	0,90	0,86	0,95	0,91	0,86	0,81
Luminarias con emision indirecta.	0,91	0,86	0,81	0,74	0,86	0,77	0,66	0,57

Fuente: (Ramirez & Llano, 2012)

En donde:

- P: Pure - Puro o muy limpio
- C: Clean - Limpio
- N: Normal
- D: Dirty - Sucio.

### 3.6.6.8 Flujo Luminoso Total Requerido ( $\phi_{tot}$ )

Este valor indica cual es el flujo luminoso total requerido para producir la iluminancia media ( $E_{media}$ ) de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008. El flujo total se es calculado con la siguiente expresión:

$$\phi_{tot} = (E_{medio} * A) / (CU * FM) [Lm]$$

Donde:

- $\phi_{tot}$ : Flujo luminoso total requerido [Lm]
- E medio: Iluminancia media requerida [Lx]
- A: Área del local [m<sup>2</sup>]
- CU: Coeficiente de utilización
- FM: Factor de mantenimiento

### 3.6.6.9 Calcular Número de Luminarias Requeridas (N)

Este siguiente paso, debe ser hecho al haber determinado el flujo luminoso total requerido para el cumplimiento de los estipulado por la norma de acuerdo al área (actividades y tareas) y conociendo el flujo luminoso emitido por cada lámpara, el número de luminarias requeridas se determina mediante la siguiente expresión:

$$N = \phi_{tot} / \phi_l * n$$

Donde:

- N: Número de luminarias requeridas
- n: Número de bombillas por luminaria
- $\phi_{tot}$ : Flujo luminoso total o requerido [Lm]
- $\phi_l$ : Flujo luminoso por bombilla [Lm]

Después de calcular N, que es normal que no se presente como un número entero, se debe escoger el número de luminarias a utilizar lo más aproximado a N, en el cual debe seleccionarse el que mas se adecue al diseño que se realizara.

Ejemplo:

Si N fuese igual a 7,23, se debe evaluar aquellas opciones cercanas, que en este caso son 6, 7 y 8 luminarias y seleccionar la más apropiada desde el punto de vista técnico (en este caso, corroborando que se proporciona una iluminación uniforme), después de hacerlo N tomará el nuevo valor seleccionado.

### **3.6.6.10 Calcular el Flujo Luminoso Real ( $\varphi$ real) e Iluminancia Promedio Real (E prom.)**

Después de determinar el número de luminarias a utilizar se deberá calcular el flujo luminoso real emitido por éstas.

$$\varphi \text{ real} = N * n * \varphi L \text{ [Lm]}$$

Donde:

- $\varphi$  real: Flujo luminoso real emitido [lm]
- N: Numero de luminarias requeridas
- n: Número de bombillas por luminaria
- $\varphi L$ : Flujo luminoso por bombilla [lm]

Teniendo ya calculado  $\varphi$  real, se debe calcular la iluminancia promedio.

La iluminancia promedio está determinada por la siguiente ecuación:

$$E \text{ prom.} = (\varphi \text{ real} * CU * FM) / A \text{ [Lx]}$$

Donde:

- $\varphi$  real: Flujo luminoso real emitido por el número de luminarias (lm)

- CU: Coeficiente o factor de utilización
- FM: Factor de mantenimiento
- A: Área de la edificación (m<sup>2</sup>)

### 3.6.6.11 Determinar el Emplazamiento de las Luminarias

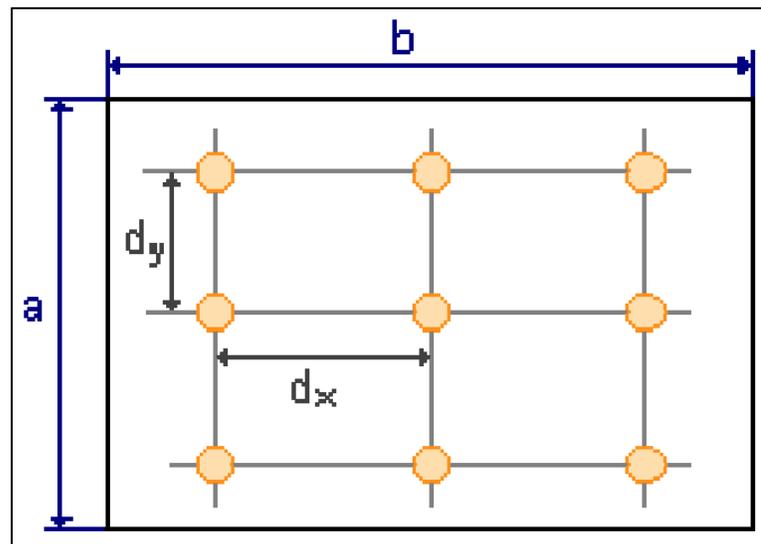
Una vez obtenidos los datos requeridos para el cumplimiento de la iluminación en las áreas de acuerdo al tipo de actividad que se debe realizar en ellas, se debe de estructurar la distribución de las luminarias que se necesitan en el área de manera correcta, debido a que se creara una uniformidad en la distribución de la iluminación (Clases de iluminación, 2010). Se toma en cuenta la distribución de las luminarias de forma vertical y horizontal, en donde se determina el número de luminarias con las siguientes ecuaciones:

$$N \text{ ancho} = \sqrt{((N \text{ total} / b) * a)}$$

$$N \text{ largo} = N \text{ ancho} * (b / a)$$

Imagen 12

Distribución de luminarias dentro del local

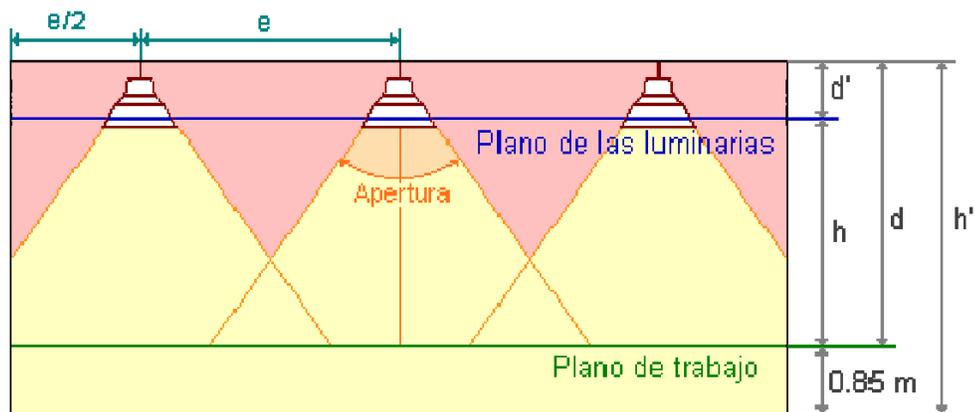


Fuente: Clases de iluminación (2010)

La separación entre luminarias depende de la apertura del haz de luz que ellas emanan y de la misma manera con la altura de ellas con respecto al plano de trabajo. Cuanto más abierto sea el Angulo del haz de luz y mayor sea la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque este proporcionara una iluminación efectiva menor (menos luxes llegan al plano de trabajo) tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

Imagen 13

Ejemplificación de parámetros a considerar



Fuente: Calculo de instalaciones de alumbrado (2010)

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

## Imagen 14

### Determinación de distancias entre luminarias

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4$ m	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Fuente: Clases de iluminación (2010)

Por último, queda comprobar la validez de los resultados determinando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada para las actividades del área, estipuladas por la NOM-025-STPS-2008 y determinar si lo establecido cumple con la uniformidad de acuerdo con la tabla 14.

### 3.7 Procedimiento de Medición de Iluminación

Inicialmente antes de realizar las mediciones de iluminancia en las áreas de la empresa, se procede a hacer un recorrido para identificar las áreas a considerar y las actividades desarrolladas dentro de ellas, y a su vez obtener datos de los sistemas de iluminación y del inmueble (condiciones y características).

Después de ello, una herramienta que es de gran utilidad será un plano de la empresa, ya sea que la empresa cuente con uno o sea factible generarlo, en el cual se consideren las áreas a evaluar; con la determinación de las áreas se debe hacer uso del método del índice de área el cual esta descrito junto a su proceso de empleo en el Capítulo III, en el punto 3.5.3, con el cual se determina el número de zonas a considerar por área de trabajo.

Utilizando la distribución de las zonas determinadas para cada área, se definen los puntos de referencia para las zonas (centro geométrico de la zona determinada o donde haya más concentración de trabajadores), como consiguiente se procede a realizar las mediciones de cada zona, para ello se debe de realizar en un plano, el cual se identifiquen los puntos en donde se realizan las evaluaciones.

Para la certeza de las mediciones, se debe de llevar un solo nivel del plano de trabajo, en el cual la NOM-025-STPS-2008 establece que la altura debe estar dentro del rango de 0.75 m, sobre el nivel del suelo con una tolerancia de +-0.10 m.

### **3.7.1 Promedio de Iluminación**

El cálculo del nivel promedio de iluminación, se realiza con la siguiente expresión (DOF, 2008):

$$E_p = (1/n) (\sum E_i) \text{ o bien } E_p = \sum E_i/n$$

Donde:

$E_p$  = Nivel promedio en lux.

$E_i$  = Nivel de iluminación medido en lux en cada punto.

$N$  = Número de medidas realizadas en el área.

### **3.7.2 Factor de Uniformidad**

Con la determinación de la iluminación promedio obtenida del área estudiada, se debe identificar la uniformidad de la iluminación en donde es la relación entre la luminosidad promedio y (seleccionada), este término indica la distribución correcta de la iluminación en el área, en donde si no se cumple, se determina que en la zona en donde se llevó a cabo la medición se encuentra mal distribuida la iluminación.

Esta relación permite definir el factor de uniformidad dado por la siguiente relación (Henao, 2014):

$$Fu = (Ep / Ei) \geq (1 / 1.5) \text{ ó } Fu = (Ei / Ep) \geq (1 / 1.5)$$

FU = Factor de Uniformidad

Ep = Nivel promedio de iluminación del área

Ei = Nivel medido en cada punto

### 3.7.3 Factor de Reflexión

Determinar el factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afecten las condiciones de iluminación y compararlo contra los niveles máximos permisibles del factor de reflexión de la Tabla 9 (DOF, 2008).

Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- Se efectúa una primera medición ( $E_1$ ), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de  $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ , hasta que la lectura permanezca constante;
- La segunda medición ( $E_2$ ), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y
- El factor de reflexión de la superficie ( $K_f$ ) se determina con la ecuación siguiente:

$$K_f = \frac{E_2}{E_1} (100)$$

Tabla 9

Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, $K_f$
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Fuente: (DOF, 2008)

Nota: Se considera que existe deslumbramiento en el área y puesto de trabajo, cuando el valor de la reflexión ( $K_f$ ) supere los valores establecidos en la Tabla 2.

### **3.7.4 Preparación de Datos**

#### **3.7.4.1 Informe Descriptivo**

La evaluación de los niveles de iluminación fue realizada los días 1, 5 y 8 de octubre del año 2021, empezando en punto de las 11:00 horas de la mañana, hasta las 5:00 horas de la tarde, manteniendo un solo turno.

Al momento de la realización de las mediciones, las condiciones laborales de la empresa eran normales y para luminarias que no se encontraban encendidas se procedió a encenderlas y esperar 20 minutos antes de realizar las mediciones acorde con la anteposición de la norma.

Las áreas que se tomaron en cuenta durante la medición se encontraban en buen estado, con el piso limpio y sin obstrucción de objetos que hicieran ineficiente el proceso de medición, en gran parte del tiempo en el que se realizaron las mediciones con el luxómetro las líneas de producción se encontraban en función lo cual genera un mejor análisis de la situación ambiental de iluminación para el operario durante la labor y al mismo tiempo observar los ángulos de los que procedía la iluminación de la lámpara.

#### **3.7.4.2 Descripción de la Empresa**

La COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V. es una nave industrial que cuenta con dimensiones de 40 metros de ancho y 70 metros de largo, lo cual da como superficie total de la nave es de 3200 metros cuadrados. La planta en donde se encuentran divididas las áreas de trabajo, tiene un área total de 1500 metros cuadrados véase la imagen 16, las luminarias se encuentran a una altura de 2.5 metros con respecto al suelo.

En la empresa se encuentran 2 plantas; al contar el área administrativa de la empresa, en la planta baja se encuentran paredes de concreto de color gris opaco y el suelo de toda la planta baja es de color blanco (crema) opaco, en donde los valores de reflexión se mantienen al margen.

La infraestructura cuenta con techado de lámina y tragaluces en algunos espacios. Al igual en la parte frontal de la planta se ubican 2 puertas corredizas con funcionalidad para la carga y descarga de productos, dichas puertas permiten la entrada a luz natural.

### **3.7.4.3 Exposición del Estudio**

Las condiciones de iluminación son de suma importancia dentro de las áreas de trabajo, por lo que llevar una evaluación de las condiciones de iluminación en cada una de ellas, se pueda identificar e interpretar los niveles de iluminación de las áreas para conocer cómo se encuentran, pero eso dependiendo de las actividades asignadas dentro del área, esto se debe a la naturaleza de la actividad, ya que tienen distintos niveles de complejidad para su realización. Las áreas puede que se encuentren con deficiente o en su defecto exceso de iluminación en los puestos de trabajo, lo que pueda ocasionar deslumbramientos a los operarios.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, dentro de la planta se debe realizar un recorrido por todas las áreas de trabajo, evaluando las condiciones de iluminación y a su vez considerar la opinión de los trabajadores de cada área.

### 3.7.4.4 Ficha Técnica del Equipo Utilizado en la Evaluación

Equipo: Luxómetro digital

Marca: AEMC

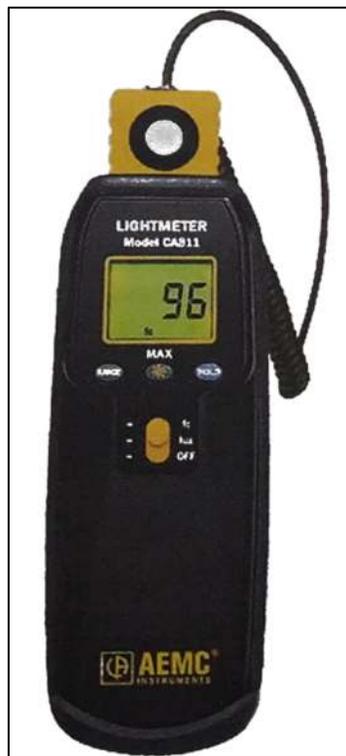
Modelo: CA-811

Resolución: 1-10 lux

Medición y rango: 2000 – 20,000 lux.

Imagen 15

Luxómetro digital AEMCID modelo CA-811



Fuente: Elaboración propia (2021)

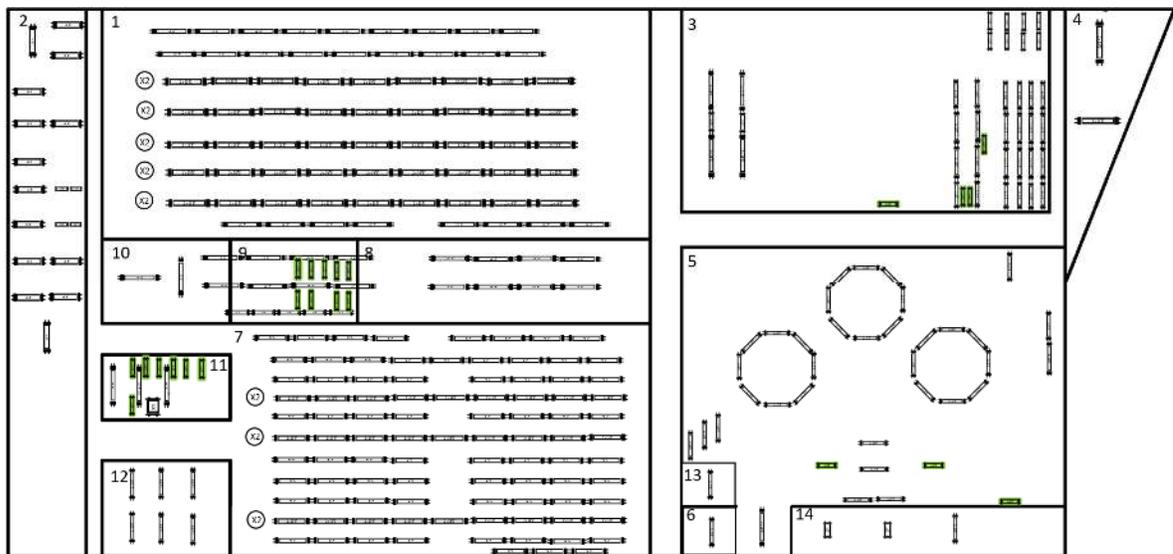
Certificado de calibración Anexo 2, del presente documento.

### 3.7.4.5 Determinación de las Áreas a Evaluar

Para la realización del estudio dentro de la empresa, se tomó en cuenta las distintas áreas en las que se transforma la materia prima que hay en la planta, debido a que se centran en el área de producción, ya que para la realización de las actividades se utiliza maquinaria la cual podría generar riesgos para los trabajadores y a su vez un mal desempeño de sus actividades, ocasionados por una mala iluminación, la cual a su vez genera riesgos a largo plazo para su salud visual; una vez determinadas las áreas que se toman en consideración, lo cual ayuda en la evaluación, ya que se apegara más a lo establecido en la norma, debido a que en cada área se tienen distintas actividades asignadas.

Imagen 16

Distribución de las áreas de trabajo a evaluar de la COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V



Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 10

Identificación de las áreas conforme a la Imagen 12

No.	Áreas	No.	Áreas
1	Área de Corte	8	Almacén
2	Área Administrativa	9	Revisado y deshebrado 1
3	Empaque y Terminado	10	Blanks
4	Caldera y Mtto.	11	Revisado y deshebrado 2
5	Estampado	12	Prototipo y Muestreo
6	Diseño	13	RH
7	Producción	14	Revelado y Lavado

Fuente: Elaboración propia (2021)

Conforme a la ilustración anterior se distingue la distribución de las luminarias por área de trabajo y de la misma manera se encuentran algunas indicaciones en donde las luminarias utilizan 2 lámparas por cada ítem. Del mismo modo, las luminarias utilizadas para iluminación localizada se identifican con color verde.

Una vez identificadas todas las áreas de la empresa solo se tomarán las que forman parte de la producción de la empresa ya que son las que procesan y transforman la materia prima, las cuales son:

Tabla 11

Áreas a considerar para el estudio de iluminación

No.	Áreas
1	Área de Corte
2	Empaque y Terminado
3	Estampado
4	Producción
5	Almacén

6	Revisado y deshebrado 1
7	Blanks
8	Revisado y deshebrado 2
9	Prototipo y Muestreo

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.6 Niveles de Iluminación de Acuerdo a las Tareas Visuales en las Áreas de Trabajo

De acuerdo con las áreas que cuenta la COMERCIALIZADORA KETER S.A. de C.V., empresa que particularmente permitió realizar el estudio de iluminación para la utilización de la metodología; prosiguiendo con las áreas, los niveles mínimos de iluminación que deben encontrarse en el área de trabajo de la empresa para el tipo de tarea visual que se lleve a cabo en el área, en base a la NOM-025-STPS-2008 véase la tabla 12.

Tabla 12

Niveles mínimos de iluminación recomendada para las tareas visuales de los puestos de trabajo y áreas de trabajo en base a la NOM\_025-STPS-2008.

TAREAS VISUALES DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN
Se lleva a cabo una distinción clara de detalles, debido a la necesidad de una buena visualización y precisión de los trazos a cortar, así como la toma de medidas de los telares que se cortaran y el conteo de ellos.	Área de Corte	500

<p>Distinción moderada de detalles para el empaque con inspección simple e/y actividades en banco y máquina, debido a que se lleva a cabo el planchado de las confecciones y conteo de las mismas para empaquetar. Dentro del área se cuenta con algunos puestos de trabajo que son de inspección y de calidad, en los cuales es necesaria mayor iluminación.</p>	<p>Empaque Terminado y</p>	<p>300</p>
<p>Se requiere de distinción moderada de detalles, inspección simple, en donde se lleva a cabo el conteo, estampado de las confecciones mediante máquina y colocación de label. Cabe resaltar que en el área se encuentran puestos de trabajo que son de calidad los cuales realizan la inspección del estampado.</p>	<p>Estampado</p>	<p>500</p>
<p>Trabajo medio en banco y máquina, realizando ensambles e inspección simple de la prenda.</p>	<p>Producción</p>	<p>300</p>
<p>Inspección simple del almacenaje y recuento de piezas.</p>	<p>Almacén</p>	<p>200</p>
<p>Inspección moderadamente difícil, identificando las hebras de las prendas y acabados delicados, de igual manera se lleva a cabo el</p>	<p>Revisado deshebrado 1 y</p>	<p>500</p>

conteo de piezas que se reciben, como las inspeccionadas.		
Inspección simple del almacenaje y recuento de piezas.	Blanks	200
Inspección moderadamente difícil, identificando las hebras de las prendas y acabados delicados, de igual manera se lleva a cabo el conteo de piezas que se reciben, como las inspeccionadas.	Revisado y deshebrado 2	500
Distinción moderada de detalles e inspección simple, en donde se realizan ensambles de nuevos diseños a realizar.	Prototipo y Muestreo	300

Fuente: Elaboración propia (2021)

### **3.7.4.7 Descripción de los Puestos de Trabajo que Requieren Iluminación Localizada**

#### **3.7.4.7.1 Revisado y Deshebrado**

En este puesto de trabajo se utiliza iluminación localizada, debido a requiere de inspección del producto semiterminado, en cuanto a los excedentes de hilos (hebras) y debido a su tamaño es difícil llevar a cabo la actividad en condiciones deficientes de iluminación. De igual manera el área realiza la inspección de los productos semiterminados para verificar el cumplimiento de los requerimientos del cliente.

### **3.7.4.7.2 Área de Calidad (Después de cada etapa de procesos productivos)**

Este puesto de trabajo se requiere de iluminación localizada, ya que es un proceso en el cual se hace la revisión del producto (después de la finalización de cada etapa de producción), los cuales deben de evaluar la correcta confección, estampado (sin manchas, mal ubicado, color, etc.) y requerimientos del cliente (inspección final), en donde al contar con todas las características requeridas este pueda ser distribuido.

### **3.7.4.8 Ficha Técnica de las Luminarias (lámparas) Utilizadas**

En la nave industrial en la mayoría de sus áreas de trabajo utilizan iluminación artificial, dada por lámparas fluorescentes en forma de tubo alargado (T8) con luminarias en su gran mayoría en forma de trapecio, dichas luminarias utilizan lámparas de la marca PHILLIPS con designación F96T8/TL865 de 60W, de acuerdo a la ficha técnica tiene una vida promedio de 20,000 hrs., con un índice de reproducción cromática de 82, apariencia de la luz es de 6500k y es principalmente catalogada para dar iluminación general como es el caso de la mayoría de las áreas de la empresa.

Imagen 17

Lámparas utilizadas en la empresa



Fuente: Elaboración propia (2021)

### **3.7.4.9 Determinación del Número de Zonas a Evaluar por Área**

Las zonas a evaluar deben seleccionarse en función de las necesidades y características de las actividades en cada centro de trabajo, con la finalidad de mantener el nivel permisible dentro del área según la norma.

Para determinar el número de zonas a evaluar, se realiza el cálculo de índice de zonas correspondientes por área y con la ayuda de la tabla 13 se determinará el número mínimo de zonas a evaluar por área de trabajo (dicha fórmula y tabla son brindadas por la NOM-025-STPS-2008). Considerando que las áreas de trabajo deben ser divididas en zonas del mismo tamaño y realizar la medición en el lugar donde haya mayor concurrencia de trabajadores o el centro geométrico de cada zona.

El índice del área se utiliza para evaluar el nivel de iluminación promedio en el lugar de trabajo a partir de cierto número de mediciones y puntos de medición, en donde el valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación siguiente:  $IC = (x)(y) / (h(x + y))$

- IC: índice del área.
- x, y: dimensiones del área (largo y ancho), en metros.
- h: altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

Tabla 13

Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición

Índice de área	A) Número mínimo de zonas a evaluar	B) Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Fuente: (DOF, 2008), NOM-025-STPS-2008.

En donde  $x$  es el valor de índice de área (IA) del lugar, redondeado al entero superior, excepto que para valores iguales o mayores a 3 el valor de  $x$  es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

En pasillos o escaleras, el plano de trabajo por evaluar debe ser un plano horizontal a  $75 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$ , sobre el nivel del piso, realizando mediciones en los puntos medios entre luminarias contiguas.

#### 3.7.4.10 Número y Distribución de Zonas por Área

De acuerdo a lo establecido anteriormente, se realizaron los cálculos de cada una de las áreas, aproximando las dimensiones, véase la tabla 14, de acuerdo al plano de la empresa proporcionado, el cual está dividido por diversas áreas. De igual manera en la tabla se observa que de acuerdo al índice de área se establecieron el número mínimo de zonas a evaluar por área.

En algunas áreas de trabajo en las cuales las dimensiones eran muy grandes para tan pocas mediciones, se realizaron más mediciones de iluminación, para obtener una mejor distribución de las zonas y un mejor análisis de cada zona evaluada (distribución de la iluminación).

Tabla 14

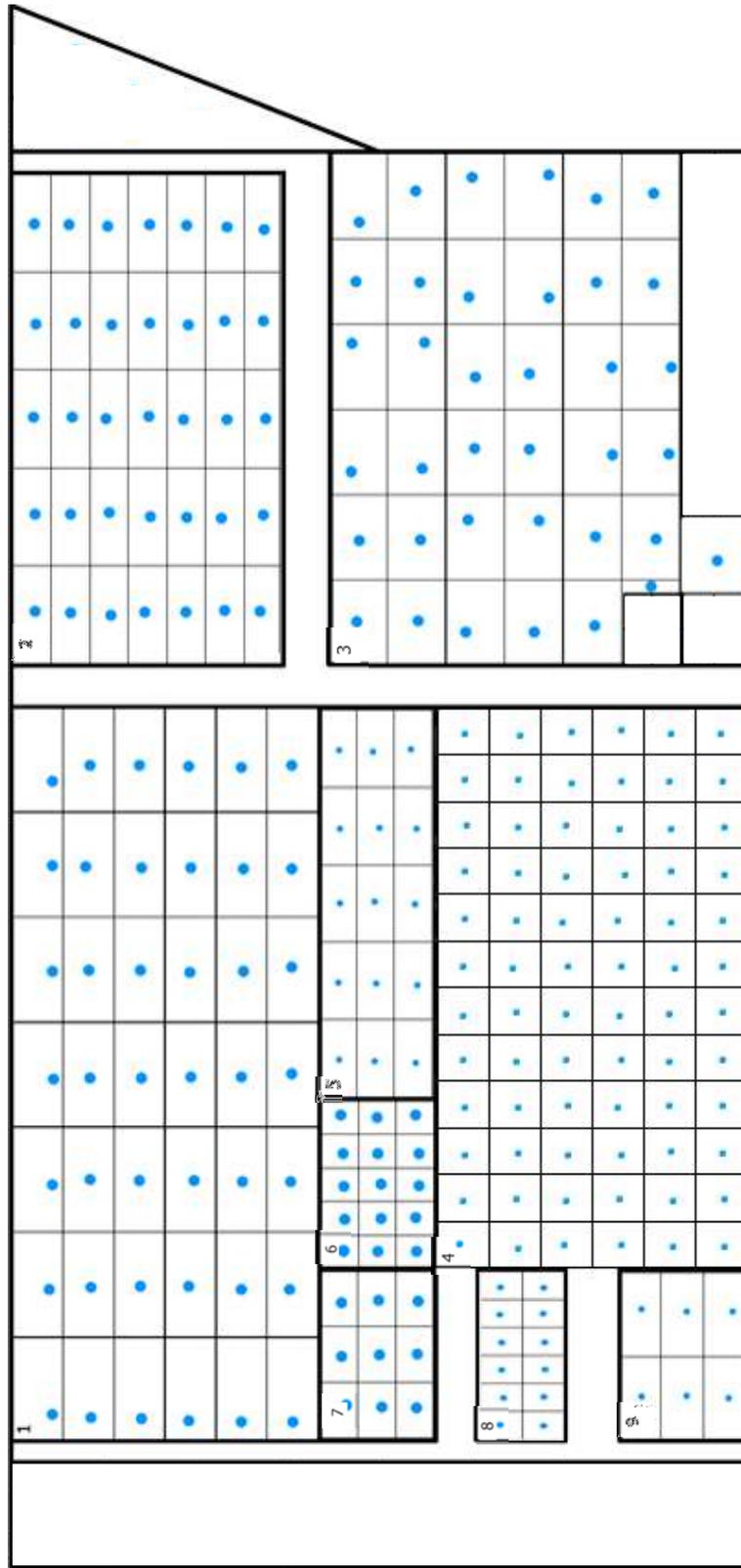
Cálculo del índice de área y número mínimo de zonas a evaluar

ÁREAS / PARAMETROS	LARGO (METROS)	ANCHO (METROS)	ALTURA (METRO)	IC	NUM. MIN. DE ZONAS A EVALUAR	NUM. REAL DE ZONAS EVALUADAS
ÁREA DE CORTE	15	37.97	1.4	7.6802	25	42
EMPAQUE Y TERMINADO	10.24	28	1.4	5.3556	25	36
ESTAMPADO	15	26.13	1.4	6.8068146	25	38
PRODUCCIÓN	12	16.9	1.4	5.0123579	25	72
ALMACEN	4.3	12.79	1.4	2.2986291	16	16
REVISADO Y DESHEBRADO 1	4.3	7.85	0.95	2.9244098	16	15
BLANKS	4.3	8	1.4	1.9976771	9	9
REVISADO Y DESHEBRADO 2	3.5	12.6	0.95	2.8832952	9	12
PROTOTIPO Y MUESTREO	4	2	1.4	0.952381	4	6

Fuente: Elaboración propia (2021)

Distribución de las áreas de la planta y zonas de evaluación

Tabla 15: Distribución por áreas, localizando las zonas a evaluar y puntos específicos de medición



Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.11 Evaluación del Factor de Reflexión

La determinación del factor de reflexión en el plano de trabajo y paredes o suelo que por su cercanía al trabajador afectan las condiciones de iluminación, son determinados de la siguiente manera:

Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

- a) Se efectúa una primera medición ( $E_1$ ), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de  $10 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ , hasta que la lectura permanezca constante;
- b) La segunda medición ( $E_2$ ), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente.
- c) El factor de reflexión de la superficie ( $K_f$ ) se determina con la ecuación siguiente:

$$K_f = \frac{E_2}{E_1}(100)$$

Tabla 16

Niveles máximos de reflexión, de acuerdo a lo establecido en la NOM-025-STPS-2008

Concepto	Niveles Máximos Permisibles de Reflexión, $K_f$
Paredes	60%
Plano de trabajo	50%

Fuente: (DOF, 2008), NOM-025-STPS-20008.

Tomando en cuenta la ecuación para cada una de las áreas que se tomaron en cuenta para la evaluación de los niveles de luminosidad. Se empezó por el factor de

reflexión de las paredes o suelo a una distancia aproximada a 10 cm, los factores de reflexión calculados para cada área se encuentran en la tabla 17.

Tabla 17

Niveles de reflexión del suelo por áreas

No.	Áreas	E1	E2	Kf
1	Área de Corte	98	287	<b>34%</b>
2	Empaque y Terminado	101	234	<b>43%</b>
3	Estampado	42	185	<b>23%</b>
4	Producción	45	128	<b>35%</b>
5	Almacén	20	107	<b>19%</b>
6	Revisado 1	65	220	<b>30%</b>
7	Blanks	28	88	<b>32%</b>
8	Revisado 2	58	247	<b>23%</b>
9	Prototipo y Muestreo	74	189	<b>39%</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

Empezando por el factor de reflexión del plano de trabajo, a una distancia aproximada a 10 cm, los factores de reflexión calculados para cada área se encuentran en la tabla 18.

Tabla 18

Niveles de reflexión del plano de trabajo por áreas

No.	Áreas	E1	E2	Kf
1	Área de Corte	184	534	<b>34%</b>
2	Empaque y Terminado	164	440	<b>37%</b>
3	Estampado	337	806	<b>42%</b>
4	Producción	101	325	<b>31%</b>

5	Almacén	69	297	<b>23%</b>
6	Revisado 1	135	645	<b>21%</b>
7	Blanks	50	154	<b>32%</b>
8	Revisado 2	108	457	<b>24%</b>
9	Prototipo y Muestreo	105	403	<b>26%</b>

Fuente: Elaboración propia (2021)

Conforme a las tablas 17 y 18, se observa que el 100% de las áreas estudiadas no presentan problemas de deslumbramiento en paredes o suelo y en los planos de trabajo con respecto a los límites permisibles que se establecen dentro de la NOM-025-STPS-2008, por lo que es aceptable tanto la infraestructura, como la maquinaria empleada en las áreas (plano de trabajo).

### **3.7.4.12 Resultados de las Mediciones**

Para la toma de mediciones en las áreas se utilizó el equipo de medición especializado (luxómetro) con un detector cosenoidal, de la marca AEMC, modelo CA811. Una vez especificado el instrumento (especificado en el capítulo III, en el punto 3.7.4.4 del presente documento), se procede con la toma de mediciones en las zonas divididas de cada área de trabajo en la empresa COMERCIALIZADORA KETER S.A. DE C.V. en donde los datos obtenidos fueron en condiciones laborales normales, con un plano de trabajo de 0.85m sobre el suelo.

#### **3.7.4.12.1 Área de Corte**

Los resultados obtenidos del área de corte se muestran en la imagen 18, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), en las cuales se realizaron las medidas en los puestos de trabajo de los trabajadores por zona de esta área, debido a como

se encuentra distribuidos los puestos de trabajo y por las actividades que se realizan en el área, ya que requieren de una iluminación específica debido a la complejidad de sus actividades. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 18

Resultados de las mediciones en el área de corte

501	515	520	503	508	523	548
623	502	508	584	500	562	532
652	634	718	752	723	732	504
514	604	501	525	506	504	513
511	504	501	500	508	505	513
622	617	632	733	690	521	502

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### **3.7.4.12.2 Área de Empaque y Terminado**

Los resultados obtenidos en el área de empaque y terminado se muestran en la imagen 19, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), se utilizan los centros geométricos aproximados y de igual manera los puestos de trabajo que se encontraban por zona para las tomas de medición en esta área, para identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 19

Resultados de las mediciones en el área de empaque y terminado

310	310	466	403	429
-----	-----	-----	-----	-----

301	302	592	430	305
325	314	303	419	305
307	300	306	434	368
300	307	310	734	425
309	301	880	424	369
329	540	829	318	382

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.12.3 Área de Estampado

Los resultados obtenidos en el área de estampado se muestran en la imagen 20, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), donde se utilizaron los puestos de trabajo aproximada a los centros geométricos para las tomas de mediciones de esta área, en algunas zonas cercanas a la zona de las estampadoras (pulpos) se efectuaron mediciones en partes más concurridas del mismo. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 20

Resultados de las mediciones en el área de estampado

302	348	620	545	362	338
343	373	524	396	334	416
545	470	720	994	367	502
496	703	415	526	549	510
457	689	546	904	717	639
428	468	465	589	546	383

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### **3.7.4.12.4 Área de Producción**

Los resultados obtenidos en el área de producción se muestran en la imagen 21, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), dentro de esta área fueron utilizados los planos de trabajo, debido a que se encuentran muchos puestos de trabajo en el área y son las zonas que deben tomarse en consideración, debido a que es donde el trabajador pasa la gran parte del tiempo laborando. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 21

Resultados de las mediciones en el área de producción

417	514	465	543	355	407	422	311	361	393	376	368
325	363	568	567	332	367	340	302	390	372	310	388
487	472	588	587	409	301	410	384	365	325	308	430
325	395	502	310	564	559	802	420	632	693	774	719
394	515	380	490	375	409	427	301	487	415	394	493
436	405	447	542	392	361	464	301	432	382	420	650

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### **3.7.4.12.5 Área de Almacén**

Los resultados obtenidos en el área de almacén se muestran en la imagen 22, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), se utilizaron los centros geométricos aproximados para las tomas de medición de esta área, ya que dentro del almacén no se concurre muy seguido. De igual manera las zonas ayudan a

identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 22

Resultados de las mediciones en el área de almacén

202	226	307	420	370
206	222	320	450	286
268	232	289	330	307

Fuente: Elaboración propia (2021)

#### **3.7.4.12.6 Área de Revisado y Deshebrado 1**

Los resultados obtenidos en el área de revisado y deshebrado 1 se muestran en la imagen 23, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), dentro de esta área fueron utilizados los planos de trabajo que se encontraban cerca del centro geométrico de las zonas, esto se debe que en su gran mayoría se encuentran con iluminación localizada, ya que las actividades realizadas son de complejidad difícil, por la distinción de las hebras. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 23

Resultados de las mediciones en el área de revisado y deshebrado 1

517	532	695	647	575
377	511	866	576	658
388	502	532	695	519

Fuente: Elaboración propia (2021)

### **3.7.4.12.7 Área de Blanks**

Los resultados obtenidos en el área de Blanks se muestran en la imagen 24, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), se utilizaron los centros geométricos aproximados para las tomas de medición de esta área, ya que tiene función similar a un almacén y algunos puestos de trabajo para conteo y revisión simple. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 24

Resultados de las mediciones en el área de Blanks

205	218	303
212	205	249
213	213	260

Fuente: Elaboración propia (2021)

### **3.7.4.12.8 Área de Revisado y Deshebrado 2**

Los resultados obtenidos en el área de revisado y deshebrado 2 se muestran en la imagen 25, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), dentro de esta área fueron utilizados los planos de trabajo que se encontraban cerca del centro geométrico de las zonas, esto se debe que en su gran mayoría se encuentran con iluminación localizada, ya que las actividades realizadas son de complejidad difícil, por la distinción de las hebras. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 25

Resultados de las mediciones en el área de revisado y deshebrado 2

304	585	932	732	583	604
314	509	504	500	383	366

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.12.9 Área de Prototipo y Muestreo

Los resultados obtenidos en el área de prototipo y muestreo se muestran en la imagen 26, la cual está distribuida por zonas (puntos de medición), dentro de esta área fueron utilizados los planos de trabajo que se encontraban cerca del centro geométrico de las zonas, se tomó de esta manera por la distribución de los puestos y en su totalidad se utiliza iluminación localizada, debido a que hacen revisiones y chequeo. De igual manera las zonas ayudan a identificar los lugares en los que se realizaron las mediciones y cuales necesitan control para mejorar la iluminación.

Imagen 26

Resultados de las mediciones en el área de prototipo y muestreo

370	378
382	365
400	400

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.13 Promedio de Iluminación de las Distintas Áreas

Estos valores serán comparados con lo estipulado por la norma, con el cual se verificarán las áreas que no se encuentran dentro de los límites permisibles por la norma. Los valores promedio se encuentran en la Tabla 19.

Tabla 19

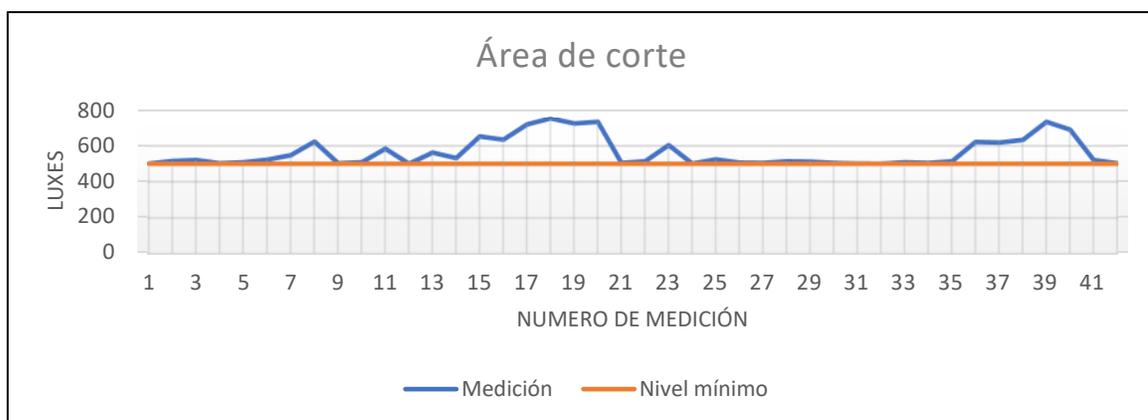
Valores de iluminación promedio por área

No.	Áreas	Promedio de Iluminación del área (luxes)	Iluminación mínima para el área estipulado por la NOM-025-STPS-2008 (luxes)
1	Área de Corte	563.571429	500
2	Empaque y Terminado	399.6	300
3	Estampado	514.694444	500
4	Producción	439.291667	300
5	Almacén	295.666667	200
6	Revisado 1	572.666667	500
7	Blanks	230.888889	200
8	Revisado 2	526.333333	500
9	Prototipo y Muestreo	382.5	300

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.14 Gráfico de Control del Área de Corte

Imagen 27: Gráfico de control del área de corte



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 500 luxes por la complejidad de la tarea; muestra que todos los puntos de medición efectuados en los planos de trabajo se encuentran dentro de lo permisible por la norma, de igual manera en algunas mediciones muestran variabilidad esto se debe a que algunas luminarias presentan exceso o deficiencia en sus lámparas.

### 3.7.4.14.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en esta área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, conforme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 20

Factor de uniformidad en el área de corte

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple	No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
1	501	563.57	0.889	SI	22	514	563.57	0.912	SI
2	515	563.57	0.9138	SI	23	604	563.57	0.9331	SI
3	520	563.57	0.9227	SI	24	501	563.57	0.889	SI
4	503	563.57	0.8925	SI	25	525	563.57	0.9316	SI
5	508	563.57	0.9014	SI	26	506	563.57	0.8978	SI
6	523	563.57	0.928	SI	27	504	563.57	0.8943	SI
7	548	563.57	0.9724	SI	28	513	563.57	0.9103	SI
8	623	563.57	0.9046	SI	29	511	563.57	0.9067	SI
9	502	563.57	0.8907	SI	30	504	563.57	0.8943	SI
10	508	563.57	0.9014	SI	31	501	563.57	0.889	SI
11	584	563.57	0.965	SI	32	500	563.57	0.8872	SI
12	500	563.57	0.8872	SI	33	508	563.57	0.9014	SI
13	562	563.57	0.9972	SI	34	505	563.57	0.8961	SI
14	532	563.57	0.944	SI	35	513	563.57	0.9103	SI

15	652	563.57	0.8644	SI	36	622	563.57	0.9061	SI
16	634	563.57	0.8889	SI	37	617	563.57	0.9134	SI
17	718	563.57	0.7849	SI	38	632	563.57	0.8917	SI
18	752	563.57	0.7494	SI	39	733	563.57	0.7689	SI
19	723	563.57	0.7795	SI	40	690	563.57	0.8168	SI
20	732	563.57	0.7699	SI	41	521	563.57	0.9245	SI
21	504	563.57	0.8943	SI	42	502	563.57	0.8907	SI

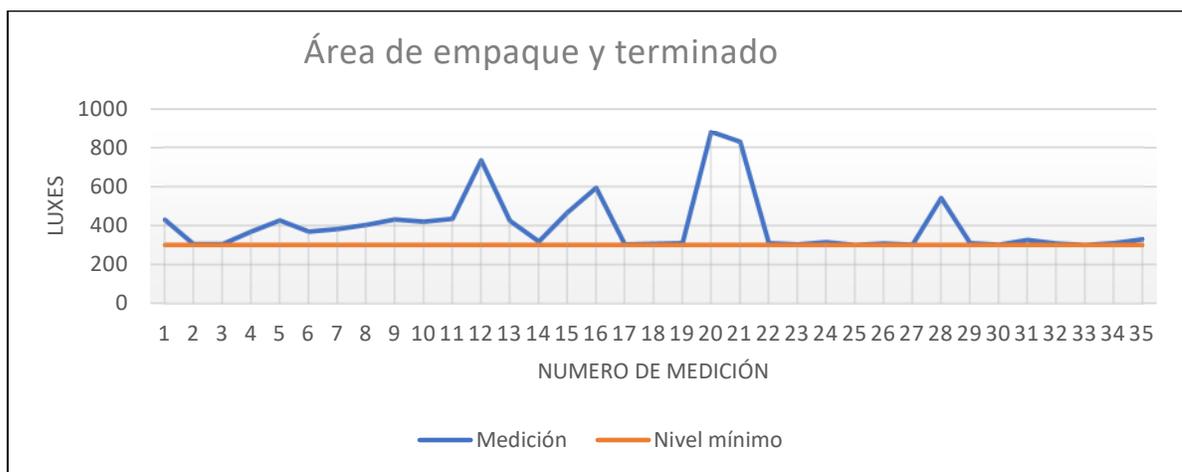
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con la tabla de uniformidad, se muestra que el 100% de las mediciones realizadas son uniformes, lo cual indica que el diseño del sistema de iluminación distribuye correctamente la luz para la realización de las actividades, sin pérdidas de iluminación en ninguna de las zonas evaluadas y al igual se traduce como las inexistencias de sombras que sean generadas por una mala distribución de los elementos para la realización de las actividades (mobiliarios, materia prima, estantes, maquinaria, etc.)

### 3.7.4.15 Gráfico de Control del Área de Empaque y Terminado

Imagen 28

Gráfico de control del área de empaque y terminado



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 300 luxes por que en esta área por la inspección moderada; muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo permisible por la norma, se observa que hay mediciones peculiares que tienen niveles de iluminación muy por encima, pero se debe a que dentro del área hay puestos de trabajo que necesitan de distinción moderada y utilizan iluminación localizada, omitiendo estos puestos, se observa que en los demás puestos se encuentra con una distribución uniforme de iluminación.

### 3.7.4.15.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 21

Factor de uniformidad en el área de empaque y terminado

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple	No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
1	429	399.6	0.9315	SI	19	310	399.6	0.7758	SI
2	305	399.6	0.7633	SI	20	880	399.6	0.4541	NO
3	305	399.6	0.7633	SI	21	829	399.6	0.482	NO
4	368	399.6	0.9209	SI	22	310	399.6	0.7758	SI
5	425	399.6	0.9402	SI	23	302	399.6	0.7558	SI
6	369	399.6	0.9234	SI	24	314	399.6	0.7858	SI
7	382	399.6	0.956	SI	25	300	399.6	0.7508	SI
8	403	399.6	0.9916	SI	26	307	399.6	0.7683	SI
9	430	399.6	0.9293	SI	27	301	399.6	0.7533	SI
10	419	399.6	0.9537	SI	28	540	399.6	0.74	SI
11	434	399.6	0.9207	SI	29	310	399.6	0.7758	SI
12	734	399.6	0.5444	NO	30	301	399.6	0.7533	SI
13	424	399.6	0.9425	SI	31	325	399.6	0.8133	SI

14	318	399.6	0.7958	SI	32	307	399.6	0.7683	SI
15	466	399.6	0.8575	SI	33	300	399.6	0.7508	SI
16	592	399.6	0.675	SI	34	309	399.6	0.7733	SI
17	303	399.6	0.7583	SI	35	329	399.6	0.8233	SI
18	306	399.6	0.7658	SI					

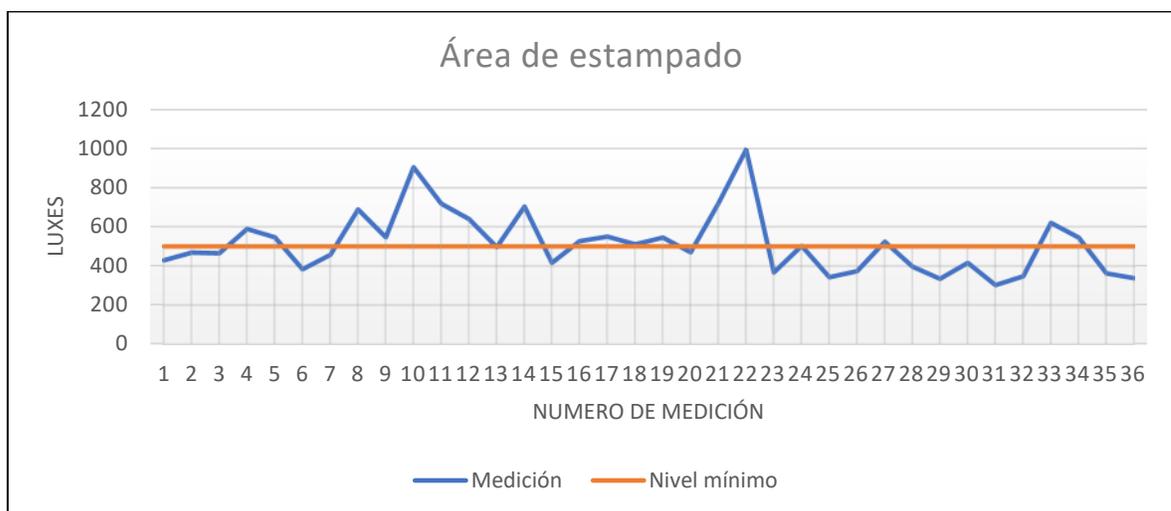
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo a la tabla del factor de uniformidad, se observa que algunos datos no son uniformes debido a que sus valores de iluminación son muy elevados en comparación de las demás mediciones, lo cual da como resultado que el 91% de las mediciones dentro del área cumplen, por lo que al superar el 75% de datos que cumplen de acuerdo a lo establecido en el capítulo III, el área se encuentra con una iluminación bien distribuida y se encuentran esparcidos los puestos de trabajo correctamente, para el aprovechamiento de la iluminación.

### 3.7.4.16 Gráfico de Control del Área de Estampado

Imagen 29

Gráfico de control del área de estampado



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 500 luxes, debido a que en el área por la inspección moderada; se observa que se encuentran puntos de medición por debajo de la iluminación mínima, por lo que se debe de realizar observaciones y mantenimiento de las luminarias, se observa que hay variabilidad en las mediciones debido a que dentro del área hay puestos de trabajo que necesitan de distinción clara de detalles y utilizan iluminación localizada. Algunas otras mediciones variables son por la distinción clara de detalles en la estampadora, ya que se debe identificar con precisión los tintes.

### 3.7.4.16.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 22

Factor de uniformidad en el área de estampado

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple	No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
1	428	514.69	0.8316	SI	19	545	514.69	0.9444	SI
2	468	514.69	0.9093	SI	20	470	514.69	0.9132	SI
3	465	514.69	0.9034	SI	21	720	514.69	0.7149	SI
4	589	514.69	0.8738	SI	22	994	514.69	0.5178	NO
5	546	514.69	0.9427	SI	23	367	514.69	0.713	SI
6	383	514.69	0.7441	SI	24	502	514.69	0.9753	SI
7	457	514.69	0.8879	SI	25	343	514.69	0.6664	NO
8	689	514.69	0.747	SI	26	373	514.69	0.7247	SI
9	546	514.69	0.9427	SI	27	524	514.69	0.9822	SI
10	904	514.69	0.5694	NO	28	396	514.69	0.7694	SI
11	717	514.69	0.7178	SI	29	334	514.69	0.6489	NO

12	639	514.69	0.8055	SI	30	416	514.69	0.8082	SI
13	496	514.69	0.9637	SI	31	302	514.69	0.5868	NO
14	703	514.69	0.7321	SI	32	348	514.69	0.6761	SI
15	415	514.69	0.8063	SI	33	620	514.69	0.8302	SI
16	526	514.69	0.9785	SI	34	545	514.69	0.9444	SI
17	549	514.69	0.9375	SI	35	362	514.69	0.7033	SI
18	510	514.69	0.9909	SI	36	338	514.69	0.6567	NO

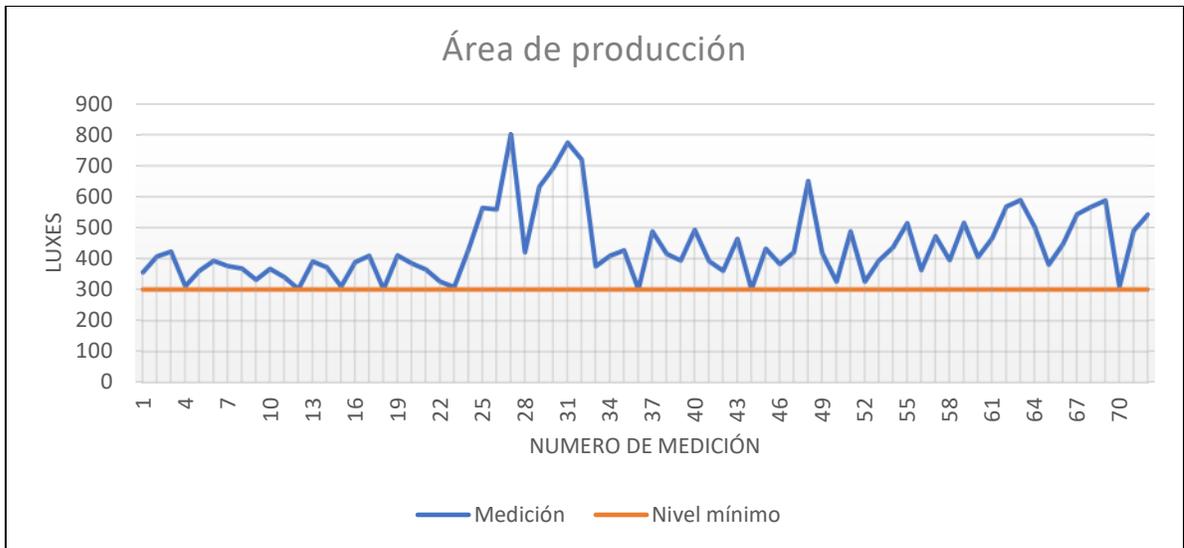
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con la tabla de uniformidad de las mediciones se encuentran zonas que no cumplen con el factor, debido a valores muy altos y algunos un poco bajos, las mediciones que se encuentran con niveles elevados de iluminación se deben a los puestos de trabajo que utilizan iluminación localizada. En cambio, los valores que no cumplen por ser valores un poco bajos, se considera que se debe a algunas luminarias no se encuentran en buen estado o tienen carencia de lámpara. Conforme a lo mencionado en el capítulo III, el 83% de las mediciones son uniformes, por lo que supera al 75%, esto indica que la iluminación se encuentra bien distribuida dentro del área, pero de igual manera se encuentran puntos de medición que no cumplen con el nivel mínimo de iluminación.

### 3.7.4.17 Gráfico de Control del Área de Producción

Imagen 30

Gráfico de control del área de producción



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 300 luxes por que en esta área por la inspección moderada y se realizan ensambles; muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo permisible por la norma, se observan algunas mediciones con alta variabilidad y esto se debe a que se utilizan lámpara con un flujo luminoso más elevado a las utilizadas generalmente, pero que de igual manera no genera destellos o afecciones, lo cual no presenta riesgos a los trabajadores.

#### 3.7.4.17.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se

utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 23

Factor de uniformidad en el área de producción

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumplimiento	No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumplimiento
1	355	439.29	0.8081	SI	37	487	439.29	0.902	SI
2	407	439.29	0.9265	SI	38	415	439.29	0.9447	SI
3	422	439.29	0.9606	SI	39	394	439.29	0.8969	SI
4	311	439.29	0.708	SI	40	493	439.29	0.8911	SI
5	361	439.29	0.8218	SI	41	392	439.29	0.8923	SI
6	393	439.29	0.8946	SI	42	361	439.29	0.8218	SI
7	376	439.29	0.8559	SI	43	464	439.29	0.9467	SI
8	368	439.29	0.8377	SI	44	301	439.29	0.6852	SI
9	332	439.29	0.7558	SI	45	432	439.29	0.9834	SI
10	367	439.29	0.8354	SI	46	382	439.29	0.8696	SI
11	340	439.29	0.774	SI	47	420	439.29	0.9561	SI
12	302	439.29	0.6875	SI	48	650	439.29	0.6758	SI
13	390	439.29	0.8878	SI	49	417	439.29	0.9493	SI
14	372	439.29	0.8468	SI	50	325	439.29	0.7398	SI
15	310	439.29	0.7057	SI	51	487	439.29	0.902	SI
16	388	439.29	0.8832	SI	52	325	439.29	0.7398	SI
17	409	439.29	0.931	SI	53	394	439.29	0.8969	SI
18	301	439.29	0.6852	SI	54	436	439.29	0.9925	SI
19	410	439.29	0.9333	SI	55	514	439.29	0.8547	SI
20	384	439.29	0.8741	SI	56	363	439.29	0.8263	SI
21	365	439.29	0.8309	SI	57	472	439.29	0.9307	SI
22	325	439.29	0.7398	SI	58	395	439.29	0.8992	SI
23	308	439.29	0.7011	SI	59	515	439.29	0.853	SI
24	430	439.29	0.9788	SI	60	405	439.29	0.9219	SI
25	564	439.29	0.7789	SI	61	465	439.29	0.9447	SI
26	559	439.29	0.7859	SI	62	568	439.29	0.7734	SI
27	802	439.29	0.5477	NO	63	588	439.29	0.7471	SI
28	420	439.29	0.9561	SI	64	502	439.29	0.8751	SI
29	632	439.29	0.6951	SI	65	380	439.29	0.865	SI
30	693	439.29	0.6339	NO	66	447	439.29	0.9828	SI
31	774	439.29	0.5676	NO	67	543	439.29	0.809	SI
32	719	439.29	0.611	NO	68	567	439.29	0.7748	SI
33	375	439.29	0.8536	SI	69	587	439.29	0.7484	SI
34	409	439.29	0.931	SI	70	310	439.29	0.7057	SI
35	427	439.29	0.972	SI	71	490	439.29	0.8965	SI

36	301	439.29	0.6852	SI	72	542	439.29	0.8105	SI
----	-----	--------	--------	----	----	-----	--------	--------	----

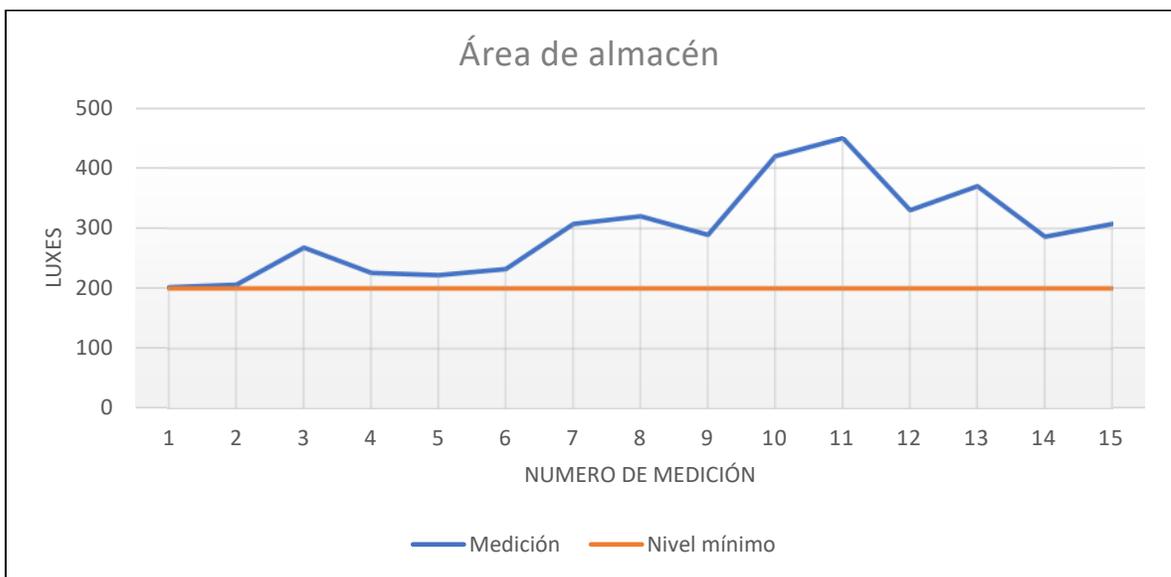
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo a la tabla de uniformidad, se obtiene que el 94% de los valores cumple con el factor a pesar de ser demasiadas mediciones, lo cual indica que supera al 75% mencionado en el capítulo III, indicando que la distribución de la iluminación se encuentra bien distribuida, los valores que no cumplen son debido a la alta iluminación en sus puestos de trabajo.

### 3.7.4.18 Gráfico de Control del Área de Almacén

Imagen 31

Gráfico de control del área de almacén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 200 luxes por que en esta área se requiere de inspección visual simple para la actividad que se realiza; muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo

permisible por la norma, se observan que las mediciones muestran poca variabilidad, esto se resume a que se está bien distribuida la iluminación.

### 3.7.4.18.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 24

Factor de uniformidad en el área de almacén

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
1	202	295.67	0.6832	SI
2	206	295.67	0.69673	SI
3	268	295.67	0.90643	SI
4	226	295.67	0.76437	SI
5	222	295.67	0.75085	SI
6	232	295.67	0.78467	SI
7	307	295.67	0.96308	SI
8	320	295.67	0.92396	SI
9	289	295.67	0.97745	SI
10	420	295.67	0.70397	SI
11	450	295.67	0.65704	NO
12	330	295.67	0.89596	SI
13	370	295.67	0.7991	SI
14	286	295.67	0.96731	SI
15	307	295.67	0.96308	SI

Fuente: Elaboración propia (2021)

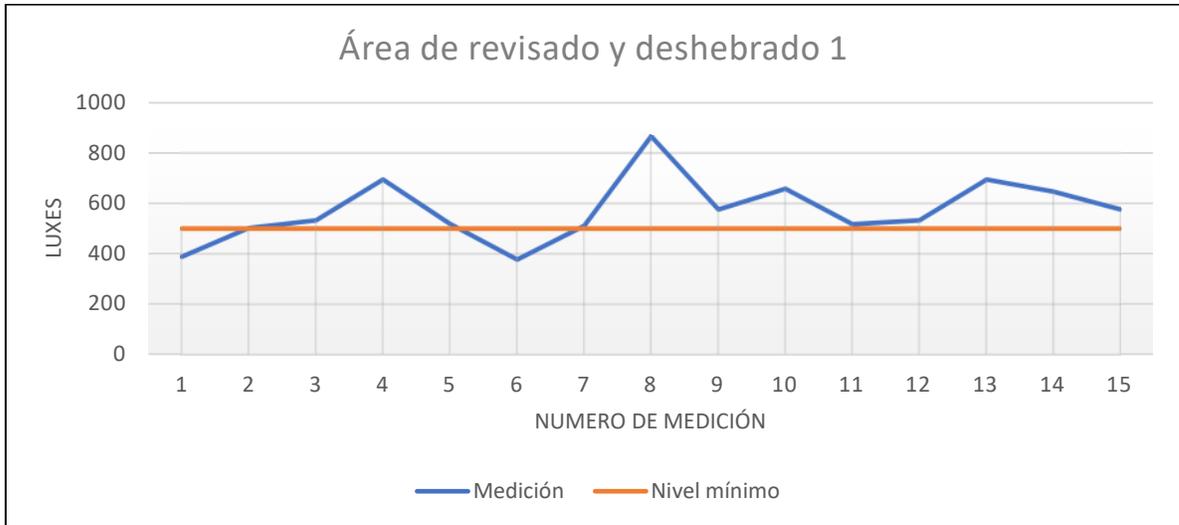
De acuerdo a la tabla anterior, una medición no cumple el factor de uniformidad, debido a que tiene un elevado nivel de iluminación, pero se muestra que el 93% de las mediciones son uniformes, lo cual es mayor al 75% establecido en el capítulo

III, por lo que la distribución de la iluminación esta correctamente dispersa en el área.

### 3.7.4.19 Gráfico de Control del Área de Revisado y Deshebrado 1

Imagen 32

Gráfico de control del área de almacén



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 500 luxes por que en esta área se requiere de distinción clara de detalles y acabados delicados (hebras); muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo permisible por la norma, cabe mencionar que en el área la iluminación en su gran mayoría es localizada, los que se muestran por debajo de lo permisible se debe a que esos puestos utilizan iluminación general para su actividad, ya que no requieren de tantos detalles, por lo que no muestra un riesgo para los trabajadores dentro del área.

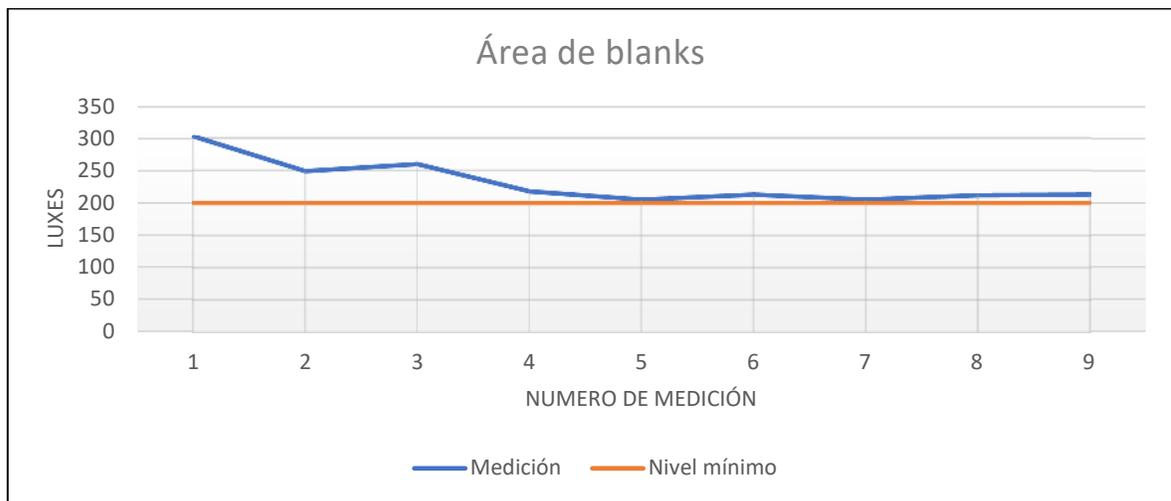
### 3.7.4.19.1 Factor de Uniformidad

Dentro de esta área no se lleva a cabo el factor de uniformidad debido a que utiliza iluminación localizada y de acuerdo a las actividades que se llevan dentro algunas utilizan iluminación general, dichas mediciones harán que el factor de uniformidad no se cumpla haciendo que no se tenga una buena distribución de la iluminación.

### 3.7.4.20 Gráfico de Control del Área de Blanks

Imagen 33

Gráfico de control del área de blanks



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 200 luxes por que en esta área se requiere de inspección visual simple para la actividad que se realiza; muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo permisible por la norma, se observan que las mediciones muestran poca variabilidad, esto se resume a que se está bien distribuida la iluminación.

### 3.7.4.20.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 25

Factor de uniformidad en el área de blanks

No. De medición	Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
1	303	230.89	0.762	SI
2	249	230.89	0.9273	SI
3	260	230.89	0.888	SI
4	218	230.89	0.9442	SI
5	205	230.89	0.8879	SI
6	213	230.89	0.9225	SI
7	205	230.89	0.8879	SI
8	212	230.89	0.9182	SI
9	213	230.89	0.9225	SI

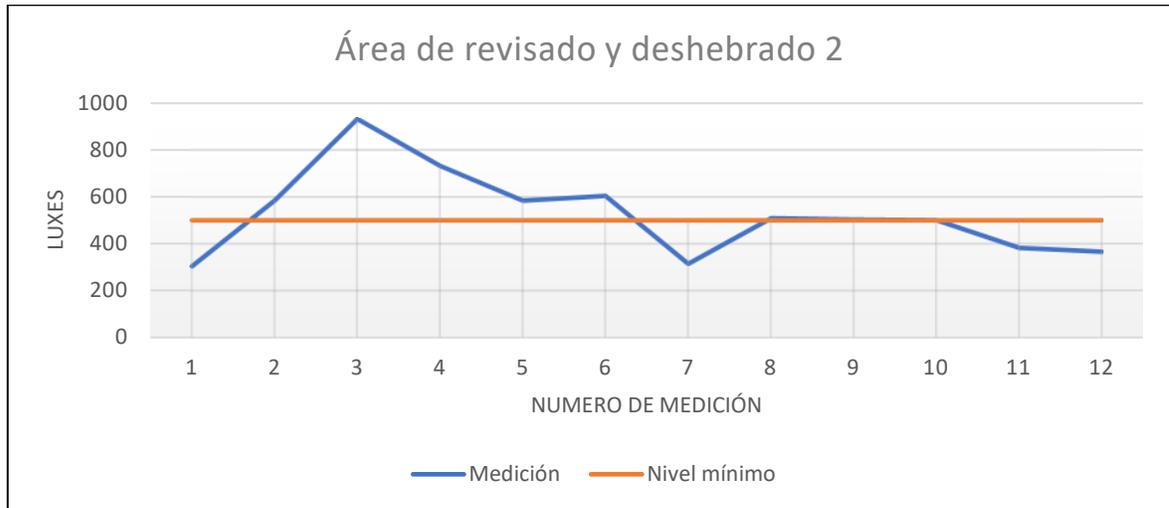
Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con la tabla de uniformidad, se muestra que el 100% de las mediciones realizadas son uniformes, lo cual indica que el diseño del sistema de iluminación distribuye correctamente la luz para la realización de las actividades dentro del área, sin pérdidas de iluminación en ninguna de las zonas evaluadas y al igual se traduce como las inexistencias de sombras que sean generadas por una mala distribución y organización de los elementos (mobiliarios, materia prima, estantes, maquinaria, etc.).

### 3.7.4.21 Gráfico de Control del Área de Revisado y Deshebrado 2

Imagen 34

Gráfico de control del área de revisado y deshebrado 2



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico, se observa en las mediciones obtenidas comparándolas con la iluminación mínima estipulada por la NOM-025-STPS-2008, la cual se determinó por el tipo de actividad que se lleva dentro del área, la cual es de 500 luxes, porque en esta área se requiere de distinción clara de detalles y acabados delicados (hebras); muestra que todos los puntos de medición efectuados se encuentran dentro de lo permisible por la norma, cabe mencionar que en el área la iluminación en su gran mayoría es localizada, los que se muestran por debajo de lo permisible se debe a que esos puestos utilizan iluminación general para su actividad, ya que no requieren de tantos detalles, por lo que no muestra un riesgo para los trabajadores dentro del área.

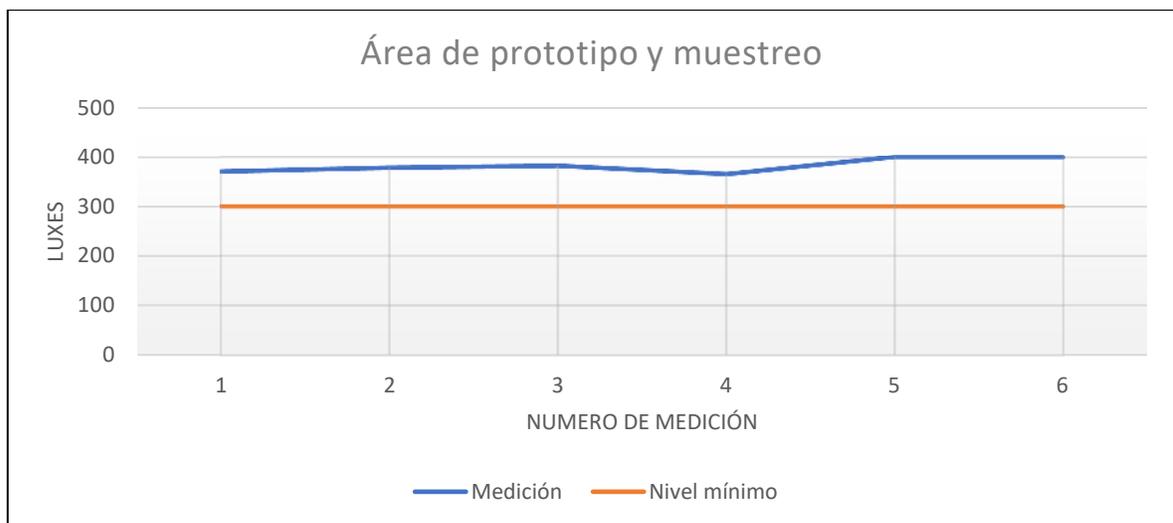
### 3.7.4.21.1 Factor de Uniformidad

Dentro de esta área no se lleva a cabo el factor de uniformidad debido a que utiliza iluminación localizada y de acuerdo a las actividades que se llevan dentro algunas utilizan iluminación general, dichas mediciones harán que el factor de uniformidad no se cumpla haciendo que no se tenga una buena distribución de la iluminación.

### 3.7.4.22 Gráfico de Control del Área de Prototipo y Muestreo

Imagen 35

Gráfico de control del área de prototipo y muestreo



Fuente: Elaboración propia (2021)

Dentro de este gráfico de control, se muestra que tiene un comportamiento normal lo cual indica que está dentro de lo establecido, el cual es de 300 luxes, obtenidos de la NOM-025-STPS-2008, esto se debe a que en el área se llevan actividades que requieren de distinción moderada de detalles. Se identifica que dentro de lo establecido esta área se encuentra en un ambiente de iluminación óptimo y estable para las actividades que se llevan dentro.

### 3.7.4.22.1 Factor de Uniformidad

Este factor ayuda a distinguir dentro de las áreas, las zonas que no se encuentran con una iluminación bien distribuida, este se lleva a cabo en el área debido a que se utiliza iluminación general, por lo que debe de generar una iluminación uniforme, con forme a su promedio obtenido de las mediciones de iluminación.

Tabla 26

Factor de uniformidad en el área de prototipo y muestreo

Medición	Promedio	Uniformidad	Cumple
370	382.5	0.967320261	SI
378	382.5	0.988235294	SI
382	382.5	0.99869281	SI
365	382.5	0.954248366	SI
400	382.5	0.95625	SI
400	382.5	0.95625	SI

Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con la tabla de uniformidad, se muestra que el 100% de las mediciones realizadas son uniformes, lo cual indica que el diseño del sistema de iluminación distribuye correctamente la luz para la realización de las actividades, sin perdidas de iluminación en ninguna de las zonas evaluadas y al igual se traduce como las inexistencias de sombras que sean generadas por una mala distribución de los elementos para la realización de las actividades (mobiliarios, materia prima, estantes, maquinaria, etc.)

### 3.7.4.23 Resultados de la Encuesta

La encuesta antes presentada, fue aplicada a un total de 122 empleados (operarios, manuales, auditores, mecánicos, revisadores, etc.), de 189 que son de toda la

empresa, debido a que fueron recolectados mientras se realizaban las mediciones de iluminación.

Imagen 36 Resultados de la pregunta 1 y 2



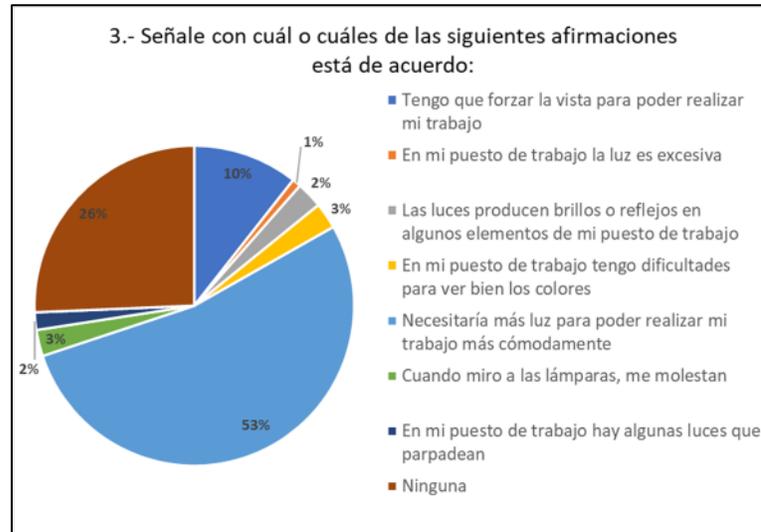
Fuente: Elaboración propia (2021)

La consideración de estas dos preguntas, va en relación a si los empleados se sienten cómodos en sus puestos de trabajo con respecto a la iluminación que inciden en sus áreas. Como se observa en ambos gráficos, al compararlos se deduce que la gran mayoría de los empleados (77%) percibe que la iluminación en sus puestos de trabajo es aceptable (imagen 36), pero en cambio esta cifra es reducida con respecto a la siguiente pregunta, en el cual se observa que algunos que se sienten conformes con la iluminación les gustaría optar por tener más iluminación en sus áreas y ninguno opta por tener menor iluminación.

La pregunta 3 está dirigida a los factores en los que se encuentran sus puestos de trabajo y como se sienten al realizar sus actividades. Dentro de la imagen 37 se observa que, en gran mayoría de los empleados en sus puestos de trabajo, les gustaría un mejor confort de iluminación para llevar a cabo sus actividades más cómodamente, en cambio algunos en sus puestos de trabajo se encuentran sin factores desfavorables para sus actividades.

## Imagen 37

### Resultados de la pregunta 3

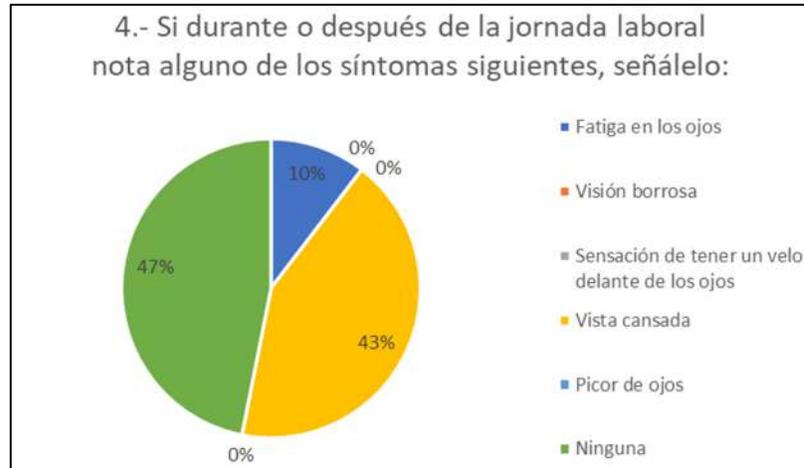


Fuente: Elaboración propia (2021)

La pregunta 4 (imagen 38) está dirigida a las afecciones visuales que sienten los empleados durante o después de las labores, en donde puede conllevar a enfermedades a largo plazo. Como se observa en el gráfico se obtienen resultados en donde se identifica que se encuentran afecciones visuales durante o después de su jornada laboral, debido a los niveles de iluminación (exceso o carencia) en los que se pueden encontrar sus puestos de trabajo y también depende de la complejidad de la actividad.

Imagen 38

Resultados de la pregunta 4

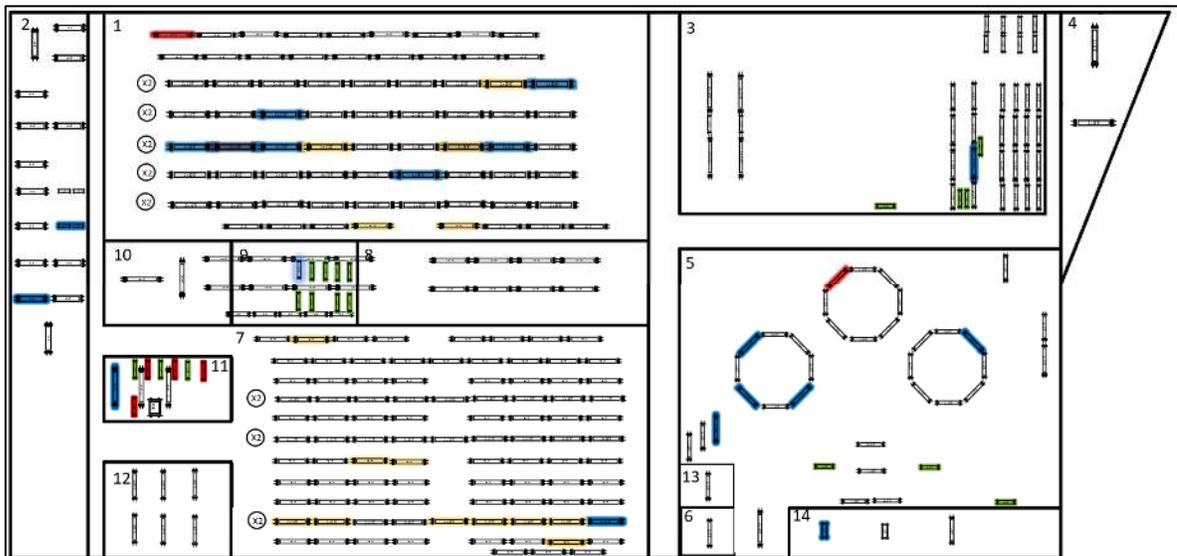


Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.4.24 Distribución de las Luminarias por Área

Imagen 39

Distribución de las luminarias



Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 27

Indicador de ítems con forme a la distribución de las luminarias

<b>Color de ítem</b>	<b>Indica</b>
Sin color	Las luminarias se encuentran en buen estado junto con sus lámparas
Rojo	A las luminarias les falta una o dos lámparas
Azul	En las luminarias se encuentra una lámpara fundida o el flujo luminoso es muy deficiente
Negro	Las luminarias cuentan con 2 o más lámparas fundidas o ambas emiten un flujo luminoso muy deficiente
Amarillo	Las lámparas de las luminarias emiten iluminación de distinto color
Verde	Iluminación localizada

Fuente: Elaboración propia (2021)

A lo largo del recorrido por las instalaciones para el reconocimiento del área y a la hora de hacer las mediciones se encontraron con luminarias que no tenían lámparas, que contaban con lámparas fundidas o con deficiencia del flujo luminoso (se identificaban los Hertz) y algunas lámparas emiten distinto color (amarillento) a lo normal (blanco) y algunas lámparas emitían más iluminación que las demás; el color distinto emitido es debido a que en algunas luminarias se cuenta con lámparas de distintas marcas (modelos) los cuales cuentan con diferentes características (flujo luminoso, temperatura de color, frecuencia Hz, potencia, IRC, etc.), de igual manera se debe a la antigüedad o horas de uso de las lámparas que de igual manera hacen que cambie el color.

### **3.7.5 Perdida Lumínica del Sistema de Iluminación**

En este apartado se plantea que el sistema de iluminación es antiguo por lo que se realiza una comprobación de la perdida lumínica que se ha producido por el

transcurso del tiempo y la falta de un mantenimiento rutinario, con el uso de información de apartados anteriores (nivel promedio de iluminación y ficha técnica de las lámparas y luminarias) ayudan a el planteamiento del uso de la ecuación que teoriza la iluminación que debe residir en la superficie, la cual se compara con la iluminación promedio obtenida en la evaluación, véase la tabla 28.

Las ecuaciones utilizadas para la determinación teórica de la iluminación que residen las superficies de los puestos de trabajo son:

- Intensidad luminosa en Candela

$$I_v = L_m / \Omega \text{ [Cd]}$$

Donde:

$I_v$ : intensidad luminosa en Candela

$L_m$ : Flujo luminoso de la luminaria (Fujo luminoso de la lámpara utilizada X el número de lámparas por luminaria)

$\Omega$ : Estereorradianes

$$\Omega = (2\pi (1 - \cos (\theta / 2)))$$

Donde:

$\theta$ : Ángulo de apertura de la luminaria

- Iluminancia sobre superficie en luxes

$$E_v = I_v / r^2$$

Donde:

$r^2$ : El radio o distancia al cuadrado de la luminaria al plano de trabajo

Tabla 28

Comparativo de iluminación promedio con la iluminación teórica que debe residir en la superficie

No.	Áreas	Tipo de iluminación	Flujo luminoso (Lm) que emite la lamapara	Numero de lámparas por luminaria	Angulo de iluminación de la luminaria	Estereorradianes	Intensidad luminosa en candela	Distancia de la luminaria al plano de trabajo	Lux teórico promedio sobre la superficie	Promedio de Iluminación del área (luxes)	Porcentaje de perdida lumínica
1	Área de Corte	General	5780	2	120	3.141592	3679.663	1.4	1877.379	563.571429	70%
2	Empaque y Terminado	General	5780	1	120	3.141592	1839.832	1.4	938.6896	399.6	57%
3	Estampado	General	5780	2	120	3.141592	3679.663	1.4	1877.379	514.694444	73%
4	Producción	General	5780	1	120	3.141592	1839.832	1.4	938.6896	439.291667	53%
5	Almacén	General	5780	1	120	3.141592	1839.832	1.4	938.6896	295.666667	69%
6	Revisado 1	Localizada	1150	1	90	1.840301986	624.8974	0.95	692.4071	572.666667	17%
7	Blanks	General	5780	1	120	3.141592	1839.832	1.4	938.6896	230.888889	75%
8	Revisado 2	Localizada	1150	1	90	1.840301986	624.8974	0.95	692.4071	526.333333	24%
9	Prototipo y Muestreo	General	5780	1	120	3.141592	1839.832	1.4	938.6896	382.5	59%

Fuente: Elaboración propia (2021)

Se determina que las luminarias fluorescentes utilizadas, han decaído su flujo luminoso, en pocas palabras las luminarias no emiten la potencia que se obtenía como cuando eran nuevas, ya que con el paso del tiempo las micas que recubren las lámparas fluorescentes suelen diferir en la iluminación emitida por ellas. Por lo que se generaron cambios, como lo son el bajar un poco más las luminarias para la obtención de mayor iluminación para la realización de la tarea, pero eso mismo conlleva a generar riesgos para los trabajadores, debido a que pueden alcanzar un ángulo de entre 45° a 85°, el cual genera riesgos de deslumbramiento e incomodidad al trabajador.

### **3.7.6 Optimización de las Condiciones Ambientales de Iluminación**

Para obtener una iluminación óptima que ayude a laborar correctamente en las áreas de trabajo, es necesario conocer las condiciones de iluminación en las que se encuentran las áreas, es por ello que con la ayuda de un estudio de iluminación se obtenga información sobre las necesidades de cada área para la correcta iluminación en sus puestos de trabajo.

#### **3.7.6.1 Justificación de la Propuesta**

De acuerdo con la investigación realizada se identificó que el sistema de iluminación en las áreas que se evaluaron cuenta con un promedio que cumple lo estipulado por la Normatividad vigente; pero, por otro lado, con el apoyo de la encuesta realizada se contrajo la información en la que resulta que casi la mitad de los encuestados haya contestado que la iluminación para su actividad era deficiente y requerían de mayor iluminación y como información extra por parte de los mismos, retroalimentaron a la investigación que en colores oscuros les es difícil llevar a cabo la actividad, lo que conllevó a la realización de una nueva evaluación de la pérdida del flujo luminoso de las luminarias en el cual se detectó que en la mayoría de las áreas, las luminarias han perdido una gran mayoría del flujo luminoso con el que se contaba desde un inicio haciendo de ello que el sistema de iluminación se encontrase a una altura considerada algo baja en la que para algunos trabajadores les sea incomodo el mirar hacia el frente de ellos; de igual manera al perder flujo luminoso por la antigüedad del sistema de iluminación, se tiene una pérdida de la temperatura del color que emiten las luminarias y de igual manera uno de los aspectos más importante es el Índice de Reproducción Cromática (IRC), el cual supone que debe de reproducir fielmente los colores de las superficies en las que los rayos de luz (iluminación emitida por el conjunto lámpara y luminaria) son reflejados.

### 3.7.7 Desarrollo de las Etapas de la Metodología

Por motivos de costes, rentabilidad y evitar riesgos extras que generan las lámparas fluorescentes, se lleva a cabo una la búsqueda de lámparas que sean adaptables a las luminarias que utilizan las lámparas fluorescentes, de igual manera que genere un menor coste para la empresa y a la vez evitar riesgos extras que generan las fluorescentes.

La investigación del conjunto lámpara – luminaria dependerá del tipo de necesidad que se tenga (tipo de iluminación), para evitar costos extras en el caso de contar en un inicio con un conjunto en el que se cuente con lámparas fluorescentes, se puede optar por lámparas LED corroborando dimensiones y tipo de entradas para la luminaria, lo cual evita un gasto extra.

En el caso de que el sistema de iluminación se encuentre actualizado (sin pérdida de lúmenes) ya sea LED o fluorescente y se quiere obtener una iluminación óptima, solo se requiere del uso de los datos técnicos del conjunto.

Con lo expuesto anteriormente se realiza una comparación de lámparas, véase la tabla 29, entre las que se utilizan actualmente y las que se proponen para la sustitución de ellas.

Tabla 29

Cuadro comparativo entre lámpara comúnmente utilizada y la lámpara propuesta

Tipo de lámpara / Características	Lámpara Fluorescente	Lámpara LED
Marca de lámparas	Philips	Philips
Modelo de lámpara	F96T8/TL865 ALTO	34T8/COR/96-850/MF42/G/FA8 10/1
Potencia (Watts)	59 W	34 W
Lúmenes	5780 lm	4200 lm
Eficiencia lumínica	97 lm/W	123 lm/W
Vida útil promedio (Horas)	24,000 - 30,000 hrs.	50,000 hrs.
Angulo del haz de luz	Multidireccional	240°

Temperatura de color (Grados Kelvin)	6500 K	5000 K
Rendimiento de color (Ra) o Índice de Reproducción de Color (IRC)	80 - 90	80 - 90
Dimensiones	T8 2438.4 mm	T8 2387.8 mm
Temperatura óptima para su correcto funcionamiento	Trabaja bien cerca de los 20° C. A temperaturas muy bajas o altas su eficiencia decrece. A temperaturas extremadamente bajas, pueden no arrancar.	El rango óptimo de temperaturas para su buen funcionamiento va desde los -20° hasta los 40° C.

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de Philips lighting (Philips lighting, 2021).

La tecnología LED ha evolucionado de forma drástica que hoy en día son de las más utilizadas por el rendimiento energético que generan en comparación de las demás tecnologías, como se observa en el cuadro comparativo se observa que en cuanto a eficiencia lumínica se es mayor en la lámpara LED y eso sin tomar en cuenta que las lámparas fluorescentes utilizan balasto el cual regula el flujo de corriente, el cual igual consume energía y se traduce como un mayor gasto energético. Prosiguiendo, las lámparas LED tiene un tiempo de inicio más corto que las fluorescentes, lo cual hace que se tenga el pico máximo de iluminación cuando se necesita sin la necesidad de esperar o trabajar con una iluminación deficiente por un plazo un poco corto, de igual manera uno de los factores cruciales para la selección de estas, fue la temperatura de color y el índice de reproducción cromática, ya que con ellos se reproduce el color de los objetos fielmente, obteniendo los colores más realistas que se pueda en comparación con la luz del día.

La elección de la tecnología LED se debe a que de igual manera tiene beneficios para los trabajadores y para el medio ambiente laboral, ya que la lámpara convencional (fluorescente) contiene gases que contaminan y son peligrosos para la salud. El principal material que utiliza es el gas de mercurio y las lámparas por lo usual son de cristal, la incorporación de estas lámparas en producción puede ser muy peligroso, ya que por error de algún trabajador llegase a romper una lámpara

durante la labor de los trabajadores, generara que el gas de mercurio se esparza y sea inhalado generara envenenamiento el cual produce nauseas, vomito, dificultad para respirar y algunos síntomas más que son a largo plazo.

Cantidad de lámparas fluorescentes utilizadas actualmente en las áreas que tienen lámparas con una perdida lumínica por arriba del 30%:

Tabla 30

Lámparas fluorescentes utilizadas actualmente por la empresa

No.	Áreas	Tipo de iluminación	Cantidad de lámparas fluorescentes que utilizan actualmente
1	Área de Corte	General	115
2	Empaque y Terminado	General	83
3	Estampado	General	81
4	Producción	General	123
5	Almacén	General	8
6	Blanks	General	2
7	Prototipo y Muestreo	General	6

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.1 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Corte

Tabla 31

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de corte

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de corte</b>			
<b>Información general</b>			
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.		
Área de trabajo	Área de corte		
Actividades realizadas	Visualización de los trazos a cortar con precisión moderada		
<b>Información del área</b>			
Condición		Dimensiones	
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	15 m
Color de paredes:	Concreto	Ancho (m):	37.97 m
Color de piso:	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	569.55 m <sup>2</sup>
<b>Información adicional</b>			
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	500		
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS		
Wataje (w):	34 W		
Flujo luminoso de la lámpara (Lm):	4200 lúmenes		
Numero de focos por luminaria	2		
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>			
<b>Cavidad del local (K)</b>			
$K = (5 \cdot hm \cdot (l+a)) / (l \cdot a)$			
$K = 0.93003$			
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>			
$Cu = \text{Valor en tablas}$			
$Cu = 0.58$			

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	527947.72 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	65
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	546000
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	517.096655
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{(N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho}}$	
N ancho=	13
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	5

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.2 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Empaque y Terminado

Tabla 32

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de empaque y terminado

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de empaque y terminado</b>				
<b>Información general</b>				
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.			
Área de trabajo	Empaque y terminado			
Actividades realizadas	Ultima actividad de acondicionamiento del proucto junto a			
<b>Información del área</b>				
Condición		Dimensiones		
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	10.24	
Color de paredes:	Concreto	Ancho (m):	28	
Color de piso:	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m	
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m	
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	286.72 m <sup>2</sup>	
<b>Información adicional</b>				
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):				300
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63	
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4	
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76	
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS			
Wataje (w):	34 W			
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	4200 lúmenes			
Numero de focos por luminaria	1			
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>				
<b>Cavidad del local (K)</b>				
$K = (5 * hm * (l + a)) / (l * a)$				
$K = 1.33371$				
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>				
$Cu = \text{Valor en tablas}$				
$Cu = 0.55$				

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>		
<table border="1"> <tr> <td>Fm= Valor en tablas</td> </tr> <tr> <td>Fm= 0.93</td> </tr> </table>	Fm= Valor en tablas	Fm= 0.93
Fm= Valor en tablas		
Fm= 0.93		
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>		
<table border="1"> <tr> <td><math>\phi</math> Total = (Em*A) / (Cu*Fm)</td> </tr> <tr> <td><math>\phi</math> Total= 168164.223 lumen</td> </tr> </table>	$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	$\phi$ Total= 168164.223 lumen
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)		
$\phi$ Total= 168164.223 lumen		
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>		
<table border="1"> <tr> <td>N= <math>\phi</math> Total / (<math>\phi</math> luminaria * n)</td> </tr> <tr> <td>N= 44</td> </tr> </table>	N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	N= 44
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)		
N= 44		
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>		
<table border="1"> <tr> <td><math>\phi</math> Real= N*n*<math>\phi</math> lm</td> </tr> <tr> <td><math>\phi</math> Real= 184800</td> </tr> </table>	$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	$\phi$ Real= 184800
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm		
$\phi$ Real= 184800		
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>		
<table border="1"> <tr> <td>E prom. = (<math>\phi</math> Real * Cu * Fm) / A</td> </tr> <tr> <td>E prom. = 329.677734</td> </tr> </table>	E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	E prom. = 329.677734
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A		
E prom. = 329.677734		
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>		
<table border="1"> <tr> <td>N ancho= <math>v</math> ((N total/largo) * ancho)</td> </tr> <tr> <td>N ancho= 11</td> </tr> </table>	N ancho= $v$ ((N total/largo) * ancho)	N ancho= 11
N ancho= $v$ ((N total/largo) * ancho)		
N ancho= 11		
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>		
<table border="1"> <tr> <td>N largo= N ancho*(largo/ancho)</td> </tr> <tr> <td>N largo= 4</td> </tr> </table>	N largo= N ancho*(largo/ancho)	N largo= 4
N largo= N ancho*(largo/ancho)		
N largo= 4		

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.3 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Estampado

Tabla 33

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de estampado

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de estampado</b>			
<b>Información general</b>			
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.		
Área de trabajo	Estampado		
Actividades realizadas	Incorporacion de estampa mediante maquina aautomatica,		
<b>Información del área</b>			
Condición		Dimensiones	
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	15
Color de paredes:	Concreto	Ancho (m):	26.13
Color de piso:	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	391.95 m <sup>2</sup>
<b>Información adicional</b>			
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	500		
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS		
Wataje (w):	34 W		
Flujo luminoso de la lámpara (Lm):	4200 lúmenes		
Numero de focos por luminaria	2		
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>			
<b>Cavidad del local (K)</b>			
$K = (5 \cdot hm \cdot (l+a)) / (l \cdot a)$			
$K = 1.04937$			
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>			
$Cu = \text{Valor en tablas}$			
$Cu = 0.58$			

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	363320.356 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	45
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	378000
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	520.202067
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{((N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho})}$	
N ancho=	9
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	5

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.4 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Producción

Tabla 34

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de producción

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de producción</b>							
<b>Información general</b>							
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.						
Área de trabajo	Producción						
Actividades realizadas	Ensamble simple con maquina semi-automatica.						
<b>Información del área</b>							
Condición		Dimensiones					
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	12				
Color de paredes	Concreto	Ancho (m):	16.9				
Color de piso:	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m				
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m				
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	202.8 m <sup>2</sup>				
<b>Información adicional</b>							
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	300						
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63				
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4				
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76				
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS						
Wataje (w):	34 W						
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	4200 lúmenes						
Numero de focos por luminaria	1						
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>							
<b>Cavidad del local (K)</b>							
$K = (5 \cdot hm \cdot (l+a)) / (l \cdot a)$							
<table border="1"> <tr> <td>K=</td> <td>1.42505</td> </tr> </table>				K=	1.42505		
K=	1.42505						
<b>Coeficiente de utilización (Cu)</b>							
<table border="1"> <tr> <td>Cu=</td> <td>Valor en tablas</td> </tr> <tr> <td>Cu=</td> <td>0.55</td> </tr> </table>				Cu=	Valor en tablas	Cu=	0.55
Cu=	Valor en tablas						
Cu=	0.55						

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	118944.282 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	29
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	121800
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	307.202663
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{(N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho}}$	
N ancho=	7
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	4

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.5 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Almacén

Tabla 35

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de almacén

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de almacén</b>			
<b>Información general</b>			
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.		
Área de trabajo	Almacén		
Actividades realizadas	Almacenamiento de materia prima y conteo de piezas.		
<b>Información del área</b>			
Condición		Dimensiones	
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	4.3
Color de paredes	Concreto	Ancho (m):	12.79
Color de piso:	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	54.997 m <sup>2</sup>
<b>Información adicional</b>			
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	200		
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS		
Wataje (w):	34 W		
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	4200 lúmenes		
Numero de focos por luminaria	1		
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>			
<b>Cavidad del local (K)</b>			
$K = (5 \cdot hm \cdot (1 + a)) / (l \cdot a)$			
$K = 3.10744$			
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>			
$Cu = \text{Valor en tablas}$			
$Cu = 0.4$			

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	29568.2796 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	8
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	33600
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	227.270578
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{(N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho}}$	
N ancho=	4
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	2

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.6 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área Blanks

Tabla 36

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de blanks

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de blanks</b>			
<b>Información general</b>			
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.		
Área de trabajo	Blanks		
Actividades realizadas	Almacenamiento de materia prima y conteo de piezas.		
<b>Información del área</b>			
Condición		Dimensiones	
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	4.3
Color de paredes	Concreto	Ancho (m):	8
Color de piso	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	34.4 m <sup>2</sup>
<b>Información adicional</b>			
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	200		
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS		
Wataje (w):	34 W		
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	4200 lúmenes		
Numero de focos por luminaria	1		
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>			
<b>Cavidad del local (K)</b>			
$K = (5 * hm * (l + a)) / (l * a)$ $K = 3.57558$			
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>			
$Cu = \text{Valor en tablas}$ $Cu = 0.38$			

<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	19468.0249 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	6
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	25200
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	258.886047
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{(N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho}}$	
N ancho=	3
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	2

Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.7.7 Diseño y Distribución de las Luminarias en Área de Prototipo y Muestreo

Tabla 37

Determinación de la cantidad de luminarias a utilizar en el área de prototipo y muestreo

<b>Diseño y distribución de luminarias en área de prototipo y muestreo</b>								
<b>Información general</b>								
Empresa	COMERCIALIZADORA KETER S.A DE C.V.							
Área de trabajo	Prototipo y muestreo							
Actividades realizadas	Realización de nuevos modelos y ensamble de piezas.							
<b>Información del área</b>								
Condición		Dimensiones						
Color de techo:	Aluminio claro	Largo (m):	4					
Color de paredes	Concreto	Ancho (m):	2					
Color de piso	Blanco viejo	Alto de luminarias con respecto al suelo (m):	2.85 m					
Altura del plano de trabajo (m):	0.85 m	Hm (m):	2 m					
Tipo de iluminación:	Directa	Área (m <sup>2</sup> ):	8 m <sup>2</sup>					
<b>Información adicional</b>								
Requerimiento en de luxes para el área de acuerdo a la Normatividad (lux):	300							
Reflectancia del techo (%):	63	Decimal	0.63					
Reflectancia de pared (%):	40	Decimal	0.4					
Reflectancia del suelo (%):	76	Decimal	0.76					
Tipo de lámpara a utilizar:	Tubo LED T8 PHILIPS							
Wataje (w):	34 W							
Flujo luminoso de la lámpara (Lm)	4200 lúmenes							
Numero de focos por luminaria	1							
<b>Desarrollo de las ecuaciones</b>								
<b>Cavidad del local (K)</b>								
$K = (5 \cdot hm \cdot (l+a)) / (l \cdot a)$								
<table border="1"> <tr> <td>K=</td> <td>7.5</td> </tr> </table>					K=	7.5		
K=	7.5							
<b>Coefficiente de utilización (Cu)</b>								
<table border="1"> <tr> <td>Cu=</td> <td>Valor en tablas</td> </tr> <tr> <td>Cu=</td> <td>0.31</td> </tr> </table>					Cu=	Valor en tablas	Cu=	0.31
Cu=	Valor en tablas							
Cu=	0.31							

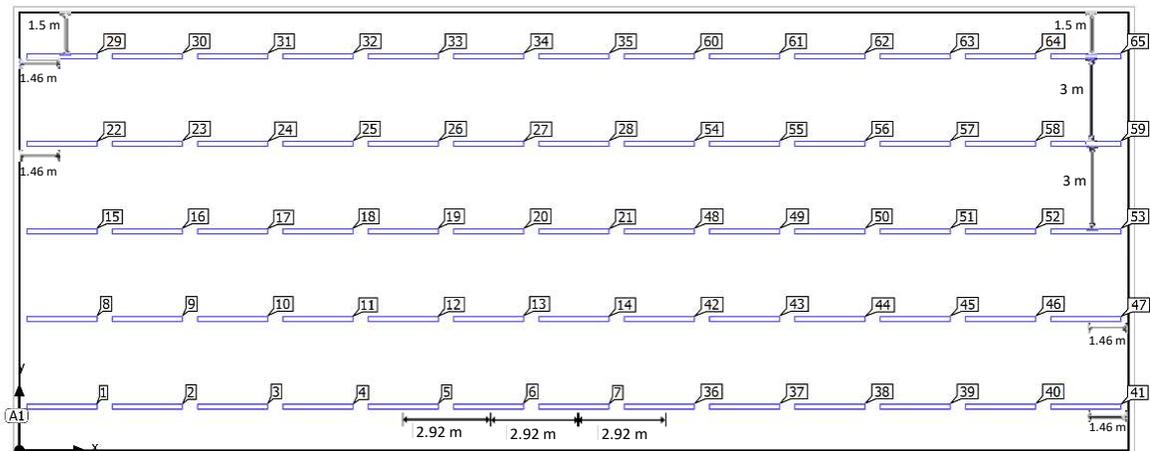
<b>Factor de mantenimiento (Fm)</b>	
Fm= Valor en tablas	
Fm=	0.93
<b>Flujo luminoso total requerido (<math>\phi</math> Total) (Lm)</b>	
$\phi$ Total = (Em*A) / (Cu*Fm)	
$\phi$ Total=	8324.66181 lumen
<b>Numero de luminarias requeridas (N total)</b>	
N= $\phi$ Total / ( $\phi$ luminaria * n)	
N=	2
<b>Flujo luminoso real (<math>\phi</math> Real) (Lm)</b>	
$\phi$ Real= N*n* $\phi$ lm	
$\phi$ Real=	8400
<b>Iluminación promedio real (E prom.) (lux)</b>	
E prom. = ( $\phi$ Real * Cu * Fm) / A	
E prom. =	302.715
<b>Numero de luminarias a lo ancho (N ancho)</b>	
N ancho= $\sqrt{((N \text{ total}/\text{largo}) * \text{ancho})}$	
N ancho=	1
<b>Numero de luminarias a lo largo (N largo)</b>	
N largo= N ancho*(largo/ancho)	
N largo=	2

Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo con las ecuaciones realizadas algunos parámetros fueron modificados con respecto a los que se utilizan dentro de la empresa, con la finalidad de reducir riesgos e incomodidades para los trabajadores y a su vez manteniendo los niveles de iluminación apegados a lo estipulado por la NOM-025-STPS-2008, de igual manera manteniendo uniformidad de la iluminación dentro de las áreas.

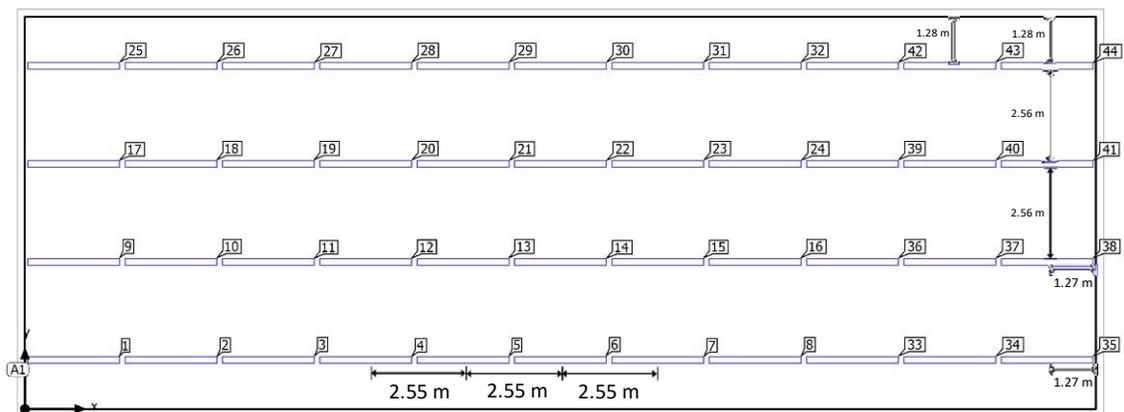
### 3.7.8 Distribución de las Luminarias Determinadas por Área

Imagen 40: Distribución de las luminarias del área de corte



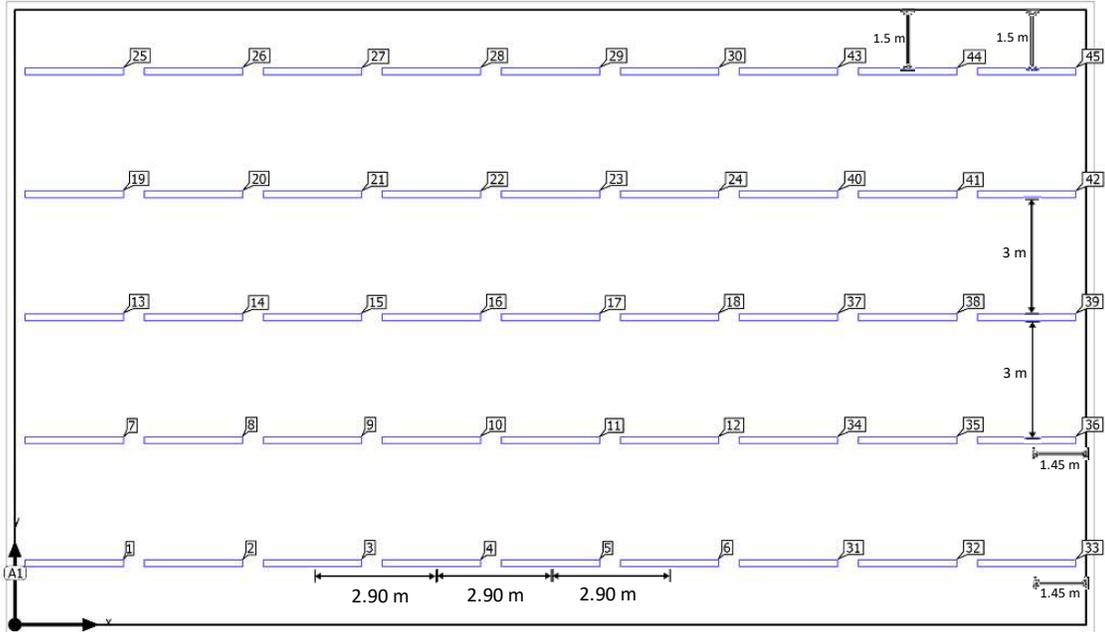
Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 41: Distribución de las luminarias del área de empaque y terminado



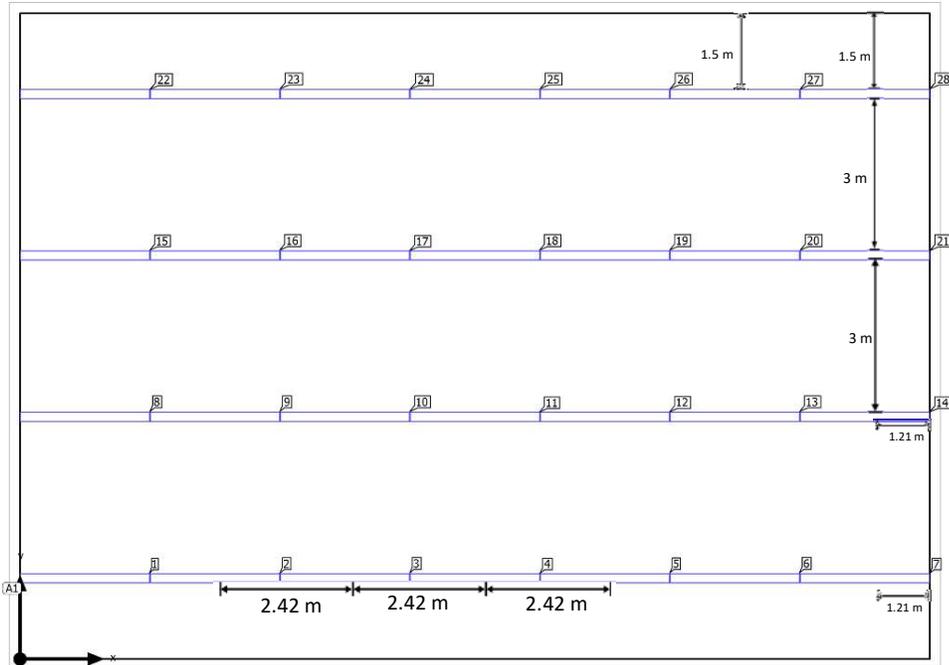
Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 42: Distribución de las luminarias del área de estampado



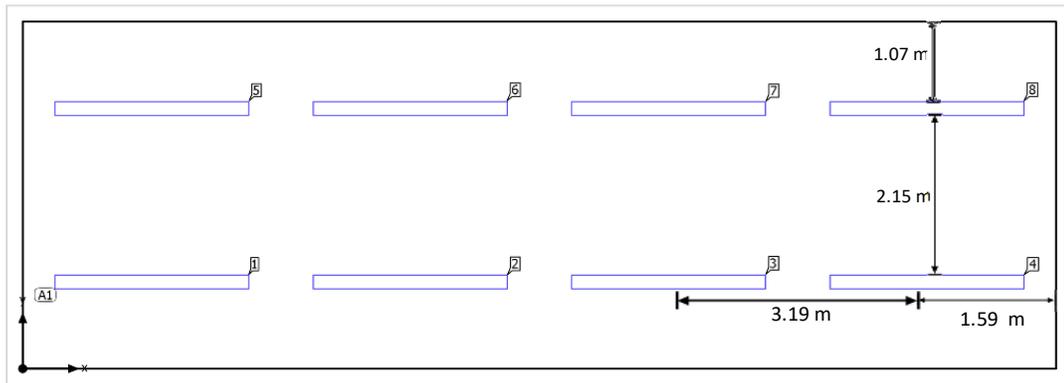
Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 43: Distribución de las luminarias del área de producción



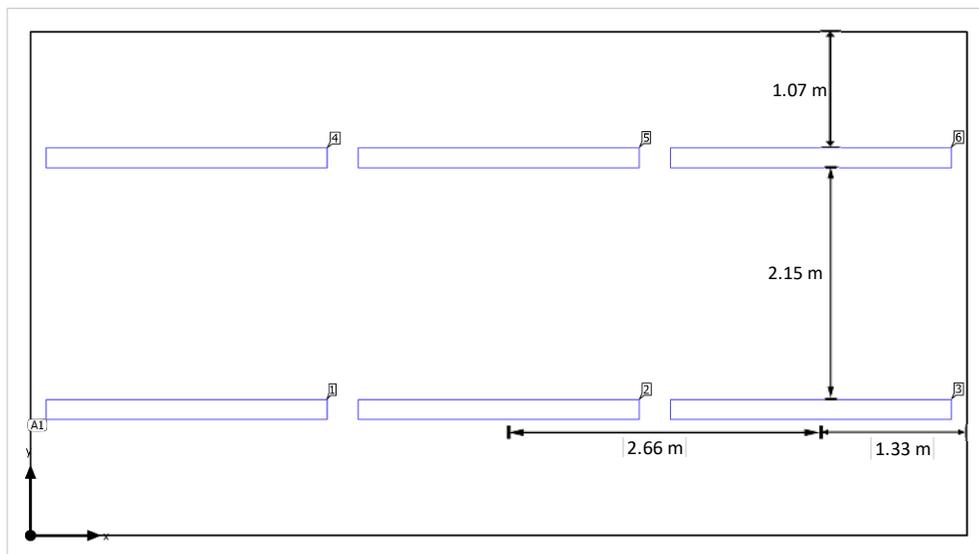
Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 44: Distribución de las luminarias del área de almacén



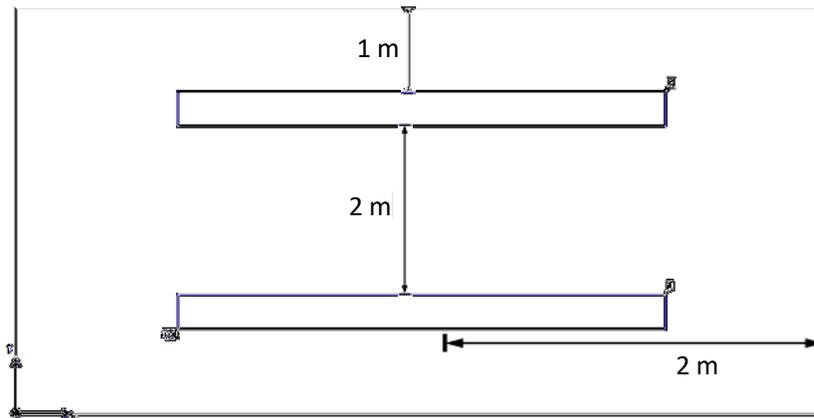
Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 45: Distribución de las luminarias del área de blanks



Fuente: Elaboración propia (2021)

Imagen 46: Distribución de las luminarias del área de prototipo y muestreo



Fuente: Elaboración propia (2021)

### 3.7.9 Aceptación del Rediseño de Iluminación

Tabla 38

Parámetros de evaluación para la aceptación del rediseño

No.	Áreas	Angulo de apertura del haz de luz	Altura de la luminaria (hm) (m)	Distancia máxima entre luminarias ancho (e)	Distancia mínima entre luminaria y pared(e/2)	Distancia máxima entre luminarias largo (e)	Distancia mínima entre luminaria y pared(e/2)	Distribución de lámparas uniforme ( $e \leq 1.6 * hm$ )	Nivel de iluminación mínimo estipulado por la NOM-025-STPS-2008	Iluminación promedio con el uso del rediseño.
1	Área de Corte	120°	2	3	1.5	2.920769	1.4603846	3.2	500	517.0967
2	Empaque y Terminado	120°	2	2.56	1.28	2.545455	1.2727273	3.2	300	329.6777
3	Estampado	120°	2	3	1.5	2.903333	1.4516667	3.2	500	520.2021
4	Producción	120°	2	3	1.5	2.414286	1.2071429	3.2	300	307.2027
5	Almacén	120°	2	2.15	1.075	3.1975	1.59875	3.2	200	227.2706
6	Blanks	120°	2	2.15	1.075	2.666667	1.3333333	3.2	200	258.886
7	Prototipo y Muestreo	120°	2	2	1	2	1	3.2	300	302.715

Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo a lo establecido dentro del rediseño de iluminación, en el cual se llevó a cabo las ecuaciones y cálculos, se determina con la ayuda de la tabla 38 que todos

los parámetros que se utilizan son aceptados, ya que cumplen y se encuentran dentro de lo establecido, en el cual se busca la reducción de los riesgos por deficiencia de iluminación que se puedan provocar en un futuro, ya que las lámparas que se tienen actualmente ha decaído su flujo luminoso y el posible deslumbramiento por una altura baja para obtener más luminosidad. El otro parámetro que se busco fue la uniformidad de la iluminación ( $e \leq 1.6 * hm$ ), de acuerdo a la tabla se observa que la iluminación es uniforme para cada área lo que indica que el diseño de iluminación es eficiente para llevarlo a cabo.

### 3.7.9.1 Consumo Energético con la Implementación del Rediseño Propuesto

Tabla 39

#### Eficiencia energética con implementación de iluminación LED

No.	Áreas	Tipo de iluminación	Numero de lámparas por área utilizadas actualmente	Potencia de las lámparas (Watts)	Potencia total utilizada por área (Watts)	Numero de lámparas LED requeridas con el rediseño del sistema de iluminación	Potencia de las lámparas (Watts)	Potencia total utilizada por área (Watts)	Diferencia del uso de energía utilizada
1	Área de Corte	General	115	60	6900	120	34	4080	2820
2	Empaque y Terminado	General	83	60	4980	40	34	1360	3620
3	Estampado	General	81	60	4860	86	34	2924	1936
4	Producción	General	123	60	7380	28	34	952	6428
5	Almacén	General	8	60	480	8	34	272	208
6	Blanks	General	2	60	120	6	34	204	-84
7	Prototipo y Muestreo	General	6	60	360	2	34	68	292
Ahorro total del consumo energético (Watts)									15220

Fuente: Elaboración propia (2021)

De acuerdo al estado actual de la empresa, con el uso de lámparas fluorescente se tiene un consumo elevado de energía que con la implementación de lámparas LED se ve reducido significativamente, específicamente en un 41.88% del consumo que se genera por el sistema de iluminación actual.

### **3.7.10 Mantenimiento de los Sistemas de Iluminación**

Para la obtención de una iluminación óptima en todo momento, se requiere de un plan de mantenimiento, con el cual prolongue y mejore los sistemas de iluminación obteniendo como resultado una iluminación adecuada y uniforme dentro de las áreas de trabajo. De esta manera el mantenimiento debe de ser accionado mediante la exigencia del control ambiental de iluminación, cumpliendo los niveles de iluminación mínimos establecidos dentro de la NOM-025-STPS-2008 (acuerdo al tipo de actividad a realizar).

De acuerdo al reporte de una falla, con base a los procedimientos establecidos, el operador o encargado para la realización del mantenimiento debe definir el grado de criticidad, y proceder a tomar acciones para la solución de la falla. Por otra parte, mediante el seguimiento y control del comportamiento del sistema de iluminación, se debe recabar información de los daños frecuentes identificados, los cuales se deben registrar, junto con las causas que lo generan.

#### **3.7.10.1 Consideraciones para la Realización del Mantenimiento**

De acuerdo que todo trabajo de este tipo de equipos (trabajo eléctrico), se debe de realizar por el personal de mantenimiento o personal capacitado para este tipo de actividades debido a que se expone a contraer riesgos físicos.

De igual manera se recomienda realizar el mantenimiento, teniendo en consideración lo siguiente:

- Cortar la fuente de alimentación de las luminarias antes de llevar a cabo su limpieza. Se deben emplear las 5 reglas de oro para reducir el riesgo eléctrico en trabajos sin tensión, las cuales son:

1. Desconectar, corte visible o efectivo

2. Enclavamiento, bloqueo y señalización
  3. Comprobación de ausencia de tensión
  4. Puesta a tierra y corto circuito
  5. Señalización de la zona de trabajo
- Comprobar que se haya enfriado la luminaria antes de proceder con la limpieza.
  - Utilizar equipos de protección personal, para reducir aún más los riesgos, como lo son:
    1. Casco de seguridad dieléctrico.
    2. Protección visual.
    3. Guantes dieléctricos (clase 00, 500 V como mínimo), guantes de nitrilo y de cuero.
    4. Zapatos de seguridad dieléctrico

### **3.7.10.2      Mantenimiento Preventivo**

Se lleva a cabo con la utilización de técnicas de diagnósticos y administrativas que permiten identificar potenciales fallas a ocurrir, por lo cual el mantenimiento preventivo se centra en controlar y evitar que ocurran, llevando acciones para contrarrestar las fallas antes de su utilización.

El uso de este mantenimiento es llevado a cabo para la reducción de fallos repentinos y costes de remplazamiento antes de lo esperado (vida útil), debido a que este método prolonga el tiempo de vida del equipo (luminaria y lámpara) en comparación con el mantenimiento correctivo; por otra parte, este tipo de mantenimiento solo se realizara antes de su utilización, esto se debe a que reduce el riesgo para los trabajadores y no obstruirá los pasillos mientras sean transitados por el personal.

Por lo que, con este método de conservación, los equipos de iluminación llegaran a obtener más tiempo de utilidad, y de igual manera deberá de llevarse a cabo para asegurar los niveles de iluminación de los puestos de trabajo y conservando la adecuación para las actividades del área.

Se deben considerar las siguientes actividades para mantener una iluminancia adecuada para las áreas:

Tabla 40

Actividades de adecuación par a el mantenimiento preventivo

Actividad	Especificación de la actividad	Nota
Reemplazo de lámparas, masivamente.	Realización de la reposición programada de lámparas (antes de llegar a su vida útil promedio), con la finalidad de mantener el nivel establecido de iluminación.	Las lámparas a cambiar deben de cumplir con las mismas características que las remplazadas.
Limpieza rutinaria para las luminarias.	Realización de limpiezas programadas de las luminarias y lámparas, con la finalidad de obtener el nivel de iluminación óptimo para las áreas.	Se debe de utilizar materiales de limpieza suaves para evitar ralladuras en los equipos de iluminación.

Fuente: Elaboración propia (2021)

Para la realización de la limpieza de los equipos de iluminación deberán ser solventes y productos biodegradables, anti - inflamable, solubles en agua, no corrosivos, acidez y alcalinidad neutra.

### **3.7.10.3 Mantenimiento Correctivo**

Se realiza con el fin de localizar, reparar y adecuar los equipos, para que funcionen al máximo, con el desempeño para el que fueron diseñados.

Fundamentalmente para los equipos de iluminación, se lleva a cabo el mantenimiento en el momento que se produce el fallo, como lo puede ser el color aparente que emite la lámpara, parpadeo de la lámpara, apagón repentino, etc. todo aquello que como acto seguido cree un ambiente de iluminación poco uniforme y dependiendo de la criticidad puede generar riesgos para los trabajadores. Con esos datos se lleva a cabo las acciones correctivas necesarias para contrarrestar las fallas en un plazo corto de tiempo.

La ejecución del mantenimiento correctivo tiene los siguientes pasos:

1. Reemplazar las lámparas que no se encuentren dentro de los requerimientos, en un plazo corto de tiempo.
2. Revisar el correcto funcionamiento del dispositivo de encendido, detectando posibles fallas eléctricas y fallas del dispositivo.
3. Limpiar las lámparas y el conjunto óptico de las luminarias.

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS**

## 4.1 Resultados de la Investigación

Conforme a la investigación realizada dentro de la empresa, se evalúa y determina que todas las áreas consideradas se encuentran dentro de los límites permisibles del nivel de iluminación, así como su uniformidad y porcentajes de reflexión se encuentran en un estado óptimo, pero dentro del capítulo posterior en la imagen 37 se distingue de forma fácil aquellas luminarias que se encuentran con lámparas que tienen deficiencia en su flujo luminoso, reproducción cromática, temperatura de color, algunas fundidas y se observó que la altura entre el plano de trabajo (puesto de trabajo) y el plano del montaje de las luminarias se encontraba muy bajo y conforme a la ficha técnica de las lámparas se detectó que se redujo esa altura para la obtención de más iluminación, por lo que conforme a la investigación se realiza el uso de una ecuación para determinar el estado en que se encuentran las lámparas, en pocas palabras la pérdida lumínica que se ha generado por el paso del tiempo.

Con la realización de la evaluación de iluminación de las áreas de trabajo, se determina que a pesar de contar con un nivel de iluminación óptima para laborar este sistema de iluminación cuenta con deficiencias, como lo es la altura en la que se encuentran y algunas lámparas emiten distintos colores y opacos a cómo deberían de estar inicialmente (sistema de iluminación viejo y deficiente), por lo que se cumple con la hipótesis en este caso, por lo que se procede a la utilización de la siguiente metodología.

De igual manera con los resultados de la encuesta se obtiene que los trabajadores no están conformes con los niveles de iluminación, pero esto se debe de igual manera a la pérdida lumínica que ha tenido las lámparas, ya que no solo se ilumina, si no que de igual manera se reduce la reproducción cromática de las lámparas y la temperatura de color que emiten de igual manera se verá afectada, lo cual hace que para identificar colores oscuros sea meticulosamente difícil y la distinción de detalle se vea afectado de igual manera.

## 4.2 Resultados Esperados de la Propuesta

El rediseño del sistema de iluminación está conformado por etapas, que permiten desarrollar la propuesta para la optimización del ambiente de iluminación, en donde se encuentra:

- Selección de datos por área de trabajo
- Selección técnica del conjunto de luminaria y lámpara
- Realizar con el método de cavidad zonal el rediseño del sistema de iluminación
- Generar un procedimiento para mantener en óptimo estado la iluminación y a su vez alargar su vida útil.

De acuerdo a las etapas de la metodología establecida y apegándose a los objetivos formulados, se espera alcanzar resultados óptimos de iluminación, los cual permitan apegarse a la normatividad vigente, obtener un mayor confort para los trabajadores y reducir posibles riesgos y enfermedades laborales; con ello se pretende a su vez reducir los errores ocasionados por una mala iluminación, haciendo un mejor desempeño para los trabajadores.

En la presente propuesta de "optimización de las condiciones ambientales de iluminación en producción" pretende lograr múltiples beneficios:

- Obtener una iluminación que se encuentre dentro de la normatividad vigente.
- Obtener una iluminación uniforme que no provoque sombras a la hora de la labor operacional.
- Contar con un mayor índice de reproducción cromático para la detección de más detalle en los colores.
- Reducir el riesgo que ocasiona una mala iluminación.
- Generará mayor confort visual para los trabajadores.
- Aumentar el desempeño, a base de reducción de errores.

- Obtener un menor costo de consumo energético por el sistema de iluminación.
- Contar con un procedimiento de mantenimiento a las luminarias, así como las sugerencias para su realización.

# **CAPÍTULO V**

## **CONCLUSIONES**

## 5.1 Conclusiones

Con el estudio de iluminación (diagnóstico de las condiciones de iluminación) se buscó los puntos deficientes del sistema de iluminación, en este caso de la empresa KETER, las áreas consideradas de producción tomadas, son las que se cuentan en las industrias de la confección, en donde en este caso de acuerdo con la hipótesis planteada se cumplen 2 de 3 factores planteados, lo cual conlleva a que no se cuenta con una óptima condición ambiental de iluminación, debido a que las lámparas de las luminarias no emiten el color aparente que se encuentra en la ficha técnica, algunas se encontraban en mal estado y por último se corroboró que dichas luminarias no emanan la misma cantidad de lúmenes en comparación a cuando estas eran nuevas (perdida lumínica), es por ello que se encuentra el sistema de iluminación en una altura baja. Si las lámparas contaran con un nivel de iluminación, color aparente e IRC como se indica en la ficha técnica estos teóricamente ocasionarían deslumbramiento a los trabajadores.

Las condiciones de iluminación en producción (áreas que transforman la materia prima en producto terminado) de la empresa se encuentran dentro de lo estipulado por la normatividad vigente, tanto de reflexión y niveles de iluminación a excepción del área de estampado el cual se encuentran zonas con carencia de iluminación por lo que se requiere de acciones para la corrección y control de la iluminación dentro del área; aparte con la adición del factor de uniformidad se determinó que todas las áreas se encuentran con una buena uniformidad (distribución de luz) y que las áreas se encuentran organizadas correctamente para no generar puntos o zonas en las que se encuentren sombras y por otro lado se encontraron algunas luminarias que generaban mayor flujo luminoso debido a que se utilizan lámparas con distintos parámetros y a su vez tienen poco tiempo de reemplazo, lo cual hace que emitan mayor iluminación sobre la superficie de trabajo.

Con la aparición de lámparas que se encontraban en mal estado, una altura baja para el tipo de luminaria que se utiliza y con la ayuda de la encuesta que se llevó a

cabo, se determina y efectúa un análisis teórico que, con la ayuda de la ficha técnica de las luminarias y lámparas, para saber la cantidad de luxes que debe residir en un puesto de trabajo cuando las lámparas eran nuevas y comparar con el promedio que se obtuvo de la evaluación de los niveles de iluminación por área, el cual se asimilo y recabo que en efecto las lámparas tienen una pérdida lumínica considerable, el cual genera un cambio de los parámetros de la lámpara, emitiendo menor flujo luminoso, menor índice de reproducción cromática y temperatura de color distinta a la inicial. Con ello se plantea que las condiciones ambientales de iluminación en las áreas de producción no son eficientes y crean un mal desempeño por la falta de detección de detalles (colores y contrastes), a su vez genera una mala seguridad y provoca una mala salud para los trabajadores.

Por otra parte el uso de lámparas fluorescentes ha decaído debido a la nueva tecnología que es el LED, el cual tiene mayor vida útil, menor consumo energético y es menos peligrosa su manipulación, ya que de igual manera el uso de lámparas fluorescentes a una altura baja y el área o zona es muy concurrida, puede provocar que algún trabajador que manipula materia prima o alguna herramienta, por error rompe alguna lámpara, ya que son frágiles (cristal fino), hará que el gas de mercurio que se tiene en el tubo se disperse y provoque riesgos a largo plazo por envenenamiento del gas, siendo una mejor opción la utilización de lámparas LED.

## **5.2 Recomendaciones**

- Se debe de contar con un programa de inspección, para la detección de iluminación deficiente.
- El acondicionamiento y la calidad de iluminación son aspectos importantes en el área de producción, debido a que con ello se realiza una mejor labor de las actividades que requieren cierto nivel de detalle, percepción de colores y el contraste que requiera la identificación de dos objetos o más.

- Mantener una correcta iluminación de las áreas con respecto al tipo de actividad a realizar crea un buen ambiente laboral el cual refleja mejor productividad y desempeño de los trabajadores, mejor seguridad y salud reduciendo errores y riesgos para los trabajadores; es por ello que se debe de mantener los niveles de iluminación óptima con forme a lo establecido por la NOM-205-STPS-2008.
- Crear un programa de mantenimiento de luminarias del sistema de iluminación, para alargar su vida útil y mantener los niveles de iluminación controlados y dentro de lo establecido.
- Rediseñar el sistema de iluminación, en el cual se utilice la tecnología LED, la cual crea menor riesgo, un mantenimiento más sencillo y una buena eficiencia energética, en donde la distribución de igual manera se encuentre uniforme la iluminación.

**CAPÍTULO VI**  
**COMPETENCIAS**  
**DESARROLLADAS**

## **6.1 Competencias Desarrolladas**

Las competencias desarrolladas en general se tratan de todas aquellas cualidades únicas que cada persona posee para la ejecución de labores de forma óptima, demostrando sus capacidades al realizar sus actividades. Estas competencias son conocimientos, capacidades, habilidades y destrezas que desarrolla una persona a partir de la experiencia, para comprender y analizar el entorno en el que se encuentran y así asimilar la ejecución de sus labores de forma eficiente; de igual manera al encontrar situaciones particulares en los cuales se requiera de conocimiento para poder solventarlo. Conforme pasa el tiempo se genera mayor experiencia por lo que las competencias suelen cambiar por el desarrollo y generación de experiencia.

### **6.1.1 Competencias Genéricas**

Las competencias genéricas son aquellas que agrupan capacidades, destrezas, habilidades y actividades, las cuales pueden ser aplicables en un amplio campo de ocupaciones, condiciones y situaciones que se exigen con profesionalidad, ya que se aportan herramientas intelectuales y procedimientos básicos que se utilizan para el análisis de los problemas, aplicando conocimientos a casos distintos y aportaciones de soluciones adecuadas para el cumplimiento de la meta.

#### **6.1.1.1 Competencias Genéricas Desarrolladas**

Algunas competencias genéricas desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos planteados dentro de la investigación, dichas competencias son:

- Motivación para aprender.
- Aprendizaje autónomo.
- Autoconfianza.

- Iniciativa y proactividad.
- Tolerancia ante la frustración.
- Capacidad autocrítica.
- Capacidad de investigación.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Habilidad de gestión de la información.
- Compromiso ético.
- Habilidades interpersonales.
- Habilidades con el uso de las tecnologías de la información y comunicación.
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacidad para diseñar y gestionar proyectos.

## **6.2 Competencias Específicas Desarrolladas**

Algunas competencias específicas desarrolladas para el cumplimiento de los objetivos planteados de forma sistémica y coordinada, debido a que para su desarrollo se debe de llevar a cabo los conocimientos que se obtuvieron con un aprendizaje diseñado, dichas competencias son:

- Analizar, plantear y solucionar problemas.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de interpretar, analizar, integrar y evaluar información y datos.
- Toma de decisiones.
- Capacidad de análisis.

- Iniciativa.
- Capacidad para aprender.
- Búsqueda del logro de objetivos.
- Tener compromiso con los valores y principios éticos.
- Gestión de proyectos.
- Búsqueda del logro.
- Conducir a la innovación.
- Capacidad de organización.
- Aplicación de conocimientos ergonómicos y seguridad industrial.

# **CAPÍTULO VII**

## **FUENTES DE**

### **INFORMACIÓN**

## 7.1 Referencias

- BIRTLH. (s.f.). *BIRTLH*. Obtenido de Análisis de las instalaciones de alumbrado: [https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI03/es\\_IEA\\_IEI03\\_Contenidos/website\\_23\\_Imparas\\_de\\_vapor\\_de\\_mercurio\\_a\\_alta\\_presin.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/IEI/IEI03/es_IEA_IEI03_Contenidos/website_23_Imparas_de_vapor_de_mercurio_a_alta_presin.html)
- Capilla, N. P. (3 de Abril de 1995). *Fundamentos del Tratamiento de Imágenes*. Obtenido de <http://www6.uniovi.es/vision/intro/node13.html#SECTION00232000000000000000>
- Clases de iluminación*. (16 de Julio de 2010). Obtenido de Metodo del Lumen: <https://clasesiluminacion.files.wordpress.com/2015/06/clases-iluminacion-metodo-cavidad-zonal.pdf>
- Cosar, R. C. (1989). *NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo*. España: CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO.
- Díaz, J. M. (2007). *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. Madrid: Editorial Tébar.
- DOF. (2008). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3581/stps/stps.htm>
- Ecoluz. (s.f.). *Ecoluz LED*. Obtenido de Características del LED: <https://www.ecoluzled.com/blog/caracteristicas-del-led/>
- Enrique Gregori, P. B. (1994). Iluminación y entorno visual. En P. R. Mondelo, *Ergonomía 1 Fundamentos* (pág. 192). Barcelona: Mutua Universal.
- FREMAP. (s.f.). *Mutua de accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social Numero 61*. Obtenido de <https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/breves/FREMAP/iluminacion.pdf>
- FUTURA, E. (25 de Abril de 2011). *Blog del autoconsumo energético actual y el futuro*. Obtenido de <https://energeticafutura.com/blog/tecnologia-led-en-iluminacion-definicion-basica/>
- Henao, F. (2014). *Riesgos Físicos II: Iluminación*. Colombia: Ecoe.
- IMF. (2021). *Factores fisiológicos de la visión*. Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/factores-fisiologicos-de-la-vision/>

- INSHT. (Diciembre de 2015). *Iluminación en el puesto de trabajo*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Iluminacion+en+el+puesto+de+trabajo/9f9299b8-ec3c-449e-81af-2f178848fd0a>
- INSIGNIA. (16 de Noviembre de 2016). *INSIGNIA*. Obtenido de <https://elinsignia.com/2016/11/16/iluminacion-correcta-la-industria/>
- ISO. (15 de Noviembre de 2012). *ISO 9000 FAMILY*. Obtenido de <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- ITST. (2019). *Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán*. Obtenido de <https://teziutlan.tecnm.mx/index.php/identidad/>
- López, A. C., & Bautista, Y. A. (2015). *ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO ADMINISTRATIVOS DE LA EMPRESA COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL VERDE AZUL S.A.S.* Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/2907/GarridoLopezAndreaCatalina2016.pdf;jsessionid=356C44C02B0F217AB27666130B2EDB3E?sequence=1>
- López, F. A. (Enero de 2016). *Implementación de la norma de iluminación NOM-025-STPS-2008 en la biblioteca de la URS de la Universidad de Sonora*. Obtenido de <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/unison/2529/1/cotalopezfernandaadriana.pdf>
- México, U. d. (2021). *Universidades de México*. Obtenido de <https://universidadesdemexico.mx/universidades/instituto-tecnologico-superior-de-teziutlan>
- MINTRAB. (2017). *Higiene Industrial*. Obtenido de Fisicos: <https://saludlaboralydiscapacidad.org/disciplinas-preventivas/higiene-industrial/fisicos/>
- Montalvo, C. V. (2014). *"Optimización del sistema de Iluminación de Interiores y su repercusión en el consumo energético - Caso empresa Génesis E.I.R.I."*. Chimbote, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA.
- MORROW, L. C. (1982). *Manual de mantenimiento Industrial-Tomo II*. México: C.E.C.S.A.
- Novelo, E., Loeza, E. d., & May-Cen, I. d. (Marzo de 2020). *ResearchGate*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/342437332\\_OPTIMIZACION\\_DE\\_LA\\_ILUMINACION\\_INTERIOR\\_PARA\\_UNA\\_NAVE\\_INDUSTRIAL](https://www.researchgate.net/publication/342437332_OPTIMIZACION_DE_LA_ILUMINACION_INTERIOR_PARA_UNA_NAVE_INDUSTRIAL)

Ohio State University, O. (2021). *Green Home Technology Center*. Obtenido de <https://greenhome.osu.edu/natural-lighting>

Ramirez, J. A., & Llano, C. A. (Marzo de 2012). *GUIA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DE ILUMINACION*. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2663/621322L791.pdf;jsessionid=C6BF8C9F00189AE9BEAAF88F155224B6?sequence=1>

Suárez, J. A., & Ramírez, J. A. (Noviembre de 2009). *USO RACIONAL DE ENERGÍA PARA APROVECHAR LA LUZ NATURAL*. Obtenido de <https://silo.tips/download/uso-racional-de-energia-para-aprovechar-la-luz-natural-noviembre-2009-ingeniero>

# **CAPÍTULO VIII**

## **ANEXO**

## 8.1 Anexo 1 Niveles de Iluminación para Tareas Visuales y Áreas de Trabajo

Dentro de la Nom-025-STPS-2008 establece los niveles mínimos de iluminación que deben de incidir en el plano de trabajo, esto depende del tipo de tarea que este asignada al operario dentro del área de trabajo, esto es establecido para un ambiente seguro y óptimo para la operación de la empresa en cada área. Los niveles mínimos establecidos en la tabla 41.

Tabla 41

Niveles mínimos de Iluminación por Tarea visual

<b>Tarea Visual del Puesto de Trabajo</b>	<b>Área de Trabajo</b>	<b>Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)</b>
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple,	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

empaques y trabajos de oficina.		
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li>• Exactas y muy prolongadas, y</li> <li>• Muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</li> </ul>	2,000

Fuente: (DOF, 2008) Iluminación mínima de acuerdo al tipo de actividad en el área

## 8.2 Anexo 2 Certificado de Calibración de Luxómetro

 **CENAM** CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA  
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

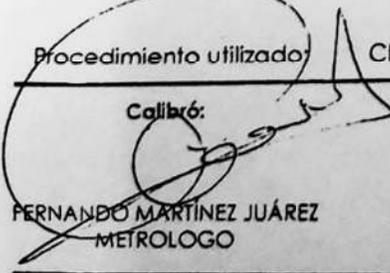
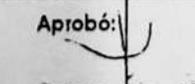
---

*Certificado de calibración*  
CERTIFICATE OF CALIBRATION

---

Nombre del cliente:	Victor Talavera Medina
Domicilio:	Av. Juventud No. 125 Tehuacán, Puebla
Numero de certificado:	CNM-AB-705-270-2020
Fecha de calibración:	2021-01-07 No. DE SERVICIO: 705-55098
Instrumento:	Luxómetro digital
Marca:	AEMC
Modelo:	CA-811-Fonkel
Numero de serie:	LAE-811-1342
Alcance de medición:	2000-20,000 Lux
Incertidumbre:	No incluye
Patrón utilizado:	Luxes
Condiciones ambientales:	Temperatura ambiente: 24.0°C-1.5° C
Procedimiento utilizado:	CENAM 720-AC-P-152 Método de luminancia laboral

---

Calibró:	Aprobó:	Fecha de emisión:
		07 de Enero de 2021
FERNANDO MARTÍNEZ JUÁREZ METROLOGO	DANIEL ARTURO RAMÍREZ AHEDO ESPECIALIDAD EN METROLOGÍA	

---

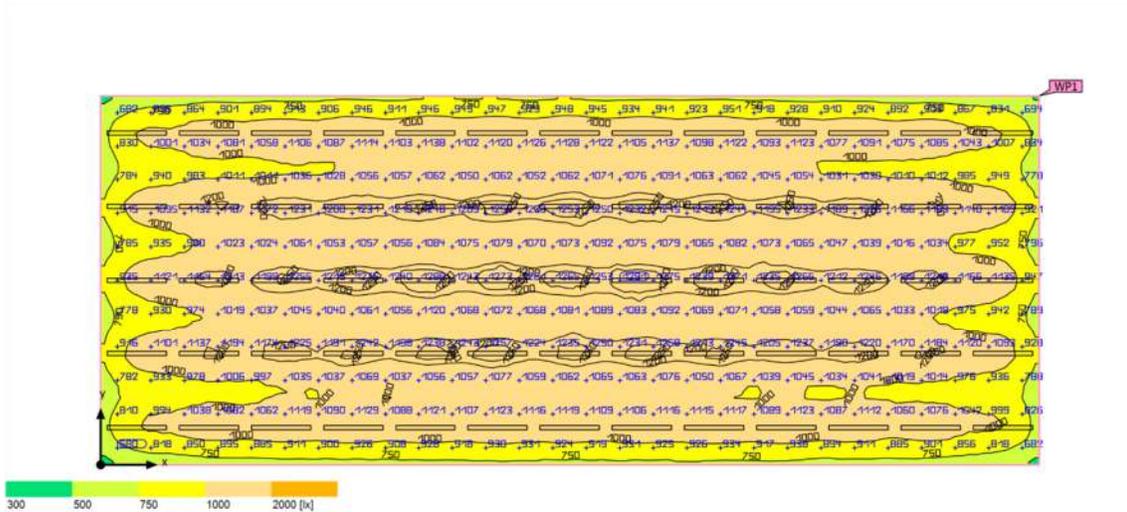
Fuente: Elaboración propia (2021)

# 8.3 Anexo A1 Simulación del Rediseño Propuesto

# DIALux

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de corte (Escena de luz 1)

## Resumen



Base: 569.55 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Ē <sub>perpendicular</sub>	1050 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	g <sub>1</sub>	0.43	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	12150 kWh/a	máx. 19950 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	7.76 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.74 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

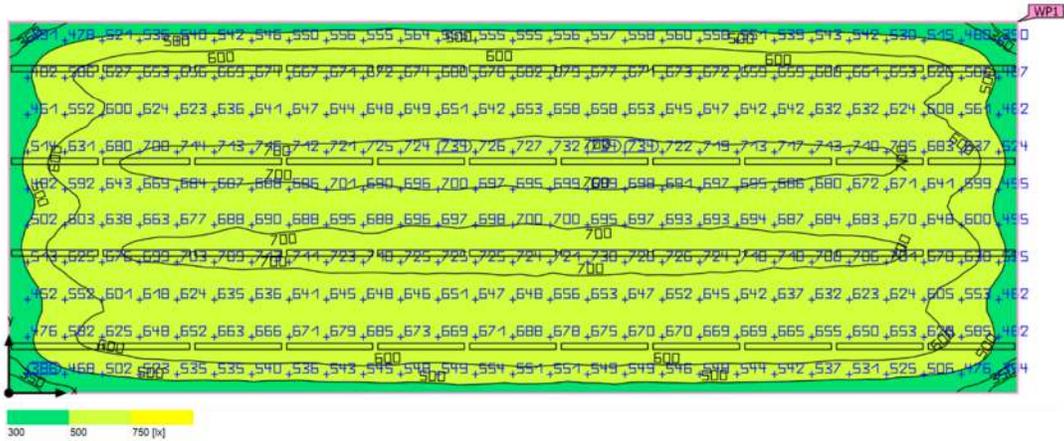
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
65	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 2X34W 5000K	68.0 W	8397 lm	123.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de empaque y terminado (Escena de luz 1)

## Resumen



Base: 286.72 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de empaque y terminado (Escena de luz 1)

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	628 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	g <sub>1</sub>	0.48	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	4100 kWh/a	máx. 10050 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.22 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.83 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

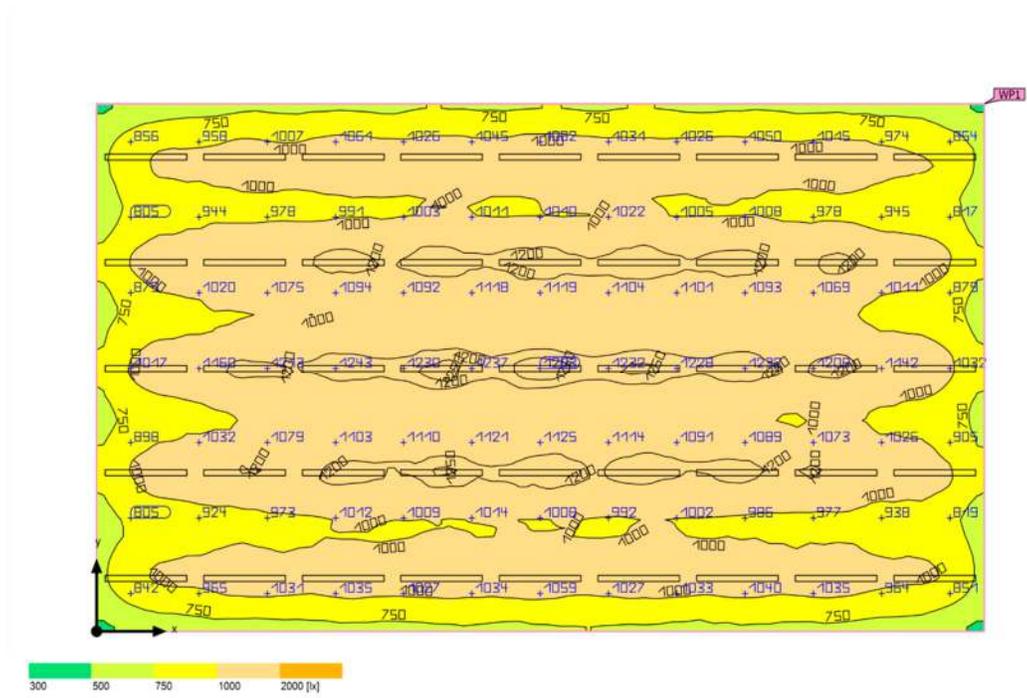
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
44	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 1X34W 5000K	34.0 W	4198 lm	123.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de estampado (Escena de luz 1)

## Resumen



Base: 391.95 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de estampado (Escena de luz 1)

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	E <sub>perpendicular</sub>	1023 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	g <sub>1</sub>	0.46	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	7900 kWh/a	máx. 13750 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	7.35 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.72 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

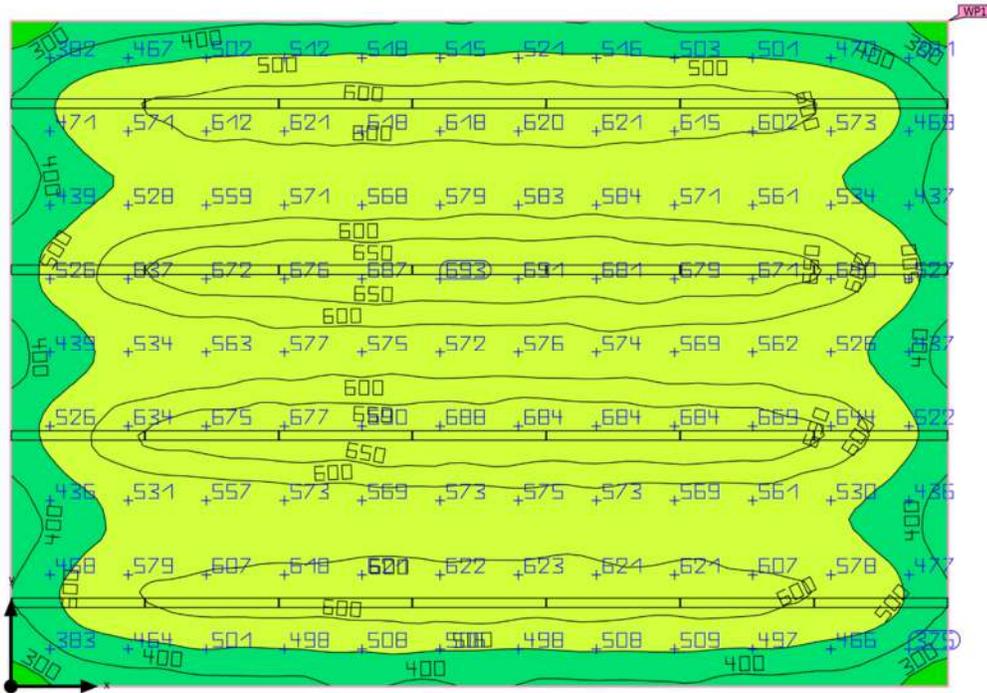
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
45	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 2X34W 5000K	64.0 W	8397 lm	131.2 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de producción (Escena de luz 1)

## Resumen



200 300 500 750 [lx] Base: 202.80 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de producción (Escena de luz 1)

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	558 lx	≥ 500 lx	✓	WP1
	$g_1$	0.46	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	2600 kWh/a	máx. 7100 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.69 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		0.84 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

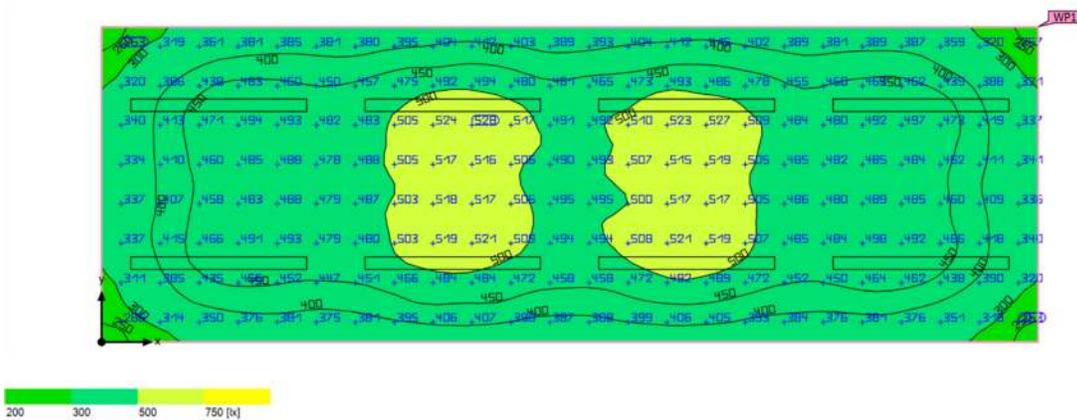
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
28	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 1X34W 5000K	34.0 W	4198 lm	123.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de almacén (Escena de luz 1)

## Resumen



Base: 55.00 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de almacén (Escena de luz 1)

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	442 lx	≥ 500 lx	✗	WP1
	$g_1$	0.53	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	750 kWh/a	máx. 1950 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	4.95 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.12 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

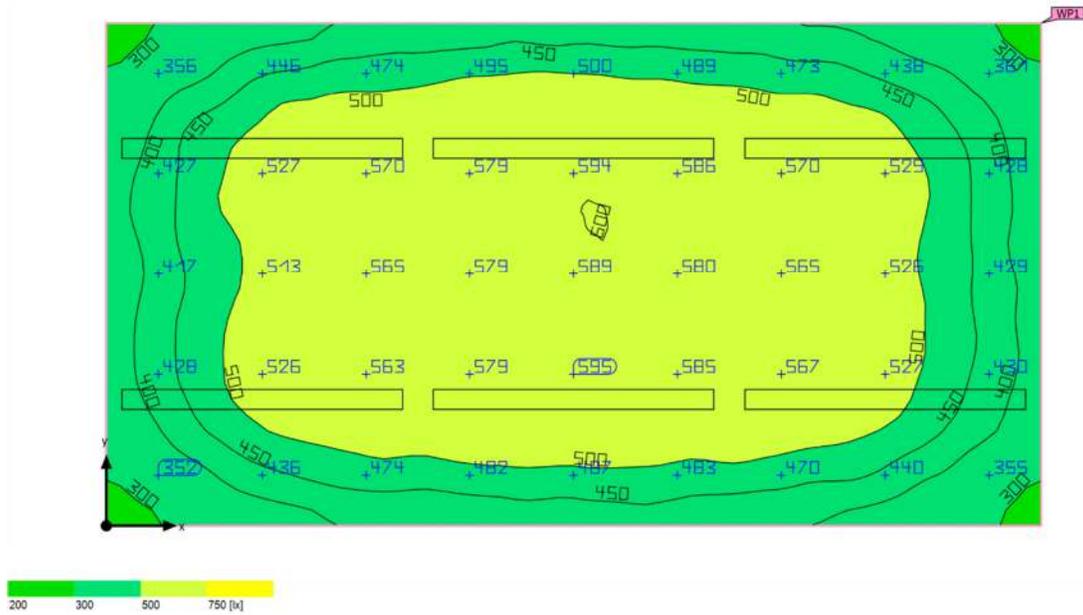
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
8	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 1X34W 5000K	34.0 W	4198 lm	123.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de blanks (Escena de luz 1)

### Resumen



Base: 34.40 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de blanks (Escena de luz 1)

### Resumen

#### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$\bar{E}_{\text{perpendicular}}$	495 lx	≥ 500 lx	✗	WP1
	$g_1$	0.54	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	560 kWh/a	máx. 1250 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	5.93 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.20 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

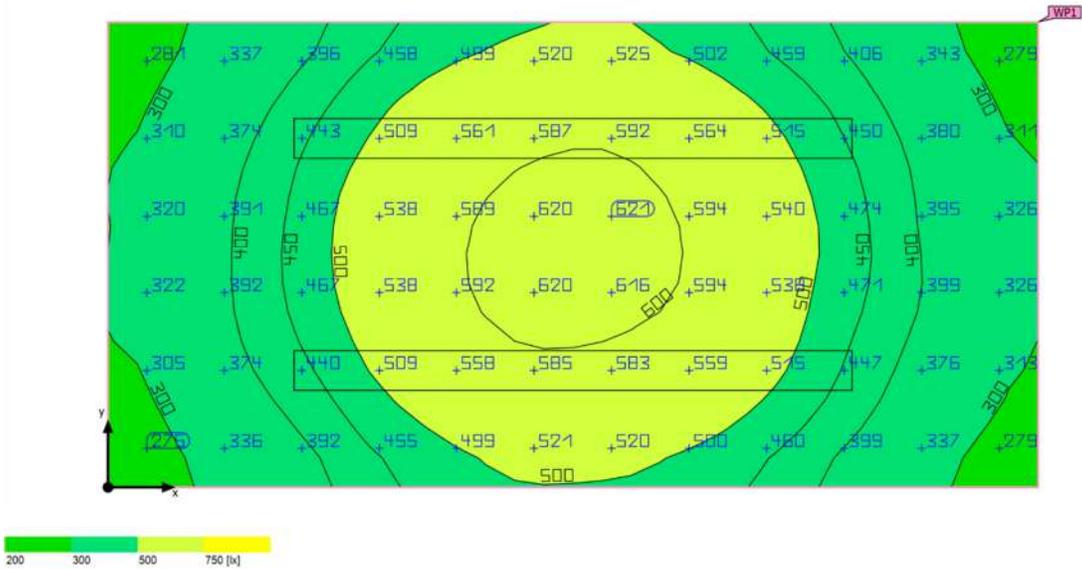
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

#### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
6	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 1X34W 5000K	34.0 W	4198 lm	123.5 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de prototipo y muestreo (Escena de luz 1)

## Resumen



Base: 8.00 m<sup>2</sup> | Grado de reflexión: Techo: 63.0 %, Paredes: 40.0 %, Suelo: 76.0 % | Factor de degradación: 0.93 (Global) | Altura interior del local: 7.000 m | Altura de montaje: 2.850 m

1

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Área de prototipo y muestreo (Escena de luz 1)

## Resumen

### Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	457 lx	≥ 500 lx	✗	WP1
	$g_1$	0.56	-	-	WP1
Valores de consumo	Consumo	190 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✓	
Local	Potencia específica de conexión	8.50 W/m <sup>2</sup>	-	-	
		1.86 W/m <sup>2</sup> /100 lx	-	-	

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

### Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	Philips Lighting	34T8/COR/96-850/MF42/G/F A8 10/1	LED 1X34W 5000K	34.0 W	4198 lm	123.5 lm/W

Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL (LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe:

**HERNÁNDEZ**

**HERRERA**

**HABACUC**

Con Número de Control **17TE0264**

Pertenciente al Programa Educativo **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

**OPTIMIZACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE ILUMINACIÓN EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA LA INDUSTRIA MAQUILADORA**

Correspondiente al periodo:

**AGOSTO 2021-MARZO 2022**

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

**DR. JORGE RIVERA FLORES**

ATENTAMENTE



HABACUC HERNÁNDEZ HERRERA

Nombre y firma

Fecha de emisión: **26/03/2022**  
c.c.p. Subdirección Académica