

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
TECNOLÓGICA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

**“CALCULOS DE NIVELES DE LUMINOSIDAD Y CORRECCION BAJO LA  
NORMA NACIONAL NOM-025-STPS-2008 EN LAS AREAS DE TRABAJO  
DE LA COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V.”**

PRESENTA:

**JOSE DANIEL ACOSTA ROBLES**

9 SEMESTRE

AGO-DIC 2013

No. CONTROL: 09270513

INGENIERÍA ELECTRICA

ASESOR: ING. ARIOSTO MANDUJANO CABRERA

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS A 5 DE DICIEMBRE DEI 2013

## INDICE

CALCULOS DE NIVELES DE LUMINOSIDAD Y CORRECCION BAJO LA NORMA NACIONAL NOM-025-STPS-2008 EN LAS AREAS DE TRABAJO DE LA COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V.

	Pag.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1 Antecedentes .....	5
1.2 Estado del arte .....	7
1.3 Justificación .....	9
1.4 Objetivos .....	10
1.5 Metodología .....	11
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Principales Tipos de Lámparas</b> .....	<b>14</b>
2.1.1 Lámparas Incandescentes .....	15
2.1.2 Lámparas no Halógenas .....	16
2.1.3 Lámparas Halógenas de Alta y Baja Tensión .....	16
2.1.4 Lámparas de Descarga.....	17
2.1.4.1. Lámparas Fluorescentes .....	19
2.1.4.2 Lámparas de Vapor de Mercurio a Alta Presión .....	20
2.1.4.3 Lámparas de Luz de Mezcla.....	21
2.1.4.4 Lámparas con Halogenuros Metálicos.....	21
2.1.4.5 Lámparas de Vapor de Sodio a Baja Presión .....	22
2.1.4.6 Lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión .....	23
<b>2.2 Condiciones Necesarias Para el Confort Visual</b> .....	<b>25</b>
2.2.1 Factores que Determinan el Confort visual .....	25
2.2.2 Factores que Afectan la Visibilidad de los Objetos .....	25
2.2.3 Deslumbramiento.....	26
<b>2.3 Sistemas de Iluminación</b> .....	<b>27</b>
2.3.1 Iluminación General Uniforme .....	27
2.3.2 Iluminación General e Iluminación Localizada de Apoyo.....	27
2.3.3 Iluminación General Localizada.....	28
2.3.4 Iluminación para Tareas Visuales .....	28
<b>2.4 Método de Iluminación Media (Método de Lúmenes)</b> .....	<b>29</b>
2.4.1 Determinación de la Iluminación Promedio.....	29
2.4.2 Factor de Reflexión (Reflectancia).....	30
2.4.3 Coeficiente de Utilización .....	31
2.4.4 Factor de Mantenimiento .....	32
2.4.5 Flujo Luminoso.....	34
2.4.6 Cavidad del Local (k) .....	35
2.4.7 Rendimiento Luminoso de las Lámparas.....	35

<b>3</b>	<b>DESARROLLO DE PROYECTO .....</b>	<b>36</b>
	3.1 Reconocimiento .....	36
	3.1.1 Nombre de la Empresa .....	36
	3.1.2 Ubicación de la Empresa .....	36
	3.1.3 Actividades Económicas de la Empresa .....	36
	3.1.4 Condiciones de Iluminación.....	37
	3.1.5 Tareas Visuales Dentro de la Empresa.....	38
	3.2 Medición .....	39
	3.2.1 Equipo de Medición.....	39
	3.2.2 Fecha de Evaluación .....	40
	3.2.3 Determinación de los Parámetros a Cada Área a Evaluar .....	40
	3.2.4 Evaluación de los Niveles de Iluminación .....	42
	3.2.5 Niveles de Iluminación Registrados .....	44
	3.3 Cálculos Técnicas.....	48
	3.3.1 Cálculos del Factor de Reflexión de la Medición.....	48
	3.3.2 Cálculos de la Cavidad del Local de las Áreas Evaluadas.....	52
	3.3.3 Definir Coeficiente de Utilización.....	55
	3.3.4 Cálculo del Flujo Luminoso Real, Aparente y Factor de Mantenimiento .....	56
	3.3.5 Cálculo de Rendimiento Luminoso de Las Lámparas .....	58
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....</b>	<b>60</b>
	4.1 Reporte de Resultados.....	60
	4.2 Conclusiones Técnicas .....	61
	4.3 Recomendaciones para Mejoramiento.....	62
<b>5</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>63</b>
	5.1 Ubicación de Puntos y Luminarias Medidas .....	63
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>77</b>

## Lista de Abreviaturas

CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
IAC	Instituto Astrofísico de Canarias
OIT	Organización Internacional del Trabajo
UV	Ultravioleta
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comisión Reguladora de Energía
IEA	Agencia Internacional de Energía
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
J	Joule
KJ	Kilojoule
KV	Kilovolt
KW	Kilowatt
KWh	Kilowatt Hora
LSPEE	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
MJ	Megajoule
NOM	Norma Oficial Mexicana
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
UNEP	United Nations Environmental Program
SICL	Sistema Internacional de Codificación de Lámparas
DOE	Departamento de Energía de EUA
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
SICL	Sistema Internacional de Codificación de Lámparas
W	Tungsteno
WBr2	Bromuro de wolframio
IESNA	Illuminating Engineering Society of North America
Lm/W	Lúmenes entre Watts.
°C	Grado centígrado
Nm	Newton Metro
°K	Grado Kelvin
Ep	Nivel Promedio en Lux
Ei	Nivel de Iluminación Medido en Lux en Cada Punto
PML	Plano de Montaje de la Iluminación
RCL	Índice de Cavidad
Kr	Factor de Reflexión
Fm	Factor de Mantenimiento
NCQLP	Consejo Nacional de Calificación para los Profesionales en Iluminación

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes

Una iluminación inapropiada en el ambiente de trabajo puede causar problemas relacionados con la salud. La fatiga visual fue considerada como la dolencia número uno relacionada con la iluminación deficiente en un área de trabajo, Además de la fatiga visual, una iluminación inadecuada puede causar cansancio, estrés físico y jaquecas.

Las condiciones de una iluminación escasa también pueden afectar a la productividad en el lugar de trabajo de forma desfavorable. Esta falta de productividad puede ser causada por distracciones debidas a los efectos que tiene la iluminación en la visión.

La importancia de una iluminación apropiada va más allá de los efectos de la productividad y la salud, como son el cansancio o la fatiga ocular. Un área de trabajo mal iluminada puede causar accidentes. Las áreas oscuras y el resplandor pueden hacer que uno camine por lugares donde se puede lastimar, causar caídas y otras heridas. Planifica la iluminación del espacio de trabajo en función de las tareas que serán realizadas en el lugar de trabajo.

El 30 de diciembre de 2008, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, misma que entró en vigor el dos de marzo de 2009.

Destaca en la nueva norma oficial mexicana la incorporación de la disposición en la cual se determina que el Reporte del Estudio que cumpla con los niveles de iluminación estará vigente mientras se conserven las condiciones de iluminación bajo las cuales se llevó a cabo el reconocimiento y evaluación.

El estudio le permite al patrón identificar los puestos y las áreas visuales, para proveer una eficiente y confortable visión en las actividades que realiza el trabajador para que el ambiente de trabajo sea seguro. La norma incorpora el seguimiento anual para la salud del trabajador, a través de exámenes visuales de agudeza visual, campimetría y percepción de colores, que forman parte de las medidas preventivas, a fin de evitar riesgos de trabajo en aquellas áreas que requieren una iluminación especial.

La inclusión del capítulo catorce sobre el Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad aplica a la autoridad laboral y a las unidades de verificación aprobadas y acreditadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, a efecto de evaluar el grado de cumplimiento en el centro de trabajo de la norma. Tal procedimiento tiene como propósito dar certeza Jurídica y transparencia a los particulares en los procesos de inspección y verificación.

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son resultado de estudios sobre valoraciones de comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual.

Por lo expuesto anteriormente, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos y el nivel de iluminación, entre otros.

Con el propósito de mejorar y facilitar la aplicación de la norma y a fin de contribuir en la prevención de los riesgos de trabajo debido a efectos de una iluminación deficiente o excesiva en la realización de las tareas de los trabajadores, en el contenido de la norma se consideraron los siguientes aspectos de la iluminación:

- Las lámparas y luminarias.
- Los sistemas de alumbrado.
- Los niveles de iluminación.
- El deslumbramiento.
- La reflexión.
- La eficiencia luminosa y mantenimiento.

Los niveles de iluminación deberían ser adecuados, y la posición de las luces garantizará la iluminación uniforme de todas las zonas del suelo, así como que todos los peligros potenciales, los obstáculos y los líquidos vertidos puedan verse con claridad.

Para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal forma que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación, ausencia de excesivos contrastes. Todo ello, en función tanto de las exigencias visuales del trabajo como de las características personales de cada persona.

La importancia de llevar a cabo el estudio de luminosidad bajo la norma nacional NOM-025-stps-2008, es primordialmente la protección de los trabajadores y así mismo logrando un entorno de trabajo apto y agradable para poder desarrollar sus actividades, un factor primordial para empresas importantes, es mantenerse bajo normas certificadas para lograr así el prestigio en un régimen laboral y competir productivamente con otras grandes empresas tomando en cuenta siempre la integridad humana de sus trabajadores.

Una correcta iluminación en las ofrece ahorros energéticos de más del 80% y mejora la productividad de los empleados. La iluminación es el factor más importante para la sensación de bienestar en el puesto de trabajo, por delante de la climatización y el ruido. El 72,5 por ciento de los trabajadores califica la iluminación de su puesto de trabajo como suficiente, pero sólo el 39,2% la considera agradable para desarrollar sus actividades dentro de la fábrica.

Cabe mencionar que ese 39.2 % de los trabajadores encuestados que consideran que la iluminación de áreas de trabajo, ocupan puestos de trabajo en oficinas o departamentos cerrados y de áreas medianas en extensión, con acepción de las bodegas (donde existe el almacenamiento de las producción de azúcar). El 72,5% realiza trabajos en áreas abiertas o de poca iluminación donde la iluminación puede ser excesiva y en algunos casos deficientes.

La utilización de la lámparas sin un previo calculo de luminosidad o un posición especifican es un importante antecedente sobre el cual se trabaja, ya que de eso depende una iluminación adecuada, por otro lado existen áreas con riesgo de trabajo, como son trabajos que se realizan en altura y por superficies húmedas es importante depender de la buena visión de los trabajadores tratando de evitar accidentes debido a una mala iluminación y este será nuestro primordial tema de estudio.

## **1.2 Estado Del Arte**

Estimaciones de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) consideran que de un total de 2.34 millones de decesos laborales registradas el año pasado, 321 mil se deben a accidentes y 2.02 millones son causados por diversos tipos de enfermedades relacionadas con el trabajo, alcanzando un promedio diario de más de 5 mil 500 muertes.

En México no han disminuido las cifras de accidentes laborales a pesar de los esfuerzos emprendidos por las autoridades. Datos del Seguro Social revelan un aumento del 8.2% en las muertes por accidente de trabajo mientras que el índice de incapacidades permanentes por accidente de trabajo se elevaron en un 40%.

Aunque la iluminación es una materia de especialización considerada una disciplina nueva, para especialistas mexicanos la obtención de alguna certificación en iluminación cobra cada vez mayor relevancia; una prueba de ello es el examen de Certificación en Iluminación del NCQLP.

El Consejo Nacional de Calificación para los Profesionales en Iluminación (NCQLP, por sus siglas en inglés) es un ejemplo de una organización que otorga la certificación, esta empresa es una organización sin fines de lucro fundada en 1991, ubicada en Texas, Estados Unidos. Ellos mismos se definen como una Organización destinada a “servir y proteger el bienestar de los ciudadanos a través de la práctica de la iluminación eficaz y eficiente”.

Tantas empresas públicas como privadas ven sus intereses beneficiados con una iluminación eficiente al reducir los costos de operación. México tiene rápidos avances en materia de equipos y materiales disponibles para ofrecer soluciones potenciales y por lo tanto necesita de profesionales tan calificados como el resto del mundo.

En Estados Unidos la línea de productos de LSG fue sometida al riguroso proceso LM-79 por un laboratorio independiente, y cuya evaluación fue

aprobada por el programa CALiPER, del Departamento de Energía de EUA (DOE por sus siglas en inglés).

BHP Energy México se ha comprometido en colaborar con nuestro país en la introducción y comercialización de equipos de iluminación LED de alta calidad, que apunten a conseguir la eficiencia energética en los proyectos que usan nuevas tecnologías.

Por su parte El FIDE, organismo privado de participación mixta, sin fines de lucro, promueve la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica a través de una campaña nacional de difusión para dar a conocer el sello y sus beneficios motivando al usuario a adquirir y usar productos así identificados, y contribuir al desarrollo económico y social y a la preservación del medio ambiente.

Otras empresas encargadas a la certificación de proyectos de iluminación importantes es LEED Este sistema tiene por objetivo maximizar la eficiencia operativa y reducir al mínimo los impactos ambientales. LEED para edificios existentes se ocupa de todo el edificio en términos de limpieza y mantenimiento, los programas de reciclaje, programas de mantenimiento exterior, sistemas y actualizaciones. Se puede aplicar tanto a los edificios existentes que buscan la certificación LEED por primera vez y a proyectos previamente certificados bajo LEED para nueva construcción.

Dentro de los tantos beneficios que podemos describir al implementar una certificación LEED, podemos mencionar: Una edificación diseñada a partir de las pautas de evaluación LEED puede llegar a ahorrar entre un 30% y un 50% de energía con respecto a los edificios tradicionales, traduciéndose en una disminución de los costos operacionales

La instauración de este sistema específico se debe a que LEED se ha dado a conocer con fuerza internacionalmente y se ha logrado implementar por el carácter global con que desarrolla los temas. En este punto se diferencia del resto de los sistemas de certificación, que si bien hacen prevalecer el interés por el impacto ambiental.

Otra empresa certificada en cuestiones de iluminación es ATP iluminación cuenta con más de 40 años de trayectoria en el diseño y fabricación de productos de alta calidad basados en polímeros técnicos de ingeniería, siendo los únicos fabricantes de iluminación del mundo en ofrecer 10 años de garantía en sus productos.



### **1.3 Justificación**

Vale la pena realizar el siguiente proyecto porque dado las características principales y funcionamiento de LA COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V.” son necesarias maniobras y trabajos rudos que requieren de medidas de seguridad especiales, por eso es posible generar un ambiente seguro y bien iluminado dado el caso de ser una empresa importante a nivel nacional en producción de azúcar y también en generación de empleos, sería importante llevar a cabo un estudio y dejar en norma las instalaciones de iluminación, colaborando así a cubrir un campo de seguridad importante en la prevención de accidentes y futuras enfermedades relacionadas con los niveles de iluminación.

La extensión de las instalaciones hacen ideal el estudio, ya que cuenta con diversos puestos de trabajo, a cada zona se le presentan necesidades diferentes a la hora de llevar a cabo las actividades correspondientes, además de ello, cuenta con gran cantidad de tipos de luminarias que son utilizadas al interior y exterior ocupando todas las áreas del el proceso de producción.

La prevención de diversos accidentes es la finalidad de todo el proyecto, dar mantenimiento al equipo de iluminación es importante, además de trabajar bajo la norma nacional NOM-025-STPS-2008.

La empresa COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE S.A. DE C.V. preocupada por la seguridad de sus trabajadores, decidió realizar la evaluación de niveles de iluminación en sus instalaciones para dar cumplimiento a lo establecido en el reglamento federal de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, título tercero, capítulo séptimo, artículo 96, que a la letra dice:

“El patrón deberá realizar y registrar el documento, evaluación y control de las condiciones y niveles de iluminación de las áreas, planos y lugares de trabajo, tomando en cuenta el tipo e intensidad de la fuente lumínica de acuerdo a la norma correspondiente”.

De igual forma a lo dispuesto en la norma oficial mexicana, NOM-025-STPS-2008, condiciones de iluminación en los centros de trabajo, que a la letra dice:

#### **5. Obligaciones del patrón**

5.1 Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente norma le obligue a elaborar a poseer.

5.2 Contar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en las tareas visuales de acuerdo con la tabla 1 del capítulo 7.

5.3. Efectuar el reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas y puestos de trabajo, según lo establecido en el capítulo 8.

5.4. Contar con el informe de resultados de la evaluación de los niveles de iluminación de las áreas, actividades o puestos de trabajo que cumpla con

los apartados 5.2 y 10.4 de la presente norma y conservarlo mientras se mantenga las condiciones que dieron origen a este resultado.

5.5. Realizar la evaluación de los niveles de iluminación de acuerdo con lo establecido en los capítulos 8 y 9.

5.6. Llevar a cabo el control de los niveles de iluminación, según lo establecido en el capítulo 10.

5.7. Contar con un reporte del estudio elaborado para las condiciones iluminación del centro de trabajo.

5.8. Informar a todos los trabajadores, sobre los riesgos que puede provocar un deslumbramiento o un nivel deficiente de iluminación en sus áreas o puestos de trabajo.

5.9. Practicar exámenes con periodicidad anual de agudeza visual, campimetría y de percepción de colores a los trabajadores que desarrollen sus actividades en áreas del centro de trabajo que cuenten con iluminación especial.

5.10. Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento para las luminarias del centro de trabajo, incluyendo los sistemas de iluminación de emergencia segundo establecido en el capítulo 11.

5.11. Instalar sistemas de iluminación eléctrica de emergencia en aquellas áreas del centro de trabajo donde la interrupción de la fuente de luz artificial presente un riesgo en la tarea visual de puesto de trabajo, o en las áreas consideradas como ruta de evacuación que lo requieran.

## **1.4 Objetivo**

### **1.4.1 Objetivo General**

Restablecer los requerimientos de iluminación e las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que se desarrollen los trabajadores

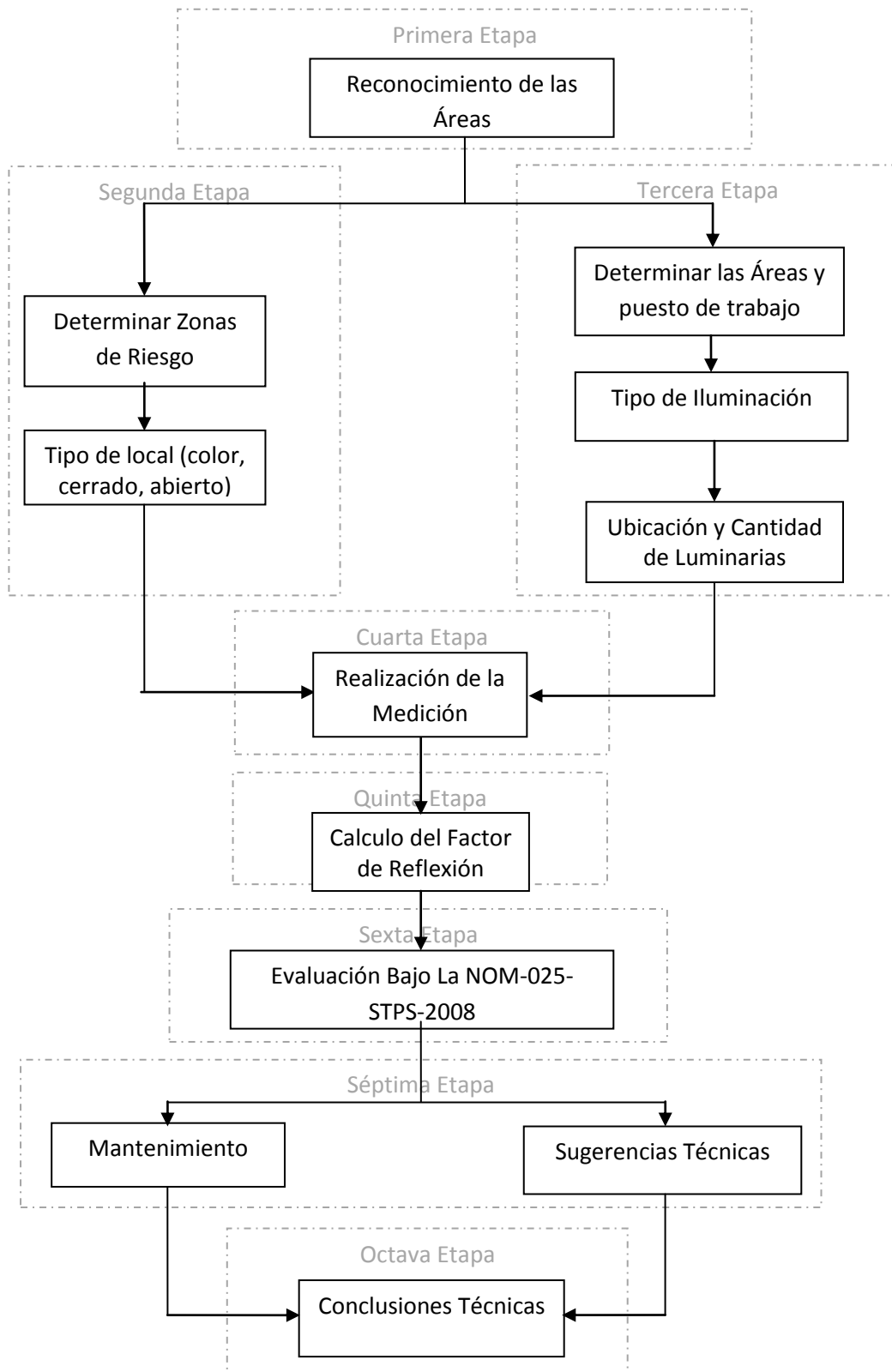
### **1.4.2 Objetivos Específicos**

2.1. Dar cumplimiento a los establecidos en el artículo 96 del reglamento federal de seguridad e higiene y medio ambiente de trabajo.

2.2. Evaluar los niveles de iluminación y reflexión en paredes y planos de trabajo de la empresa COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V. de acuerdo a lo establecido en la norma oficial mexicana nom-025-stps-2008 referentes al reconocimiento y evaluación.

2.3. Con base a los resultados obtenidos de la evaluación, presentar un área de reconocimientos que permitan el control de los niveles de iluminación.

## 1.5 Metodología



#### -Primer Etapa.

Se realiza 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; con el objetivo de identificar las áreas laborales y tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, y las actividades en las cuales exista una molestias y provoca interferencia a la visión o fatiga)

#### -Segunda Etapa

Se determina las zonas en las que las actividades y tareas visuales se lleven cabo bajo un nivel de riesgo o exponga la integridad de los trabajadores, tales como la altura, manejo de equipo de lectura, manejo de equipo de corte, soldadura, montaje o desmontaje de piezas mecánicas.

Para una mejor medición también se determinan en esta parte del proyecto factores que puedan incidir en la visión del trabajador así como el color de las paredes, la forma del local si es abierto o es cerrado; además conocer si existe influencia de luz natural o solo trabaja con la luz artificial obtenidas de las lámparas.

#### -Tercera Etapa

En esta etapa se identifica la distribución de las áreas de trabajo del sistema de iluminación, así también como el número y distribución de las lámparas, maquinaria y del equipo de trabajo. Se determina la potencia de las lámparas y realizaremos una descripción del área iluminada y la descripción de los puestos de trabajo que requieran iluminación localizada.

#### -Cuarta Etapa

En esta parte realizaremos la evaluación de los niveles de iluminación, realizando pruebas en todas las áreas del centro de trabajos determinados para el estudio, se utilizara las herramientas necesarias como son luxómetro al igual que aparatos de longitud para determinar las áreas de los locales y la altura de los techos en algunos caso que se requiera.

#### -Quinta Etapa

El factor de reflexión se determina en el plano de trabajo y paredes que por su cercanía al trabajador afectan las condiciones de iluminación utilizando las formulas establecida en la norma nacional NOM-025-STPS-2008 para medir y calcular los valores correspondientes y luego ser corregidos en su caso, para ello obtenemos dimensiones del local y la altura del plano de trabajo.

#### -Sexta Etapa

Aquí es donde se compara y se determina que áreas del centro de trabajo del inmueble se encuentran dentro o fuera de lo óptimo establecido en la norma nacional NOM-025-STPS-2008, de estos valores dependerá la corrección o las recomendaciones técnicas que se puedan hacer para mejorar el estado de la iluminación, tomando en cuenta las tablas con valores de lúmenes.

Se hace la aclaración que todos los valores serán comparados en base a las categorías y tipo de zonas de trabajos manejados también dentro de esta norma, tomando en cuenta los elementos evaluados en las otras cinco etapas anteriores, según la incidencia de luz natural o no al igual que la reflexión en las paredes.

#### -Séptima Etapa

Para esta etapa se deberán corregir los elementos que eviten el deslumbramiento directo y por reflexión, así como el efecto estroboscópico, los elementos de reencendido o de calentamiento, propondremos modificar el sistema de iluminación y su distribución para evitar que existan cambios bruscos en la iluminación.

Para las sugerencias técnicas se determinarán ciertos elementos para el mayor aprovechamiento de la iluminación dentro del inmueble, dentro de las cuales podemos mencionar el factor de mantenimiento y el flujo luminoso, medición y cálculo para determinar la altura de suspensión de ciertas lámparas, así mismo el cálculo de número de luminarias.

Tomaremos en cuenta la iluminación media deseada y la superficie del plano de trabajo. Todas las sugerencias técnicas serán propuestas para darle un mejoramiento al ambiente de trabajo y proteger al trabajador de algún supuesto accidente en donde exista deficiencia o deslumbramiento.

#### -Octava Etapa

En las conclusiones técnicas se realizan los reportes correspondientes y las conclusiones técnicas del estudio y se dan a conocer. Se anexarán reportes parciales, resultados de pruebas, ubicación de las lámparas y zonas que fueron medidas. Se integran todo lo que tenga que ver con el proceso y la realización de la medición desde la primera etapa hasta la terminación del proyecto.

En dado caso que exista una modificación con el fin del mejoramiento del sistema de iluminación también tendrá que ser anexado en el reporte final para tener una evidencia de las modificaciones o actividades correspondientes después de haber realizado la medición y evaluación.

## 2. Fundamento Teórico

### 2.1 Principales Tipos de Lámparas

A lo largo de los años, se han ido desarrollando varios sistemas de nomenclatura en los registros y normas nacionales e internacionales. En 1993, la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) publicó Un nuevo Sistema Internacional de Codificación de Lámparas (SICL) pensado para sustituir a los sistemas de codificación nacionales y regionales ya existentes..

Tipo (código)	Potencia normal (vatios)	Reproducción del Color	Temperatura colorimétrica (K)	Vida útil (horas)
Lámparas fluorescentes de tamaño reducido	5–55	Buena	2.700–5.000	5.000–10.000
Lámparas de mercurio de alta presión (QE)	80–750	Correcta	3.300–3.800	20.000
Lámparas de sodio de alta presión (S-)	50–1.000	de incorrecta a buena	2.000–2.500	6.000–24.000
Lámparas incandescentes (I)	5–500	Buena	2.700	1.000–3.000
Lámparas de inducción (XF)	23–85	Buena	3.000–4.000	10.000–60.000
Lámparas de sodio de baja presión (LS)	26–180	color amarillo monocromático	1.800	16.000
Lámparas halógenas de tungsteno de baja tensión (HS)	12–100	Buena	3.000	2.000–5.000
Lámparas de haluros metálico (M-)	35–2.000	de buena a excelente	3.000–5.000	6.000–20.000
Lámparas fluorescentes tubulares (FD)	4–100	de correcta a buena	2.700–6.500	10.000–15.000
Lámparas halógenas de tungsteno (HS)	100–2.000	Buena	3.000	2.000–4.000

TABLA 1 SISTEMA INTERNACIONAL DE CODIFICACIÓN DE LÁMPARAS (SICL). SISTEMA DE CODIFICACIÓN EN FORMATO ABREVIADO PARA ALGUNOS TIPOS DE LÁMPARAS.

Eficiencia de las Lámparas	
Lámpara de filamento de 100 W	14 lúmenes/vatio
Tubo fluorescente de 58 W	89 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de alta presión de 400 W	125 lúmenes/vatio
Lámpara de sodio de baja presión de 131 W	198 lúmenes/vatio

TABLA 2 EFICIENCIA DE LAS LÁMPARAS

## 2.1.1 Lámparas Incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron la primera forma de generar luz a partir de la energía eléctrica. Desde que fueran inventadas, la tecnología ha cambiado mucho produciéndose sustanciosos avances en la cantidad de luz producida, el consumo y la duración de las lámparas.

Su principio de funcionamiento es simple, se pasa una corriente eléctrica por un filamento hasta que este alcanza una temperatura tan alta que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

Todos los cuerpos calientes emiten energía en forma de radiación electromagnética. Mientras más alta sea su temperatura mayor será la energía emitida y la porción del espectro electromagnético ocupado por las radiaciones emitidas. Si el cuerpo pasa la temperatura de incandescencia una buena parte de estas radiaciones caerán en la zona visible del espectro y obtendremos luz.

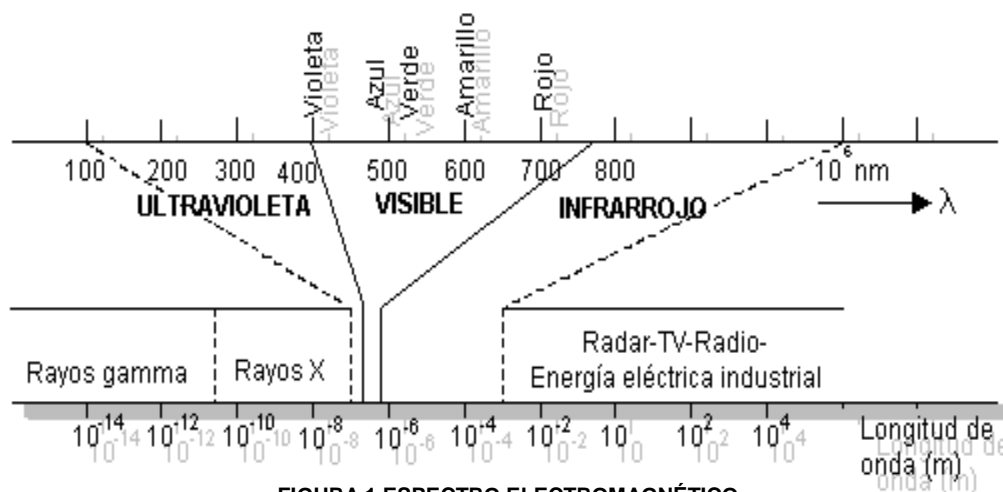


FIGURA 1 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

La incandescencia se puede obtener de dos maneras. La primera es por combustión de alguna sustancia, ya sea sólida como una antorcha de madera, líquida como en una lámpara de aceite o gaseosa como en las lámparas de gas. La segunda es pasando una corriente eléctrica a través de un hilo conductor muy delgado como ocurre en las bombillas corrientes.

Tanto de una forma como de otra, obtenemos luz y calor (ya sea calentando las moléculas de aire o por radiaciones infrarrojas). En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor.

Entre los parámetros que sirven para definir una lámpara tenemos las características fotométricas: la intensidad luminosa, el flujo luminoso y el rendimiento o eficiencia. Además de estas, existen otros que nos informan sobre la calidad de la reproducción de los colores y los parámetros de duración de las lámparas.

## 2.1.2 Lámparas No Halógenas

Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo del filamento.

Temperatura del filamento	2500 °C	2100 °C
Eficacia luminosa de la lámpara	10-20 lm/W	7.5-11 lm/W
Duración	1000 horas	1000 horas
Perdidas de calor	Convección y radiación	Radiación

TABLA 3 DATOS TÉCNICOS

Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1000 horas, una potencia entre 25 y 2000 W y unas eficacias entre 7.5 y 11 lm/W para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 para las rellenas de gas inerte.

En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 W.

## 2.1.3 Lámparas Halógenas de Alta y Baja Tensión

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

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa el  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ , al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio ( $\text{WBr}_2$ ). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de 260 °C) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso.

Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W con una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000W) según el uso al que estén destinadas. Las lámparas halógenas se utilizan normalmente en alumbrado por proyección y cada vez más en iluminación doméstica.



### 2.1.4 Lámparas de Descarga

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas.

La primera posibilidad es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible.

Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre los estados iniciales y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.

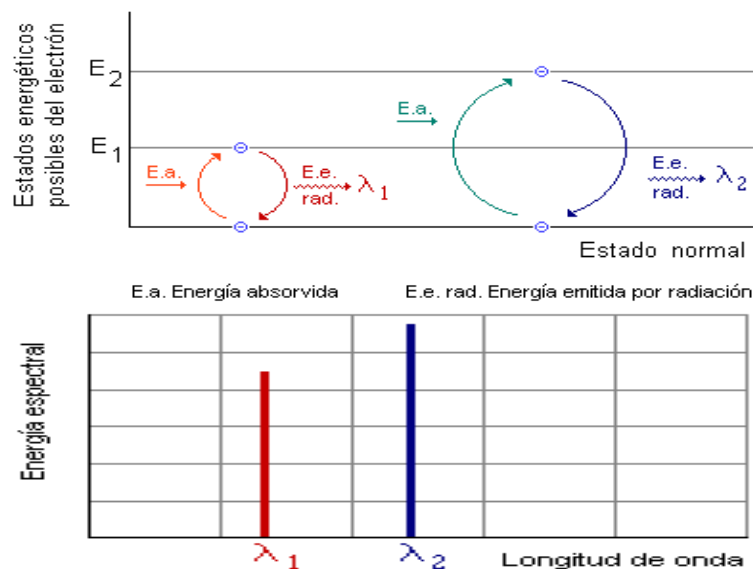


FIGURA 2 RELACIÓN ENTRE LOS ESTADOS ENERGÉTICOS DE LOS ELECTRONES Y LAS FRANJAS VISIBLES EN EL ESPECTRO

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo.

Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

La eficacia de las lámparas de descarga oscila entre los 19-28 lm/W de las lámparas de luz de mezcla y los 100-183 lm/W de las de sodio a baja presión.

Tipo de Lámpara	Eficacia sin Balasto (lm/W)
Fluorescentes	38-91
Luz de mezcla	19-28
Mercurio a alta presión	40-63
Halogenuros metálicos	75-95
Sodio a baja presión	100-183
Sodio a alta presión	70-130

TABALA 4 DATOS TECNICOS

### Características cromáticas

Debido a la forma discontinua del espectro de estas lámparas, la luz emitida es una mezcla de unas pocas radiaciones monocromáticas; en su mayor parte en la zona ultravioleta (UV) o visible del espectro. Esto hace que la reproducción del color no sea muy buena y su rendimiento en color tampoco.

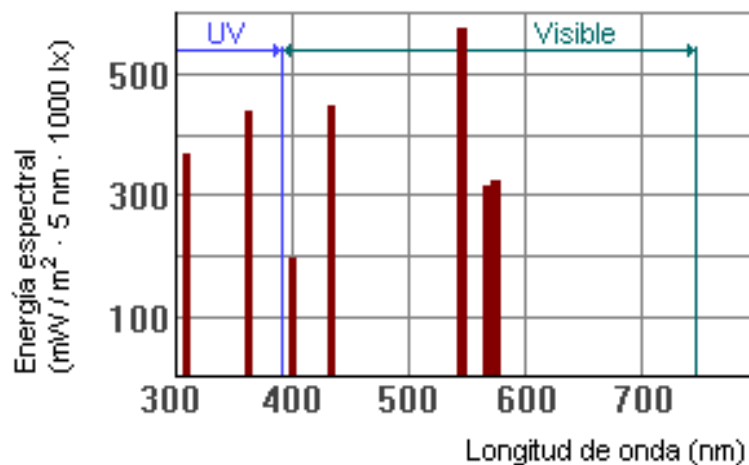


FIGURA 3 GRAFICA DE COLOR

## Características de Duración

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de las lámparas. El primero es la depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.

El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y las fugas de gas en lámparas a alta presión.

Tipo de Lámpara	Vida promedio (h)
Fluorescente estándar	12500
Luz de mezcla	9000
Mercurio a alta presión	25000
Halogenuros metálicos	11000
Sodio a baja presión	23000
Sodio a alta presión	23000

TABLA 5 DURABILIDAD LÁMPARAS DE DESCARGA

### 2.1.4.1 Lámparas Fluorescentes

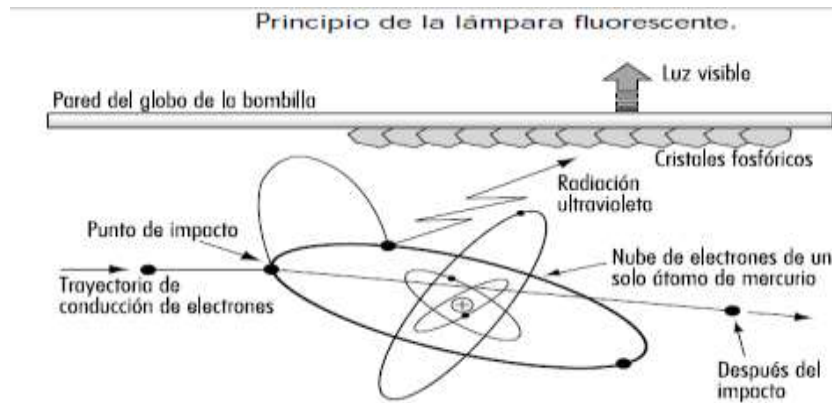
Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 nm.

Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara.

En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios.

De la combinación estos tres colores se obtienen una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.

Más modernamente han aparecido las lámparas fluorescentes compactas que llevan incorporado el balasto y el cebador. Son lámparas pequeñas con casquillo de rosca o bayoneta pensadas para sustituir a las lámparas incandescentes con ahorros de hasta el 70% de energía y unas buenas prestaciones.



**FIGURA 4 PRINCIPIO DE LA LAMPARA FLUORESCENTE**

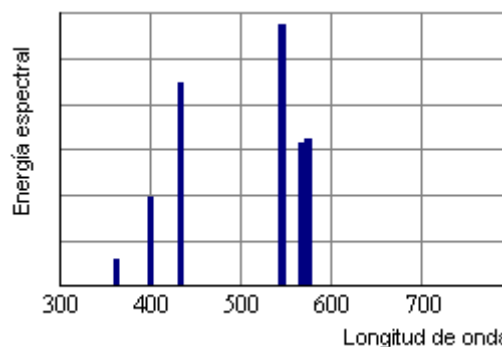
El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

<b>Apariencia de Color</b>	<b>T<sub>color</sub> (K)</b>
Blanco cálido	3000
Blanco	3500
Natural	4000
Blanco frío	4200
Luz día	6500

**TABLA 6 RENDIMIENTO DE COLOR**

### 2.1.4.2 Lámparas de Vapor de Mercurio a Alta presión

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



**FIGURA 5 ESPECTRO DE EMISIÓN SIN CORREGIR**

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara.

La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

#### 2.1.4.3 Lámparas de Luz de Mezcla

Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia.

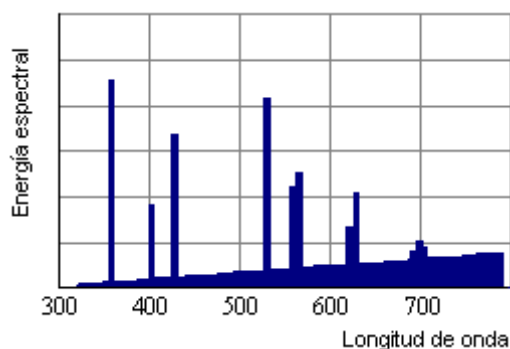


FIGURA 6 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA DE LUZ DE MEZCLA

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K.

La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida media se sitúa en torno a las 6000 horas.

#### 2.1.4.4 Lámparas con Halógenos Metálicos

Es posible mejorar el color y el rendimiento lumínico de las lámparas de descarga de mercurio añadiendo diferentes metales al arco de mercurio.

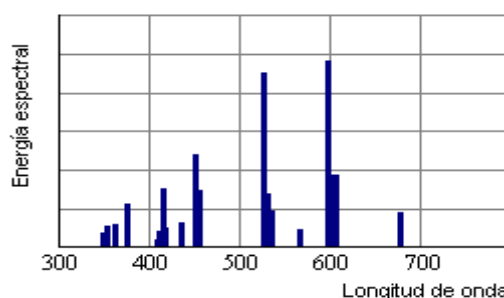
La dosis es pequeña en cada lámpara y, a efectos de precisión en la aplicación, es más conveniente manejar los metales en polvo, en forma de haluros, que se disgrega cuando la lámpara se calienta y libera el metal.

Una lámpara de haluros metálico puede utilizar varios metales diferentes, cada uno de los cuales emite un color característico.

Metal	Color Característico
Disproso	Verde-azul de banda ancha
Indio	Azul de banda estrecha
Litio	Rojo de banda estrecha
Escandio	Verde-azul de banda ancha
Sodio	Amarillo de banda estrecha
Talio	Verde de banda estrecha
Estaño	Naranja de banda ancha

**TABLA 7 COLOR CARACTERISTICO DEL METAL**

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).



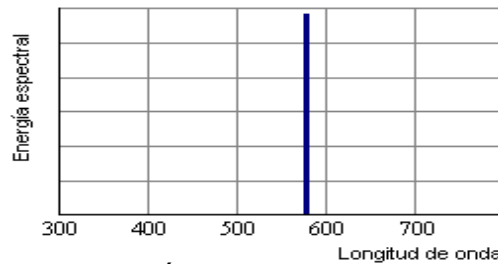
**FIGURA 7 ESPECTRO DE EMISIÓN DE UNA LÁMPARA CON HALÓGENOS METÁLICOS**

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas.

Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

#### **2.1.4.5 Lámparas de Vapor de Sodio a Baja Presión**

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática característica formada por dos rayas en el espectro (589 nm y 589.6 nm) muy próximas entre sí.



**FIGURA 8 ESPECTRO DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN**

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público, aunque también se utiliza con finalidades decorativas.

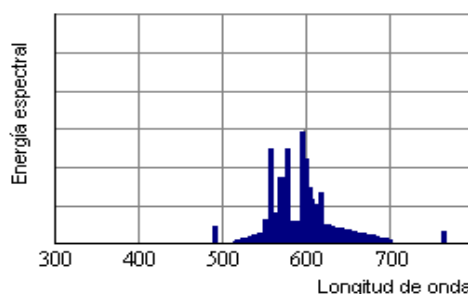
En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y comienza a emitir luz.

Físicamente esto se corresponde a pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla característica del sodio. Se procede así para reducir la tensión de encendido.

#### 2.1.4.6 Lámparas de Vapor de Sodio a Alta Presión

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



**FIGURA 9 ESPECTRO DE UNA LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN**

Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color ( $T_{color} = 2100$  K) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión ( $IRC = 25$ , aunque hay modelos de 65 y 80).

No obstante, esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.

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

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas (1000 °C), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas.

El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

Este tipo de lámparas tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores. Algunos ejemplos son en iluminación de naves industriales, alumbrado público o iluminación decorativa.

<b>Tipo de lámpara (Código)</b>	<b>Color (K)</b>	<b>Rendimiento (lúmenes/vatio)</b>	<b>Vida útil (horas)</b>
Normal	2.000	110	24.000
De lujo	2.200	80	14.000
Blanca (SON)	2.500	50	--

**TABLA 8 TIPO DE LÁMPARAS DE SODIO DE ALTA PRESION**

Al aumentar la presión del sodio, la radiación se convierte en una banda ancha alrededor del pico amarillo y su coloración es de un blanco dorado. Ahora bien, al aumentar la presión, disminuye la eficiencia. Actualmente existen tres tipos independientes de lámparas de sodio de alta presión, ilustrada en la tabla.

Generalmente, se utilizan las lámparas normales para el alumbrado exterior, las lámparas de lujo para los interiores industriales y las blancas son para aplicaciones comerciales y de exposición.



## 2.2 Condiciones Necesarias Para El Confort Visual

### 2.2.1 Factores que determinan el confort visual

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes: Iluminación uniforme, luminancia óptima, ausencia de brillos deslumbrantes, Condiciones de contrastes adecuados, colores correctos, la ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador.

La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa. El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma y posición de los objetos situados en el puesto de trabajo. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras.

### 2.2.2 Factores que afectan a la visibilidad de los objetos

El grado de seguridad con que se ejecuta una tarea depende, en gran parte, de la calidad de la iluminación y de las capacidades visuales. La visibilidad de un objeto puede resultar alterada de muchas maneras. Una de las más importantes es el contraste de luminancias debido a factores de reflexión, a sombras, o a los colores del propio objeto y a los factores de reflexión del color.

Lo que el ojo realmente percibe son las diferencias de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes del mismo objeto. En la Tabla se muestran los contrastes entre colores por orden descendente.

Color del Objeto	Color del Fondo
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Blanco	Azul
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

TABLA 9 CONTRASTES DE COLOR POR ORDEN DESCENDENTE

Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador. Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. Podemos establecer cinco zonas en el área de trabajo.

Un factor adicional es el intervalo de tiempo durante el que se produce la visión. El tiempo de exposición será mayor o menor en función de si el objeto y el observador están estáticos, o de si uno de ellos o ambos se están moviendo. La capacidad del ojo para adaptarse automáticamente a las diferentes iluminaciones de los objetos también puede influir considerablemente en la visibilidad.

El deslumbramiento puede ser directo (cuando su origen está en fuentes de luz brillante situadas directamente en la línea de visión) o reflejado (cuando la luz se refleja en superficies de alta reflectancia).

### **2.2.3 Deslumbramiento.**

Cuando existe exceso de luminancia en el campo de visión se producen brillos y sus efectos en la visión pueden dividirse en dos grupos, denominados deslumbramiento incapacitante y deslumbramiento molesto.

Consideremos el ejemplo del deslumbramiento provocado por los faros de un vehículo que se nos aproxima en la oscuridad. Los ojos no pueden adaptarse al mismo tiempo a los faros del vehículo y al brillo de la carretera, muy inferior.

Se trata de un ejemplo de deslumbramiento incapacitante, ya que la alta luminancia de las fuentes de luz produce un efecto incapacitante debido a la dispersión de la luz en el medio óptico. El deslumbramiento incapacitante es proporcional a la intensidad de la fuente de luz perjudicial.

El deslumbramiento molesto, que es más probable que se produzca en interiores, puede reducirse o incluso eliminarse por completo reduciendo el contraste entre la tarea y su entorno.

Es preferible que las superficies de trabajo tengan acabados mate, de reflexión difusa, en lugar de acabados de reflexión especular, y la posición de cualquier fuente de luz perjudicial deberá quedar fuera del campo normal de visión.

En general, se consigue un rendimiento visual correcto cuando la propia tarea es más brillante que su entorno inmediato, pero no demasiado. A la magnitud de deslumbramiento molesto se le da un valor numérico y se compara con valores de referencia a fin de predecir si será aceptable.

La distribución de la luz de las luminarias también puede provocar un deslumbramiento directo y, en un intento por resolver este problema, es conveniente instalar unidades de iluminación local fuera del "ángulo prohibido" de 45 grados.

## 2.3 Sistemas De Iluminación

El interés por la iluminación natural ha aumentado recientemente, Y no se debe tanto a la calidad de este tipo de iluminación como al bienestar que proporciona, solo que como el nivel de iluminación de las fuentes naturales no es uniforme, se necesita un sistema de iluminación artificial. Los sistemas de iluminación más utilizados son los siguientes:

### 2.3.1 Iluminación General Uniforme

En este sistema, las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar. Son sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos.

Debe tener tres características fundamentales: primero, estar equipado con dispositivos anti brillos (rejillas, difusores, reflectores, etcétera); segundo, debe distribuir una fracción de la luz hacia el techo y la parte superior de las paredes, y tercero, las fuentes de luz deben instalarse a la mayor altura posible, para minimizar los brillos y conseguir una iluminación lo más homogénea posible

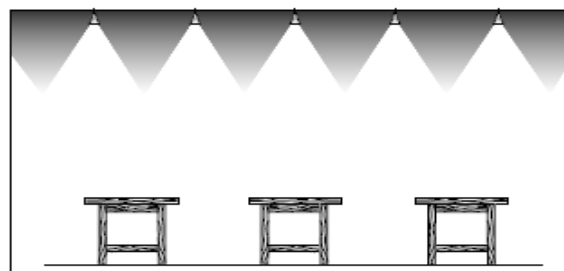


FIGURA 10 ILUMINACIÓN GENERAL

### 2.3.2 Iluminación General e Iluminación Localizada de Apoyo

Se trata de un sistema que intenta reforzar el esquema de la iluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Las lámparas suelen producir deslumbramiento y los reflectores deberán situarse de modo que impidan que la fuente de luz quede en la línea directa de visión del trabajador.

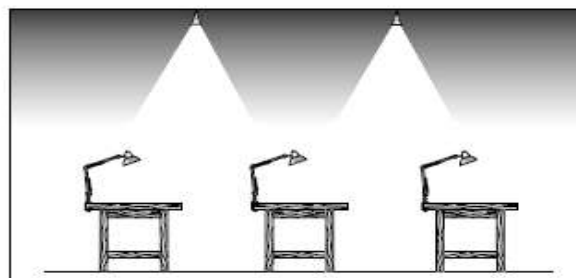


FIGURA 11 ILUMINACIÓN LOCAL E ILUMINACIÓN GENERAL

Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1.000 lux o más. Generalmente, la capacidad visual del trabajador se deteriora con la

edad, lo que obliga a aumentar el nivel de iluminación general o a complementarlo con iluminación localizada.

### 2.3.3 Iluminación General Localizada

Techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño.

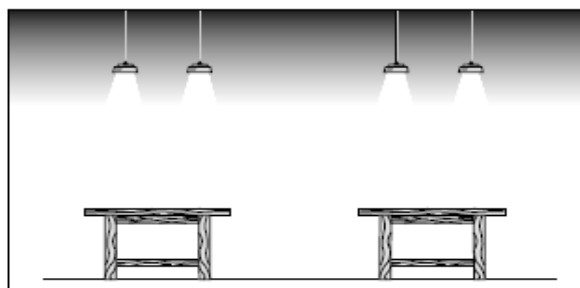


FIGURA 12 ILUMINACION LOCALIZADA

### 2.3.4 Iluminación Para Tareas Visuales

En la capacidad del ojo humano para distinguir los detalles se le llama agudeza visual, en esto influyen significativamente el tamaño de la tarea, el contraste y el rendimiento visual del observador. El aumento de la cantidad y calidad de la iluminación también mejorará significativamente el rendimiento visual.

Los detalles cruciales de la tarea y el contraste entre ésta y su entorno circundante influyen en cómo afecta la iluminación a su realización. se muestran los efectos de la iluminancia sobre la agudeza visual. A la hora de estudiar la iluminación de las tareas visuales, es importante tener en cuenta la capacidad del ojo humano para realizar la tarea con rapidez y precisión, lo que se conoce como rendimiento visual.

Ubicación de la tarea	Valor típico recomendado de iluminancia mantenida(lux)
Oficinas generales	500
Puesto de trabajado informatizado	500
Áreas de montaje	500
Poca precisión	300
Trabajo medio	500
Trabaja de precisión	750
Montaje de instrumentos	1000
Quirófanos de hospital	50.000

TABLA 10 NIVELES TÍPICOS RECOMENDADOS DE ILUMINANCIA MANTENIDA

## 2.4 Método de Iluminación Media (Método De Los Lúmenes)

### 2.4.1 Determinación de la Iluminación Promedio (Ep):

Cuando se realizan mediciones con el propósito de verificar los valores correspondientes a una instalación nueva, se deben tomar las precauciones necesarias para que las evaluaciones se lleven a cabo en condiciones apropiadas (tensión nominal de alimentación, temperatura ambiente, elección de lámparas, etc.) o para que las lecturas del medidor de iluminancia se corrijan teniendo en cuenta estas condiciones.

El cálculo del nivel promedio de iluminación para el método de la constante del salón, se realiza con la siguiente expresión:

$$E_p = 1/N (E_i)$$

Donde:

Ep = Nivel promedio en lux.

Ei = Nivel de iluminación Medido en lux en cada punto.

N = Número de medidas realizadas.

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.

El cálculo de la iluminación en un punto de una superficie por el uso de la curva de distribución de candelas de una luminaria, indica sólo la iluminación producida directamente por la luminaria: en el interior de un local, la iluminación en un punto sobre una superficie horizontal se obtiene no sólo por el flujo recibido directamente desde la luminaria, sino también por el reflejado desde el techo y las paredes laterales por encima de la superficie.

El techo y las paredes reciben flujo luminoso de la luminaria, parte de este flujo es reflejado según la naturaleza de la superficie y las características

espectrales del flujo incidente. Después de una o más reflexiones, una parte de dicho flujo puede recibirse eventualmente en la superficie horizontal considerada.

La superficie investigada se denomina generalmente el plano de trabajo y puede ser un plano real (como la superficie de una mesa) o un plano imaginario a una distancia determinada sobre el suelo.

Si el flujo que incide sobre el plano de trabajo se divide por el flujo emitido por el elemento de iluminación, la relación puede denominarse Factor de Utilización para la unidad determinada y la sala particular considerada.

Resumiendo las condiciones establecidas en forma de ecuación, se obtiene:

$$E = \frac{n * \varphi_L * K_u * K_m}{A}$$

Donde:

$\varphi_L$ : Flujo luminoso (lumen inicial por lámpara)

E: Nivel de iluminación (iluminación media al cabo de cierto tiempo de trabajo en lux)

n : Numero total de lámparas

K u: Factor de utilización

K m: Factor de mantenimiento

#### **2.4.2 Factor de Reflexión (reflectancia)**

Cálculo del factor de reflexión de las superficies:

a) Se efectúa una primera medición (E1), con la foto celda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm  $\pm$  2 cm, hasta que la lectura permanezca constante;

b) La segunda medición (E2), se realiza con la foto celda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente, y

c) El factor de reflexión de la superficie (Kf) se determina con la ecuación siguiente:

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

## Factor de Reflexión de los Colores

Color	Factor de Reflexión (%)
Blanco	100
Papel blanco	80–85
Marfil, amarillo lima	70–75
Amarillo brillante, ocre claro, verde claro, azul pastel, rosa claro, crema	60–65
Verde lima, gris pálido, rosa, naranja, gris azulado	50–55
Madera clara, azul celeste	40–45
Roble, hormigón seco	30–35
Rojo oscuro, verde árbol, verde oliva, verde hierba	20–25
Azul oscuro, púrpura	10–15
Negro	0

TABLA 11 FACTORES DE REFLEXIÓN DE DIFERENTES COLORES Y MATERIALES ILUMINADOS CON LUZ BLANCA.

### 2.4.3 Coeficiente de utilización

Al cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil), y el flujo total emitido por las lámparas instaladas, es lo que se llama "Coeficiente de utilización", ecuación:

$$C_u = \frac{\Phi_u}{\Phi_t}$$

Este coeficiente depende de diversas variables, tales como la eficacia de las luminarias, la reflectancia de las paredes, y las dimensiones del local.

La luminaria, aparato utilizado para soportar, alojar y distribuir el flujo luminoso de las lámparas, tiene una relativa incidencia sobre el coeficiente de utilización, según se trate de un sistema de iluminación directa, semidirecta o a través de difusores.

El sistema directo o semidirecto tiene escasas pérdidas, las que no llegan al 4%, mientras que los sistemas a través de difusor tienen unas pérdidas comprendidas entre el 10 y el 20%.

Del flujo luminoso total emitido por las lámparas, solamente una parte llega directamente a la superficie de trabajo; otra parte del flujo emitido, se dirige a las paredes, donde, como ya sabemos, una fracción se absorbe y otra llega a la superficie de trabajo después de una o varias reflexiones.

Finalmente, otra parte del flujo luminoso se emite hacia el techo donde, como antes, una porción se absorbe y otra llega a la superficie de trabajo

La reflexión de la luz sobre las paredes del local juega un importante papel sobre el coeficiente de utilización. De la totalidad del flujo luminoso que incide sobre las paredes, una parte se refleja, mientras que otra es absorbida y anulada, dependiendo la proporción de una y otra, del color de las paredes.

Aunque se pueden diferenciar un gran número de colores y tonalidades, en general será suficiente diferenciar cuatro tonalidades diferentes, según se indica en la tabla:

Color	Reflexión
Blanco	70 %
Claro	50 %
Medios	30 %
Oscuros	10 %

**TABLA 12 PORCENTAJES DE REFLEXION**

Por último, las dimensiones del local también juegan un papel importante sobre el valor del coeficiente de utilización. Esto se pone en evidencia con lo expresado anteriormente, "la proporción de flujo luminoso que llega a la superficie de trabajo, depende de la relación que exista entre el flujo directo y el reflejado".

Un local angosto y alto desperdicia mucho más flujo luminoso que otro que en proporción sea más ancho y más bajo. Esto equivale a decir que la cantidad de flujo enviado al plano útil de trabajo es directamente proporcional a la superficie e inversamente proporcional a la altura.

#### **2.4.4 Factor de Mantenimiento**

Las condiciones de conservación ó mantenimiento de la instalación de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado y de hecho se incluye en la fórmula de cálculo (fm= Factor de mantenimiento).

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre el plano de trabajo, sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación.

Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Además las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia y las paredes y cielo raso se ensucian y disminuye su poder reflectante.

De todos estos factores, algunos son controlables por sistemas de mantenimiento y otros no lo son. La IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), considera ocho factores: cuatro de ellos "no controlables" por sistemas de mantenimiento y cuatro "controlables".



Los no controlables son: la temperatura ambiente, la variación de la tensión, el mantenimiento del balastro y la deformación de la superficie de la luminaria.

Los controlables son: la deformación o deterioro de la superficie del local por ensuciamiento, la depreciación por flujo luminoso de la lámpara, el reemplazo de las lámparas y la mantención de la luminaria por ensuciamiento.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de lámparas defectuosas. Todo ello hace posible situar el factor de mantenimiento dentro de límites comprendidos entre el 80 y el 50%.

<b>Características de la Luminaria</b>	<b>Polución del Ambiente</b>	<b>Coeficiente de Mantenimiento</b>
Cerrada	Reducida	90%
	Moderada	80%
	Importante	70%
Abierto	Reducida	80%
	Moderada	70%
	Importante	60%

**TABLA 13 COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO SEGÚN SUS CARACTERÍSTICAS**

Si se desea verificar la instalación a poco de ser realizada, deberá utilizarse un Coeficiente de Mantenimiento de 100%, es decir Valores Iniciales

Por consiguiente, al calcular el flujo total necesario para obtener un nivel medio de iluminación, será preciso tener en cuenta este factor, ya que de lo contrario obtendríamos el flujo luminoso del primer día de puesta en funcionamiento de la instalación, el cual iría degradándose poco a poco hasta llegar a ser insuficiente.

### 2.4.5 Flujo Luminoso

Las consideraciones hechas hasta aquí, permiten determinar el flujo luminoso necesario para producir la iluminación E, sobre una superficie útil de trabajo S. El flujo útil necesario será

$$\phi_u = E * S$$

Como:

$$C_u = \frac{\Phi_u}{\Phi_t}$$

Por lo tanto:

$$\phi_t = \frac{E * S}{C_u} = \frac{E * A * L}{C_u}$$

Este será el flujo total necesario sin tener en cuenta la depreciación que sufre con el tiempo, es decir, sin considerar el factor de mantenimiento. Al considerar este factor en la ecuación del flujo total, se tiene:

$$\phi_t = \frac{E * A * L}{C_u * f_m}$$

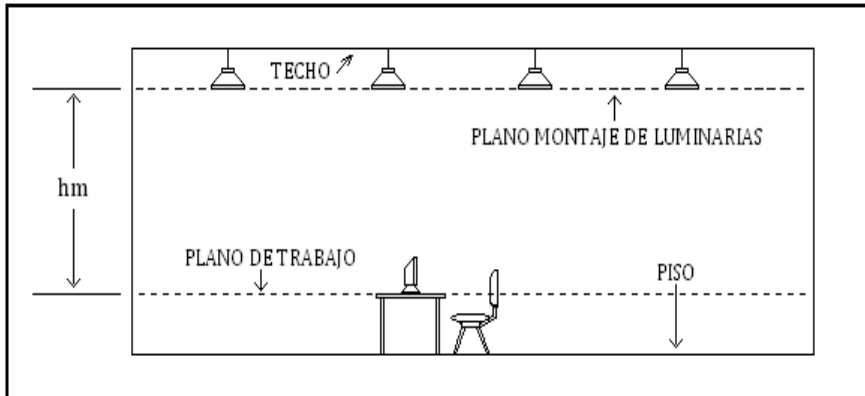
Donde:

- Ø t:** Flujo total necesario en Lm.
- E:** Luminancia en el plano de trabajo en Lux.
- A:** Ancho del local en metros.
- L:** Longitud del local en metros.
- C u:** Coeficiente de utilización.
- f m :** Factor de mantenimiento.

Por medio de la cantidad de flujo luminoso que exista en relación a los puntos medidos podremos determinar qué tanto de flujo luminoso hace falta o se desperdicia, todo esto va dependiendo de qué tanta área tenga el lugar a iluminar y la altura entre el plano de trabajo y el plano donde actúan las lámparas

### 2.4.5 Cavity del local (K).

Este factor es muy importante, pues permite Determinar más adelante el coeficiente de utilización (CU) para cada tipo de Luminaria seleccionada de acuerdo a las hojas de datos entregadas por los Fabricantes.



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

Donde:

$hm$ : Altura de la cavidad del local [m]

$h$ : Altura del local [m]

$PT$ : Plano de trabajo [m]

$PML$ : Plano de montaje de luminarias [m].

$$K = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} = RCL$$

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.  $K$  o  $RCL$  hacen referencia al índice de la cavidad del local.

### 2.4.7 Rendimiento Luminoso de las Lámparas

El rendimiento luminoso ( $\eta$ ) de una fuente de luz es la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia consumida por dicha fuente. En unidades del SI, se mide en lumen por vatio (lm/w).

Viene dado por la expresión:

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

Donde

$P$  Es la potencia consumida por la fuente.

$F$  Es el flujo luminoso emitido.

### 3 Desarrollo Del Proyecto.

#### 3.1 Reconocimiento

##### 3.1.1 Nombre de la Empresa

Compañía Azucarera la Fe, S.A. de C.V.

##### 3.1.2 Ubicación de la Empresa.

Domicilio conocido s/n  
Municipio Venustiano Carranza  
San Francisco Pujilic.  
30310 Pujilic Chis.

##### 3.1.3 Actividades Económicas de la Empresa.

La empresa CIA. AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V. Manifiesta como actividad económica la elaboración de azúcar de caña.

La empresa se encuentra conformada por diversas áreas, y número de trabajadores, las evaluaciones de los niveles de iluminación, se llevaron a cabo de la siguiente manera.

Empresa	Número de trabajadores
Compañía azucarera la Fe, S.A. de C.V.	228

TABLA 14 TRABAJADORES

Turno	Horario
Matutino	6.00 AM -2.00 PM
Vespertino	2.00 PM- 10.00 PM
Mixto	10.00 PM – 6.00 AM

TABLA 15 TURNOS

##### 3.1.4 Condiciones de Iluminación

Con el propósito de evaluar las áreas dentro del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo de la COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE S.A. DE S.V. se realizó un recorrido por sus instalaciones y en conjunto con personal de seguridad estableció los puntos de evaluación.

Se considerara, en su caso los reportes de los trabajadores; con el objetivo de identificar las áreas laborales y tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo. Y las actividades en las cuales exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento.

Se determina la distribución de las áreas de trabajo y del sistema de iluminación, distribución de la maquinaria y del equipo de trabajo a empleado.

#### Condiciones de iluminación

AREA	Sistema de iluminación			Observaciones
	Tipo de iluminación	Tipo de lámpara	Cantidad	
<b>Fabrica de Alcohol</b>	Artificial y natural	A prueba de explosión	43	En esta área se utiliza iluminación artificial, iluminación a prueba de explosión de 160W y cuenta con incidencia de luz natural.
<b>Molinos</b>	Artificial y natural	Alta intensidad	72	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias de alta intensidad de 500w, fluorescentes de 39W y cuenta con incidencia de luz natural.
<b>Batey</b>	Artificial y natural	Fluorescentes incandescentes y de alta intensidad	40	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 59 W y de alta intensidad de 500 W; cuenta con incidencia de luz natural.
<b>Calderas</b>	Artificial y natural	Fluorescente y de alta intensidad	117	En esta área se utiliza iluminación artificial luminarias fluorescentes de 59W y de alta intensidad de 500 cuenta con incidencia de luz natural.
<b>Planta Eléctrica</b>	Artificial	Fluorescentes y de alta intensidad	24	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 59W y de alta intensidad de 1500W.
<b>Elaboración</b>	Artificial	Fluorescentes y de alta intensidad	50	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 39W y de alta intensidad de 1500W cuenta con incidencia de luz natural
<b>Envase y envasadora</b>	Artificial	Fluorescente	4	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 39W
<b>Laboratorio de fabrica</b>	Artificial y natural	fluorescentes	2	En esta área se utiliza iluminación artificial. Luminarias fluorescentes de 39,59 y 75W cuenta con incidencia de luz natural.

AREA	Sistema de iluminación			Observaciones
	Tipo de iluminación	Tipo de lámpara	Cantidad	
Laboratorio de calidad	Artificial	Fluorescente	2	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 59 W
Laboratorio de condensados	Artificial y natural	fluorescentes	4	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 39W
Taller mecánico	Artificial y natural	Fluorescente y de alta intensidad	20	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias de 59W y de alta intensidad de 1500W cuenta con incidencia de luz natural
Oficinas	Artificial	fluorescentes	42	En esta área se utiliza iluminación artificial, luminarias fluorescentes de 17 y 39W

TALBA 16 INFORMACION DE LAS AREAS DE TRABAJO

### 3.1.5 Tareas Visuales de los Puestos de Trabajo de la Empresa:

AREA	TAREAS VISUALES
Fabrica de alcohol	Requerimiento visual simple para la inspección en los destiladores, preparadores de jugo, en las tinas de fermentación y en la preparación de jugo.
Molinos	Distinción moderada de detalles, para el engrasado de molinos, operaciones de turbinas navaja, operadores de mesa alimentadora de molinos
Batey	En exteriores; distinguir el área de tránsito para los camiones que ingresan y depositan la caña en el molino, desplazamientos caminando para la operación de los camecos, movimiento de vehículos de carga y transporte de caña.
Calderas	Áreas de circulación y pasillo; los encargados de calderas y vaporistas, sopleteros, bagaceros y bomberos mantenían las calderas en funcionamiento para obtener en condiciones el vapor en la elaboración de azúcar.
Planta eléctrica	Requerimiento visual simple para la inspección de los tableros de control, inspección en la operación de los turbogeneradores
Elaboración	Requerimiento visual simple se monitoreaban los tachos e inspeccionaban los granos de azúcar que se formaban para después enviarse a laboratorio, así como la inspección del clarificado y de los calentadores.

<b>AREA</b>	<b>TAREAS VISUALES</b>
<b>Envase y envasadora</b>	Distinción moderada de detalles; para los operadores de la tolva en donde se vierten los costales de azúcar para el llenado empaquetado de las presentaciones de 1 y 2 Kg
<b>Laboratorio de fabrica</b>	Distinción clara de detalles, inspección moderadamente difícil en la preparación y toma de muestras de azúcar que son analizadas para tomar datos, estos se capturan y se precisan para tener información de las condiciones de azúcar, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio
<b>Laboratorio de calidad</b>	Distinción clara de detalles, inspección moderadamente difícil en la preparación y toma de muestras de azúcar que son analizadas para tomar datos, estos se capturan y se precisan para tener información de las condiciones de azúcar, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio
<b>Laboratorio de condensados</b>	Distinción clara de detalles, inspección moderadamente difícil en la preparación y toma de muestras de azúcar que son analizadas para tomar datos, estos se capturan y se precisan para tener información de las condiciones de azúcar, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio
<b>Taller Mecánico</b>	Distinción moderada de detalles; para el maquinado fabricación y reparación de piezas utilizadas en el ingenio, operadores de tornos y fresadoras así como el uso de prensas hidráulicas y esmeriles.
<b>Oficinas</b>	Distinción moderada de detalles; procesamiento de datos para el engrasado de molinos operadores de turbinas navaja, operación de mesas alimentadora de molino.

**TABLA 17 TAREAS VISUALES**

### **3.2 Medición**

La evaluación se dirigió primordialmente a medir el nivel de iluminación y el factor de reflexión en las áreas y puestos de trabajo seleccionados por la empresa. Los niveles de iluminación y el factor de reflexión fueron evaluados de acuerdo a lo establecido en el capítulo 9 de la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008.

Se considera que las mediciones se efectuaron bajo condiciones normales de operación de la empresa.

#### **3.2.1 Equipo de Medición**

Las características del equipo de medición utilizado para la evaluación de los niveles de iluminación y el factor de reflexión son las siguientes:

- Luxómetro marca lutron.
- modelo LX-1108
- No. De serie: Q114479.

Se verifico previamente a las mediciones que el equipo contara con baterías en buen estado y que la foto celda se encontrara conectada.

Se encendió el equipo y se seleccionó las unidades de mediciones (luxes), las mediciones del equipo manejan hasta de 5 rangos dependiendo de la luminosidad medida: 40.0/400.0/4,000/40,000/400,000 luxes y con corrección por el tipo de lámpara.

Con el protector de la foto celda puesto, se calibro a cero el equipo y se procedió a inicial la medición.

### 3.2.2 Fecha de Evaluación

Las mediciones en campo se efectuaron el día 2 de septiembre de 2013.

### 3.2.3 Determinación de los Parámetros de cada Área a Evaluar

Área	Tareas visuales	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (lux)
<b>Fabrica de alcohol</b>	Requerimiento visual simple; inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y maquina	Servicios al personal, almacenaje, rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia cuartos de compresores y paileria	200
<b>Molinos</b>	distinción moderada de detalles; ensamble simple, inspección simple, manejo de datos y trabajos de oficina	Talleres: areas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
<b>Batey</b>	En exteriores; distinguir el área de transito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Exteriores generales. Patios y estacionamiento	20
<b>Calderas</b>	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera, salas de descanso, cuartos de almacén plataformas, cuartos de calderas	Áreas de circulación y pasillos, salas de espera; salas de descanso, cuartos de almacén, plataformas cuarto de calderas	100
<b>Planta Eléctrica</b>	Requerimiento visual simple; inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y maquina	Servicios al personal, almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y paileria.	200
<b>Elaboración</b>	Requerimiento visual simple; inspección visual, trabajo, maquina	Servicios al personal, almacenaje rudo, cuartosde paileria.	200



<b>Envase y envasadora</b>	Distinción moderada de detalles: ensamble simple, inspección simple, manejo de datos y trabajos de oficina	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas	300
<b>Laboratorio de fabrica</b>	Distinción moderada de detalles; maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión; salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios	500
<b>Laboratorio de calidad</b>	Distinción clara de detalles, maquinado y acabados delicados, enramble de inspección moderadamente difícil; captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio	Talleres de precisión: salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
<b>Laboratorios de condensados</b>	Distinción clara de detalles, maquinado y acabados delicados, enramble de inspección moderadamente difícil; captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio	Talleres de precisión: salas de computo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
<b>Taller mecánico</b>	Distinción moderada de detalles; ensamble simple, trabajo medio en banco y maquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
<b>Oficinas</b>	Distinción moderada de detalles; ensamble simple, inspección	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas	300

**TABLA 18 MEDICION DE NIVELES DE ILUMINACIÓN**

### 3.2.4 Evaluación de los Niveles de Iluminación

A partir de los registros obtenidos durante el reconocimiento, se realizó la evaluación de los niveles de iluminación en las áreas seleccionadas de acuerdo a lo establecido en el apéndice A de la norma oficial mexicana de referencia.

La metodología utilizada se describe a continuación:

-Se establecieron los puntos de medición. Los puntos de medición fueron establecidos primordialmente en los sitios en los cuales se desarrollan las tareas visuales de mayor importancia, en función de las necesidades, características y actividades de la empresa.

-Una vez determinados los puntos a evaluar, se procedió a preparar el equipo de medición y a evaluar los niveles de iluminación en cada punto.

-En las áreas seleccionadas donde se utiliza iluminación artificial, se verificó que las lámparas estuvieran encendidas con un periodo de antelación de 20 minutos como mínimo

-En las áreas donde se utiliza exclusivamente iluminación artificial se realizaron una medición en los puntos determinados en un horario indistinto, independientemente de los horarios de trabajo de la empresa.

Primera medición: 10:30h a 14:30h  
Segunda medición. 16.00h a 18.30h  
Tercera medición 19.30 a 21.00h.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los niveles de iluminación mínimos establecidos en la tabla que se muestran a continuación.

Tareas visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Mínimos de iluminación (luxes)
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,	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 pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco o máquina, y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de precisión, salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	300
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 computo, áreas de dibujo, laboratorios	500
Distinción clara 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 acabados con pulidos finos.	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.	1000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles	Procesos de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: -de trabajo de contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados -exactas y muy prolongadas, -muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.	2000

**TABLA 19 NIVELES DE ILUMINACIÓN**

### 3.2.5 Niveles de Iluminación Registrados

Para esta parte del estudio se tomó en cuenta únicamente una medición para cada zona de trabajo, por lo tanto en sustitución de la fórmula tenemos:

$E_p = 1/N E_i$ , tomaremos como  $N=1$  para todos los casos medidos.

$E_p$ : nivel de iluminación promedio

$N$ = número de mediciones

$E_i$ = nivel medido por el luxómetro

Cabe mencionar que los puntos fueron evaluados en los tres horarios marcados anteriormente, en los cuales se obtuvieron resultados donde se detecta la influencia de la luz natural, debido a que muchas de las áreas evaluadas se encuentran en la intemperie, esto afecta en la paridad de los resultados en relación a las de la tarde o noche, debido a que cuando la luz natural es inerte, la iluminancia de las lámparas es menor, y el luxómetro detecta menor índice de luxes medidos en las áreas que tienen esta característica.

Fabrica de Alcohol					
Punto No.	Ubicación	Horario	Niveles de iluminación evaluados (luxes)	Niveles mínimos de iluminación (luxes)	Conclusión
1	Condensadores	10.30	450	200	Permisible
		16.00	333		Permisible
		19.30	46		No permisible
2	Centrifugas	10.30	292		Permisible
		16.00	280		Permisible
		19.30	92		No permisible
3	Tinas de levadura	10.30	320		Permisible
		16.00	220		Permisible
		19.30	85		No permisible
4	Tinas de levadura	10.30	394		Permisible
		16.00	385		Permisible
		19.30	42		No permisible
5	Destilador de alcohol	10.30	215		Permisible
		16.00	92		No permisible
		19.30	71		No permisible
6	Rotámetro	10.30	340	200	Permisible
		16.00	330		Permisible
		19.30	340		Permisible
7	Tinas de fermentación	10.30	240		Permisible
		16.00	213		Permisible
		19.30	120		No permisible
8	Rotámetro	10.30	315		Permisible
		16.00	352		Permisible
		19.30	210		Permisible

Fabrica de alcohol						
Punto No.	Ubicación	Horario	Niveles de iluminación evaluados (luxes)	Niveles mínimos de iluminación (luxes)	Conclusión	
9	Oficina	10.30	310	300	Permisible	
		16.00	288		No permisible	
		19.30	239		No permisible	
10	Bombas de alcohol	10.30	289	200	Permisible	
		16.00	342		Permisible	
		19.30	198		No permisible	
11	Columna B	10.30	460	200	Permisible	
		16.00	240		Permisible	
		19.30	122		No permisible	
12	Clarificación miel	10.30	316	200	Permisible	
		16.00	220		Permisible	
		19.30	123		No permisible	
Molinos						
13	Charola 6	9:40	410	300	Permisible	
		16:00	324		Permisible	
		19:30	302		Permisible	
14	Charola 5	9:40	334		Permisible	
		16:00	321		Permisible	
		19:30	311		Permisible	
15	Charola 4	9:40	340		Permisible	
		16:00	213		No permisible	
		19:30	203		No permisible	
16	Charola 3	9:40	314		Permisible	
		16:00	301		Permisible	
		19:30	243		No permisible	
17	Charola 2	9:40	490		Permisible	
		16:00	317		Permisible	
		19:30	215		No permisible	
18	Charola 1	9:40	301		300	Permisible
		16:00	296			No permisible
		19:30	270			No permisible
19	Caseta de control	9:40	210	200	Permisible	
		16:00	206		Permisible	
		19:30	140		No permisible	
Batey						
20	Cameco 3	1030	250	200	Permisible	
		16.00	245		Permisible	
		19.30	140		No permisible	
21	Cameco 2	1030	220	200	Permisible	
		16.00	260		Permisible	
		19.30	194		No permisible	
22	Cameco 1	1030	302	200	Permisible	
		16.00	220		Permisible	
		19.30	124		No permisible	
23	Patio	1030	390	200	Permisible	
		16.00	320		Permisible	
		19.30	193		No permisible	

Calderas						
Punto No.	Ubicación	Horario	Niveles de iluminación evaluados (luxes)	Niveles mínimos de iluminación (luxes)	Conclusión	
24	Atrás de caldera 1 y 2	10.30	156	100	Permisible	
		16.00	104		Permisible	
		19.30	98		No permisible	
25	Caldera 1 y 2	09.45	158		Permisible	
		12.45	168		Permisible	
		16.45	87		No permisible	
26	Caldera 4 y 5	09.45	133		Permisible	
		12.45	124		Permisible	
		16.45	58		No permisible	
27	Atrás de caldera 4 y 5	09.45	194		Permisible	
		12.45	198		Permisible	
		16.45	72		No permisible	
28	Caldera 5	09.45	144		Permisible	
		12.45	120		Permisible	
		16.45	94		No permisible	
29	Pasillo caldera	09.45	126	100	Permisible	
		12.45	120		Permisible	
		16.45	107		Permisible	
30	Bombas sulzer	09.45	72		No permisible	
		12.45	52		No permisible	
		16.45	51		No Permisible	
Planta Eléctrica						
31	Turbo principal	10.30	416		200	Permisible
32	Turbogeneradores	16.00	303			Permisible
33	Turbogeneradores	19.30	488	Permisible		
Elaboración						
34	Frente tacho 1	10.40	234	200	Permisible	
		16:00	221		Permisible	
		18:30	120		No permisible	
35	Frente tacho 2 y 3	10.40	198		No permisible	
		16:00	142		No permisible	
		18:30	140		No permisible	
36	Frente tacho 5	10.40	156		No permisible	
		16:00	143		No permisible	
		18:30	132		No permisible	
37	Frente tacho 6	10.40	170		No permisible	
		16:00	165		No permisible	
		18:30	168		No permisible	
38	Frente tacho 8	10.40	447		Permisible	
		16:00	243		Permisible	
		18:30	192		No permisible	

Laboratorio de Fabrica					
43	Mieles	10.30	562	500	Permisible
		16.30	506		Permisible
		19.30	502		Permisible
44	Control	10.30	507	500	Permisible
		16.30	516		Permisible
		19.30	502		Permisible
45	Especiales	10.30	516	500	Permisible
		16.30	342		No Permisible
		19.30	351		No Permisible
46	Karbe	10.30	406	500	No Permisible
		16.30	403		No Permisible
		19.30	419		No Permisible
47	Oficina	10.30	432	300	Permisible
		16.30	399		Permisible
		19.30	384		Permisible
Laboratorio de Calidad					
48	Escritorio	10.30	409	300	Permisible
		16.30	364		Permisible
		19.30	321		Permisible
49	Balanzas analíticas	10.30	507	500	Permisible
		16.30	470		No Permisible
		19.30	387		No Permisible
Laboratorio Condensados					
50	Potenciómetro	10.30	440	500	No Permisible
		16.30	390		No Permisible
		19.30	291		No Permisible
Taller Mecánico					
51	Torno 3	10.30	208	300	No Permisible
		16.30	189		No Permisible
		19.30	170		No Permisible
52	Torno 6	10.30	312	300	Permisible
		16.30	309		Permisible
		19.30	304		Permisible
53	Prensa de 200 toneladas	10.30	221	300	No Permisible
		16.30	212		No Permisible
		19.30	189		No Permisible
54	Torno 1	10.30	169	300	No Permisible
		16.30	207		No Permisible
		19.30	152		No Permisible
55	Fresadora	10.30	217	300	No Permisible
		16.30	212		No Permisible
		19.30	206		No Permisible
56	Material para maquinar	10.30	202	200	Permisible
		16.30	210		No Permisible
		19.30	184		No Permisible
Oficinas					
57	Escritorio técnico	10.30	323	300	Permisible
58	Escritorio impresión	10.30	319		Permisible
59	Escritorio administrativo	10.30	348		Permisible
60	Escritorio administrativo	10.30	319		Permisible
61	Escritorio administrativo	10.30	324		Permisible
62	Escritorio administrativo	10.30	352		Permisible

TABLA 20 NIVELES DE ILUMINACIÓN DENTRO DE LA FÁBRICA

### 3.3 Cálculos Técnicos

#### 3.3.1 Cálculo del Factor de Reflexión

<b>Empresa</b>	CIA. ZUCARERA LA FE S.A. DE C.V.
<b>Fecha</b>	9 de septiembre del 2013
<b>Tipo de Lámpara</b>	Lámpara fluorescente de alta intensidad a prueba de explosión

punto	hora	Puesto de trabajo		Pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E1	P.T.	P		P.T.	P	Nivel de iluminación		Nivel de reflexión
											P.T.	P.	P.T.
1	10.30	450	120			26.6		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	333	108			32.43					Permisible	Permisible	
	19.30	46	17			36.95					No permisible	Permisible	
2	10.30	292	78			26.71		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	280	121			43.21					Permisible	Permisible	
	19.30	92	39			42.39					No permisible	Permisible	
3	10.30	320	117			36.56		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	220	68			30.09					Permisible	Permisible	
	19.30	85	23			27.05					No permisible	Permisible	
4	10.30	394	110			27.91		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	385	188			48.83					Permisible	Permisible	
	19.30	42	15			35.71					No permisible	Permisible	
5	10.30	215	69	298	97	32.09	32.55	200	50	60	Permisible	Permisible	permisible
	16.00	92	28	82	44	30.43	53.65				No permisible	Permisible	permisible
	19.30	71	32	47	16	45.07	34.04				No permisible	Permisible	permisible
6	10.30	340	136			40.00		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	330	124			37.54					Permisible	Permisible	
	19.30	340	102			30.00					Permisible	Permisible	
7	10.30	240	119			49.58		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	213	105			49.29					Permisible	Permisible	
	19.30	120	19			15.83					No permisible	Permisible	
8	10.30	315	122			38.73		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	352	109			30.96					Permisible	Permisible	
	19.30	210	11			5.23					Permisible	Permisible	
9	10.30	310	111			35.80		300	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	288	108			37.5					No permisible	Permisible	
	19.30	239	125			52.30					No permisible	No permisible	
10	9.45	289	102			35.29		200	50	60	Permisible	Permisible	
	12.45	342	126			36.84					Permisible	Permisible	
	16.45	198	89			44.94					No permisible	Permisible	
11	9.45	460	134			29.13		200	50	60	Permisible	Permisible	
	12.45	240	109			45.41					Permisible	Permisible	
	16.45	162	86			53.08					Permisible	No permisible	
12	9.45	316	122			38.60		200	50	60	Permisible	Permisible	
	12.45	220	78			35.45					Permisible	Permisible	
	16.45	123	24			19.51					No permisible	Permisible	



punto	hora	Puesto de trabajo		pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E2	P.T.	P		P.T	P	Nivel de iluminación	Nivel de reflexión	
											P.T.	P.T.	P.
13	9.45	410	120			29.26		300	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	324	60			18.51			Permissible	Permissible			
	16.45	302	20			6.62			Permissible	Permissible			
14	9.45	334	20			5.90		300	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	321	15			4.67			Permissible	Permissible			
	16.45	311	17			5.46			Permissible	Permissible			
15	9.45	340	25			7.35		300	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	213	14			6.57			No permissible	Permissible			
	16.45	203	13			6.40			No permissible	Permissible			
16	1030	314	16			5.09		300	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	301	24			7.97			Permissible	Permissible			
	19.30	243	13			5.34			No permissible	Permissible			
17	1030	490	115			23.46		300	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	317	64			20.18			Permissible	Permissible			
	19.30	215	28			13.02			No permissible	Permissible			
18	1030	301	71			23.59		300	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	296	68			22.97			No permissible	Permissible			
	19.30	270	44			16.29			No permissible	Permissible			
19	1030	210	40			19.04		300	50	60	No permissible	Permissible	
	16.00	206	38			18.44			No permissible	Permissible			
	19.30	140	17			12.14			No permissible	Permissible			
20	1030	250	120			48.00		200	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	245	113			46.12			Permissible	Permissible			
	19.30	140	10			7.114			No permissible	Permissible			
21	1030	220	114			51.81		200	50	60	Permissible	No permissible	
	16.00	260	109			41.92			Permissible	Permissible			
	19.30	194	17			8.76			No permissible	Permissible			
22	1030	302	128			42.38		200	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	220	56			25.45			Permissible	Permissible			
	19.30	124	31			25			No permissible	Permissible			
23	1030	390	109			27.94		200	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	320	65			20.31			Permissible	Permissible			
	19.30	193	21			10.88			No permissible	Permissible			
24	1030	156	60			38.46		100	50	60	Permissible	Permissible	
	16.00	104	48			46.15			Permissible	Permissible			
	19.30	98	22			22.44			No permissible	Permissible			
25	09.45	158	45			28.48		100	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	168	38			22.61			Permissible	Permissible			
	16.45	87	32			36.78			No permissible	Permissible			
26	09.45	133	40			30.07		100	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	124	39			31.45			Permissible	Permissible			
	16.45	58	15			25.86			No permissible	Permissible			
27	09.45	194	75			38.65		100	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	198	82			41.41			Permissible	Permissible			
	16.45	72	13			18.05			No permissible	Permissible			
28	09.45	144	40			27.77		100	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	120	51			42.5			Permissible	Permissible			
	16.45	94	25			26.59			No permissible	Permissible			
29	09.45	126	31			24.60		100	50	60	No permissible	permissible	
	12.45	120	30			25.00			Permissible	Permissible			
	16.45	107	22			20.56			No permissible	Permissible			
30	09.45	72	13			17.80		50	50	60	Permissible	Permissible	
	12.45	52	11			21.15			Permissible	Permissible			
	16.45	51	16			31.37			Permissible	Permissible			

<b>Empresa</b>	CIA. ZUCARERA LA FE S.A. DE C.V.
<b>Fecha</b>	9 de septiembre del 2013
<b>Tipo de Lámpara</b>	Lámpara fluorescente de alta intensidad a prueba de explosión
<b>Ubicación</b>	Planta eléctrica.

Punto	Puesto de trabajo	Puesto de trabajo		pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E2	P.T.	P		P.T.	P	Nivel de iluminación	Nivel de reflexión	
											P.T.	P.T.	P.
31	Tablero principal	416	47			11.29		300	50	60	Permisible	Permisible	
32	Turbo - generador	303	38			12.54		300	50	60	Permisible	Permisible	
33	Turbo - generador	486	53			10.90		300	50	60	Permisible	Permisible	

<b>Empresa</b>	CIA. ZUCARERA LA FE S.A. DE C.V.
<b>Fecha</b>	9 de septiembre del 2013
<b>Tipo de Lámpara</b>	Lámpara fluorescente de alta intensidad a prueba de explosión

punto	hora	Puesto de trabajo		Pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E2	P.T.	P		P.T.	P	Nivel de iluminación	Nivel de reflexión	
												P.T.	P.T.
34	10.30	234	55			23.50		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	221	47			21.26					Permisible	Permisible	
	19.30	120	40			33.33					No permisible	Permisible	
35	10.30	198	42			21.21		200	50	60	No permisible	Permisible	
	16.00	142	39			27.46					No permisible	Permisible	
	19.30	140	44			31.42					No permisible	Permisible	
36	10.30	156	48			30.76		200	50	60	No permisible	Permisible	
	16.00	143	42			29.37					No permisible	Permisible	
	19.30	132	41			31.06					No permisible	Permisible	
37	10.30	170	56			32.94		200	50	60	No permisible	Permisible	
	16.00	165	54			32.72					No permisible	Permisible	
	19.30	168	57			33.92					No permisible	Permisible	
38	10.30	447	64			14.31		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.00	243	54			22.22					Permisible	Permisible	
	19.30	192	62			32.29					No permisible	Permisible	

Punto	Hora	Puesto de trabajo		Pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E1	P.T.	P		P.T	P	Nivel de iluminación		Nivel de reflexión
											P.T.	P.	P.T.
43	10.30	562	25	624	320	4.44	51.28	500	50	60	Permisible	Permisible	Permisible
	16.30	506	215	425	135	42.49	31.76				Permisible	Permisible	Permisible
	19.30	502	220	461	186	43.82	40.34				Permisible	Permisible	Permisible
44	10.30	507	227			44.77		500	50	60	Permisible	Permisible	Permisible
	16.30	516	242			46.89					Permisible	Permisible	Permisible
	19.30	502	171			34.06					Permisible	Permisible	Permisible
45	10.30	516	186			36.11		500	50	60	Permisible	Permisible	Permisible
	16.30	342	109			31.87					No permisible	Permisible	Permisible
	19.30	351	115			32.76					No permisible	Permisible	Permisible
46	10.30	406	41			10.09		500	50	60	No permisible	Permisible	Permisible
	16.30	403	136			33.74					No permisible	Permisible	Permisible
	19.30	419	87			20.76					No permisible	Permisible	Permisible
47	10.30	432	74			17.12		300	50	60	Permisible	Permisible	
	16.30	399	27			6.76					Permisible	Permisible	
	19.30	384	48			12.5					Permisible	Permisible	
48	10.30	409	61	209	66	14.91	31.57	300	50	60	Permisible	Permisible	Permisible
	16.30	364	124	231	84	34.06	36.36				Permisible	Permisible	Permisible
	19.30	321	159	205	102	49.53	49.75				Permisible	Permisible	Permisible
49	10.30	507	121	188	82	23.86	43.61	500	50	60	Permisible	Permisible	Permisible
	16.30	470	133	174	41	28.29	23.56				No permisible	Permisible	Permisible
	19.30	387	124	181	51	32.04	28.17				No permisible	Permisible	Permisible
50	10.30	440	161	215	62	36.59	28.83	500	50	60	No permisible	Permisible	Permisible
	16.30	390	124	224	86	31.79	38.39				No permisible	Permisible	Permisible
	19.30	291	111	210	73	38.14	34.76				No permisible	Permisible	Permisible
51	10.30	208	37			17.78		300	50	60	No permisible	Permisible	
	16.30	189	41			21.69					No permisible	Permisible	
	19.30	170	37			21.76					No permisible	Permisible	
52	10.30	312	53			16.98		300	50	60	Permisible	Permisible	
	16.30	309	49			15.85					Permisible	Permisible	
	19.30	304	39			12.82					Permisible	Permisible	
53	10.30	221	24			10.85		300	50	60	No permisible	Permisible	
	16.30	212	30			14.15					No permisible	Permisible	
	19.30	189	13			6.87					No permisible	Permisible	
54	10.30	169	15			8.87		300	50	60	No permisible	Permisible	
	16.30	207	25			12.07					No permisible	Permisible	
	19.30	152	11			7.23					No permisible	Permisible	
55	10.30	217	101			46.54		300	50	60	No permisible	Permisible	
	16.30	212	21			9.90					No permisible	Permisible	
	19.30	206	15			7.28					No permisible	Permisible	
56	10.30	202	31			15.34		200	50	60	Permisible	Permisible	
	16.30	210	15			7.14					Permisible	Permisible	
	19.30	184	11			5.97					No permisible	Permisible	

<b>Empresa</b>	CIA. ZUCARERA LA FE S.A. DE C.V.
<b>Fecha</b>	9 de septiembre del 2013
<b>Tipo de Lámpara</b>	Lámpara fluorescente de alta intensidad a prueba de explosión
<b>Ubicación</b>	Oficinas

Punto	Puesto de trabajo	Puesto de trabajo		pared		Calculo de Kf		Nivel mínimo de iluminación	Nivel máximo de Kf		Conclusión		
		E2	E1	E2	E2	P.T.	P		P.T.	P	Nivel de iluminación		Nivel de reflexión
											P.T.	P	P.T.
57	Escritorio técnico	323	110			34.05		300	50	60	Permisible	Permisible	
58	Escritorio impresión	319	126			39.49		300	50	60	Permisible	Permisible	
59	Escritorio administrativo	348	167			47.98		300	50	60	Permisible	Permisible	
60	Escritorio administrativo	319	127			39.81		300	50	60	Permisible	Permisible	
61	Escritorio administrativo	324	132			40.74		300	50	60	Permisible	Permisible	
62	Escritorio administrativo	352	149			42.32		300	50	60	Permisible	Permisible	

TABLA 21 NIVELES DE REFLEXION DENTRO DE LA FÁBRICA

### 3.3.2 Calcular Cavidad del Local de las Áreas Evaluadas

Fabrica de alcohol								
Punto No.	Ubicación	(altura) h	(longitud) L	plano de trabajo PT	montaje de lámpara PML	Ancho	hm	(k)
1	Condensadores	4m	12m	0.85m	2.40m	8m	.75m	3.78
2	Centrifugas	4m	12m	0.85m	2.60m	8m	.55m	2.75
3	Tinas de levadura	4m	17m	0.85m	2.65m	8m	.50m	2.50
4	Tinas de levadura	4m	17m	0.85m	2.65m	8m	.50m	2.50
5	Destilador de alcohol	4m	17m	0.85m	2.55m	8m	.60m	3.00
6	Rotámetro	4m	14m	0.85m	2.65m	8m	.50m	2.50
7	Tinas de fermentación	4m	7m	0.85m	2.65m	6m	.50m	2.50
8	Rotámetro	5m	20m	0.85m	2.70m	6m	.45m	2.25
9	Oficina	5m	7m	0.85m	3.55m	6m	.60m	3.00
10	Bombas de alcohol	5m	12m	0.85m	3.40m	6m	.75m	3.75
11	Columna B	5m	9m	0.85m	3.40m	6m	.75m	3.75
12	Clarificación miel	5m	20m	0.85m	3.40m	6m	.75m	3.75
Molinos								
13	Charola 6	9m	13m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75
14	Charola 5	9m	14m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75
15	Charola 4	9m	14m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75

Punto No.	Ubicación	(altura) a	(longitud) L	plano de trabajo PT	montaje de lámpara PML	Ancho	Hm	(k)
16	Charola 3	9m	14m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75
17	Charola 2	9m	14m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75
18	Charola1	9m	14m	0.85m	7m	6m	1.15m	5.75
19	Caseta de control	4m	10m	0.85m	2.5m	6m	.65m	3.25
<b>Batey</b>								
20	Cameco 3	4m	5m	0.85m	2.50m	3m	.65m	3.25
21	Cameco 2	4m	5m	0.85m	2.50m	3m	.65m	3.25
22	Cameco 1	4m	5m	0.85m	2.50m	3m	.65m	3.25
23	Patio	--	--	--	--	--	--	--
<b>Calderas</b>								
24	Atrás de caldera 1 y 2	5m	6m	0.85m	3.30m	7m	.85m	4.25
25	Caldera 1 y 2	5m	6m	0.85m	3.30m	7m	.85m	4.25
26	Caldera 4 y 5	5m	8m	0.85m	3.30m	6m	.85m	4.25
27	Atrás de caldera 4 y 5	5m	8m	0.85m	3.30m	6m	.85m	4.25
28	Caldera 5	5m	5m	0.85m	3.30m	7m	.85m	4.25
29	Pasillo de calderas	5m	5m	0.85m	3.30m	12m	.85m	4.25
30	Bombas sulzer	6m	3m	0.85m	4.50m	10m	.65m	3.25
<b>Planta eléctrica</b>								
31	Tablero principal	12m	13m	0.85m	9.50m	6m	1.65m	8.25
32	Turbogeneradores	12m	13m	0.85m	9.50m	6m	1.65m	8.25
33	Turbogeneradores	12m	13m	0.85m	9.50m	6m	1.65m	8.25
<b>Elaboración</b>								
34	Frente tacho 1	18m	12m	0.85m	16m	10m	1.15m	5.75
35	Frente tacho 2 y 3	18m	12m	0.85m	16m	5m	1.15m	5.75
36	Frente tacho 5	18m	12m	0.85m	16m	5m	1.15m	5.75
37	Frente tacho 6	18m	6m	0.85m	16m	5m	1.15m	5.75
38	Frente tacho 8	18m	6m	0.85m	16m	5m	1.15m	5.75
<b>Laboratorio de fabrica</b>								
43	Mieles	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
44	Control	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
45	Especiales	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
46	Karbe	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
47	Oficina	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75

Laboratorio de calidad								
Punto No.	Ubicación	(altura) a	(longitud) l	plano de trabajo PT	montaje de lámpara PML	Ancho	hm	(k)
48	Escritorio	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
49	Balanzas analíticas	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
Laboratorio de condensados								
50	Potenciómetro	4m	7m	0.85m	2.40m	5m	.75m	3.75
51	Torno 3	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
52	Torno 6	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
53	Prensa de 200 ton.	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
54	Torno 1	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
55	Fresadora	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
56	Mat. Para maquinar	9m	8m	0.85m	7.50m	8m	.65m	3.25
Oficinas								
57	Escritorio técnico	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00
58	Escritorio impresión	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00
59	Escritorio administrativo	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00
60	Escritorio administrativo	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00
61	Escritorio administrativo	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00
62	Escritorio administrativo	4m	3m	0.85m	2.55m	6m	.60m	3.00

TABLA 22 CALCULO DE CAVIDAD DEL LOCAL (K)

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

$$K = \frac{5 * hm * (l + a)}{l * a} = RCL$$

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]

En estos puntos de acuerdo con las dimensiones del lugar que es iluminados por las lámparas medidas, determinamos el are y la cavidad que existe entre el plano de trabajo y la puesta de las lámparas, con este dato podremos calcular más adelante el flujo luminoso real, el requerido.

Para poder determinar el coeficiente de utilización es necesario el cálculo de la cavidad del local, ya que de esto depende que porcentaje utilizaremos para luego obtener el flujo de cada conjunto de lámparas que iluminan las áreas evaluadas.

### 3.3.3 Definir Coeficiente de Utilización

Tabla para la selección del coeficiente de utilización Cu

TIPO DE LUMINARIA	REFLECTANCIAS EFECTIVAS												
	TECHO	80			70			50			30		
	PARED	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
	RCL	COEFICIENTES DE UTILIZACION											
REFLECTOR	1	0,85	0,82	0,80	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,72	0,69	0,68	0,66
	2	0,76	0,72	0,68	0,74	0,70	0,66	0,68	0,65	0,62	0,63	0,61	0,58
	3	0,69	0,63	0,59	0,66	0,61	0,57	0,62	0,58	0,54	0,57	0,54	0,51
	4	0,62	0,56	0,51	0,60	0,56	0,50	0,56	0,51	0,47	0,52	0,48	0,45
	5	0,55	0,49	0,44	0,53	0,48	0,43	0,50	0,45	0,41	0,47	0,43	0,39
	6	0,50	0,43	0,39	0,48	0,42	0,38	0,45	0,40	0,36	0,42	0,38	0,35
	7	0,45	0,38	0,34	0,43	0,37	0,33	0,41	0,36	0,32	0,38	0,34	0,30
	8	0,40	0,34	0,29	0,39	0,33	0,29	0,37	0,31	0,28	0,34	0,30	0,26
	9	0,36	0,30	0,25	0,35	0,29	0,25	0,33	0,28	0,24	0,31	0,26	0,23
	10	0,33	0,26	0,22	0,32	0,26	0,22	0,30	0,25	0,21	0,28	0,23	0,20

TABLA 23 COEFICIENTE DE UTILIZACION REFLECTORES

Lamparas Fluorescentes										
Cavidad de local K	Reflectancias (CIE)									
	80		70				50		30	
	80	50	70	70	70	70	50	50	30	30
	50	10	50	50	50	30	30	10	30	10
0,6	31	29	30	30	29	26	25	23	25	23
0,8	36	34	36	35	34	31	30	28	30	28
1	41	38	40	39	38	35	34	32	34	32
1,25	45	42	44	43	41	38	38	36	37	35
1,5	48	44	47	45	43	41	40	38	39	38
2	53	47	51	49	47	45	44	42	43	42
2,5	56	49	54	51	48	47	46	45	45	44
3	57	50	56	52	50	48	47	46	46	45
4	60	52	58	54	51	50	49	48	47	47
5	61	52	59	55	52	51	49	49	48	48

TABLA 24 COEFICIENTE DE UTILIZACION LAMPARAS FLUORESCENTES

De acuerdo con los valores obtenidos de la cavidad del local de cada área evaluada podremos determinar el porcentaje de utilización que emplearemos, esto dependerá también, del tipo de lámpara que se está utilizando en cada área de evaluación

### 3.3.4 Cálculos del Flujo Luminoso Real, Aparente y Factor de Mantenimiento

Fabrica de alcohol										
núm.	ubicación	E	(Em)	Área M <sup>2</sup>	FM	(k)	Cu	Flujo Real	Flujo aparente	flujo excedente
1	Condensadores	200	450	96	0.83	3.78	.60	86,746.9 Lm	38,554.2Lm	+48,192.7 Lm
2	centrifugas	200	292	96	0.83	2.75	0.57	59,251.7 Lm	40,583.3Lm	+18,668.3 Lm
3	Tinas de levadura	200	320	136	0.83	2.50	0.56	93,631.6 Lm	58,519.7Lm	+35,111.8 Lm
4	Tinas de levadura	200	394	136	0.83	2.50	0.56	115,283.9 Lm	58,519.7Lm	+56,764.2 Lm
5	Destilador de alcohol	200	215	136	0.83	3.00	0.57	61,805.1 Lm	57,493.1Lm	+4,312 Lm
6	Rotámetro	200	340	112	0.83	2.50	0.56	81,927.7 Lm	48,192.7Lm	+33,735 Lm
7	Tinas de fermentación	200	240	42	0.83	2.50	0.56	21,686.7 Lm	18,072.2Lm	+3,614.4 Lm
8	rotámetro	200	315	120	0.83	2.25	0.53	85,928.6 Lm	54,557.8Lm	+31,370.7 Lm
9	Oficina	200	310	42	0.83	3.00	0.57	27,520.6 lm	17,755.2Lm	+9,765.36 Lm
10	Bombas de alcohol	200	289	72	0.83	3.75	0.60	42,552.1 Lm	29,447.8Lm	+13,104.2 Lm
11	Columna B	200	460	54	0.88	3.75	0.60	47,045.4 Lm	20,454.5Lm	+26,590.8 Lm
12	Clarificación miel	200	316	120	0.83	3.75	0.60	76,144.5 Lm	48,192.7Lm	+37,951.8 Lm
Molinos										
13	Charola 6	300	410	84	0.89	5.75	0.55	70,357.5 Lm	51,481.1Lm	+18876.3 Lm
14	Charola 5	300	334	84	0.89	5.75	0.55	57,315.6 Lm	51,481.1Lm	+5,834.4 Lm
15	Charola 4	300	340	84	0.89	5.75	0.55	58,345.2 Lm	51,481.1Lm	+6,864.1 Lm
16	Charola 3	300	314	84	0.89	5.75	0.55	53,883.5 Lm	51,481.1Lm	+2,402.4 Lm
17	Charola 2	300	490	84	0.89	5.75	0.55	84,085.8 Lm	51,481.1Lm	+32,604.7 Lm
18	Charola1	300	301	84	0.89	5.75	0.55	51,652.7 Lm	51,481.1Lm	+171.6 Lm
19	Caseta de control	200	210	60	0.89	3.25	0.57	24,837.3 Lm	23654.6 Lm	+1182.6 Lm
Batey										
20	Cameco 3	200	250	15	0.83	3.25	0.57	7,926.4 Lm	6,341.1Lm	+1,585.2 Lm
21	Cameco 2	200	220	15	0.83	3.25	0.57	6,975.2 Lm	6,341.1 Lm	+634.0 Lm
22	Cameco 1	200	302	15	0.83	3.25	0.57	9,575.1 lm	6,341.1 Lm	+3,234.0 Lm
23	Patio	200	390	--	--	--	--	--	--	--
Calderas										
24	Atrás de caldera 1 y 2	100	156	42	0.83	4.25	0.60	13,156.6 Lm	8,433.7 Lm	+4,722.8 Lm
25	Caldera 1 y 2	100	158	42	0.83	4.25	0.60	13,325.3 Lm	8,433.7 Lm	+4,891.6 Lm
26	Caldera 4 y 5	100	133	48	0.83	4.25	0.60	12,819.2 Lm	9,638.5 Lm	+3,180.7 Lm



27	Atrás de caldera 4 y 5	100	194	48	0.83	4.25	0.60	18,698.7 Lm	9,638.5 Lm	+9060.2 Lm
28	Caldera 5	100	144	35	0.83	4.25	0.60	10,120.4 Lm	7,028.1 Lm	+3,092.3 Lm
29	Pasillo de calderas	100	126	60	0.83	4.25	0.60	15,180.7 Lm	12,048.1Lm	+3,132.6 Lm
30	Bombas sulzer	50	72	30	0.83	3.25	0.60	4337.3 Lm	3,012.0 Lm	+1,325.3 Lm
<b>Planta Eléctrica</b>										
31	Tablero principal	300	416	78	0.88	8.25	0.40	92,181.8 Lm	66,477.2 Lm	+25,704.52 Lm
32	Turbogeneradores	300	303	78	0.88	8.25	0.40	67,142.0 Lm	66,477.2 Lm	+664.8 Lm
33	Turbogeneradores	300	488	78	0.88	8.25	0.40	108,136.3 Lm	66,477.2 Lm	+41,659.1 Lm
<b>Elaboración</b>										
34	Frente tacho 1	200	234	120	0.88	5.75	0.55	58,016.5 Lm	49,586.7 Lm	8,429.8 Lm
35	Frente tacho 2 y 3	200	198	60	0.88	5.75	0.55	24,545.45 Lm	24,793.38Lm	-274.93 Lm
36	Frente tacho 5	200	156	60	0.88	5.75	0.55	19,338.8 Lm	24,793.38Lm	-5454.58 Lm
37	Frente tacho 6	200	170	30	0.88	5.75	0.55	10,537.1 Lm	12,396.6 Lm	-1859.5 Lm
38	Frente tacho 8	200	447	30	0.88	5.75	0.55	27,706.6 Lm	12,396.6 Lm	+15,310 Lm
<b>Laboratorio de Fabrica</b>										
43	Mieles	500	562	35	0.89	3.75	0.60	36,835.2 Lm	32,771.5 Lm	+4,063.7 Lm
44	Control	500	507	35	0.89	3.75	0.60	33,230.3 Lm	32,771.5 Lm	+358.76 Lm
45	Especiales	500	516	35	0.89	3.75	0.60	33,820.2 Lm	32,771.5 Lm	+1,048.7 Lm
46	Karbe	500	406	35	0.89	3.75	0.60	26,610.4 Lm	32,771.5 Lm	-6,161.1 Lm
47	Oficina	300	432	35	0.89	3.75	0.60	28,314.6 Lm	19,662.9 Lm	+8,651.7
<b>Laboratorio de calidad</b>										
48	Escritorio	300	409	35	0.89	3.75	0.60	26,807.1 Lm	19,662.9 Lm	7,144.2 Lm
49	Balanzas analíticas	500	507	35	0.89	3.75	0.60	33,230.33 Lm	32,771.5 Lm	458.83 Lm
<b>Laboratorio de condensados</b>										
50	Potenciómetro	500	440	64	0.83	3.75	0.60	56,546.1 Lm	64,257 Lm	-7,710.9 Lm
51	Torno 3	300	208	64	0.83	3.25	0.60	26,730.9 Lm	38,554.2Lm	-11,823.3 Lm
52	Torno 6	300	312	64	0.83	3.25	0.60	40,096.3 lm	38,554.2Lm	+1,542.1 Lm
53	Prensa de 200 ton.	300	221	64	0.83	3.25	0.60	28,401.6 Lm	38,554.2Lm	-10,152.6 Lm
54	Torno 1	300	169	64	0.83	3.25	0.60	21,718.8 Lm	38,554.2Lm	-16,835.4 Lm
55	Fresadora	300	217	64	0.83	3.25	0.60	27,887.5 Lm	38,554.2Lm	-10,666.7 Lm
56	Mat. Para maquinar	200	202	64	0.83	3.25	0.60	25,959.8 Lm	25,702.8 Lm	257 Lm
<b>Oficinas</b>										
57	Escritorio técnico	300	323	18	0.89	3.00	0.57	11,460.6 Lm	10,644.5 Lm	+816.174 Lm
58	Escritorio impresión	300	319	18	0.89	3.00	0.57	11,318.7 Lm	10,644.5 Lm	+674.2 Lm
59	Escritorio Adtvo.	300	348	18	0.89	3.00	0.57	12,347.7 Lm	10,644.5 Lm	+1,703.2 Lm
60	Escritorio Adtvo.	300	319	18	0.89	3.00	0.57	11,318.7 Lm	10,644.5 Lm	+674.2 Lm
61	Escritorio Adtvo.	300	324	18	0.89	3.00	0.57	11,496.1 Lm	10,644.5 Lm	+851.6 Lm
62	Escritorio Adtvo.	300	352	18	0.89	3.00	0.57	12,489.6 Lm	10,644.5 Lm	+1,854.1 Lm

**TABLA 25 FLUJO LUMINOSOS Y FACTOR DE MANTENIMIENTO**

### 3.3.5 Calculo de Rendimiento Luminoso de las Lámparas

Fabrica de Alcohol							
Núm	Ubicación	Tipo de lámpara	watts	Lam. Utilizadas	Rendimiento luminoso real	Rendimiento necesario	Lámpara recomendadas
1	Condensadores	Fluorescente	39 W	4	1112.1 Lm/W	494.2 Lm/W	2
2	Centrifugas	Fluorescente	39 W	6	253.2 Lm/W	193.23 Lm/W	6
3	Tinas de levadura	Fluorescente	39 W	4	600.20 Lm/W	375.1 Lm/W	3
4	Tinas de levadura	Fluorescente	39 W	4	738.9 Lm/W	375.12 Lm/W	2
5	Destilador de alcohol	Fluorescente	39 W	2	792.3 Lm/W	737.09 Lm/W	2
6	Rotámetro	Fluorescente	39 W	4	525.1 Lm/W	308.9 Lm/W	3
7	Tinas de fermentación	Fluorescente	39 W	7	79.23 Lm/W	66.19 Lm/W	6
8	Rotámetro	Fluorescente	39 W	4	550.82 Lm/W	349.7 Lm/W	3
9	Oficina	Fluorescente	39 W	4	176.41 Lm/W	113.81 Lm/W	3
10	Bombas de alcohol	Fluorescente	39 W	2	545.53 Lm/W	372.75 Lm/W	2
11	Columna B	Fluorescente	39 W	4	301.5 Lm/W	131.1 Lm/W	2
12	Clarificación miel	Fluorescente	39 W	6	325.4 Lm/W	205.9 Lm/W	4
<b>Molinos</b>							
13	Charola 6	Aditivos Metálicos	1500W	5	9.381 Lm/W	6.864 Lm/W	4
14	Charola 5	Aditivos Metálicos	1500W	5	7.642 Lm/W	6.864 Lm/W	5
15	Charola 4	Aditivos Metálicos	1500W	5	7.779 Lm/W	6.864 Lm/W	5
16	Charola 3	Aditivos Metálicos	1500W	5	7.184 Lm/W	6.864 Lm/W	5
17	Charola 2	Aditivos Metálicos.	1500W	5	11.211 Lm/W	6.864 Lm/W	3
18	Charola1	Aditivos Metálicos	1500W	4	8.608 Lm/W	6.864 Lm/W	4
19	Caseta de control	Fluorescente	39 W	4	159.21 Lm/W	151.63 Lm/W	4
<b>Batey</b>							
20	Cameco 3	Fluorescente	75W	4	26.421 Lm/W	21.137 Lm/W	4
21	Cameco 2	Fluorescente	75W	4	23.250 Lm/W	21.137 Lm/W	4
22	Cameco 1	Fluorescente	75W	3	42.55 Lm/W	28.182 Lm/W	2
23	Patio	-	-	-	--	--	-
<b>Calderas</b>							
24	Atrás de caldera 1 y 2	Fluorescentes	75W	6	29.23 Lm/W	18.74 Lm/W	4
25	Caldera 1 y 2	Fluorescentes	75W	5	35.534 Lm/W	22.489 Lm/W	4
26	Caldera 4 y 5	Fluorescentes	75W	5	34.184 Lm/W	22.489 Lm/W	4
27	Atrás de caldera 4 y 5	Fluorescentes	75W	6	41.55 Lm/W	21.418 Lm/W	4
28	Caldera 5	Fluorescentes	75W	3	44.979 Lm/W	31.23 Lm/W	3
29	Pasillo de calderas	Fluorescentes	75W	6	33.734 Lm/W	26.77 Lm/W	5
30	Bombas sulzer	Fluorescentes	75W	5	11.566 Lm/W	8.032 Lm/W	4
<b>Planta Eléctrica</b>							
31	Tablero principal	Fluorescentes	75W	5	245.81 Lm/W	177.2 Lm/W	4
32	Turbogeneradores	Aditivos Metálicos	1500W	4	11.190 Lm/W	11.079 Lm/W	4
33	Turbogeneradores	Aditivos Metálicos	1500W	4	18.022 Lm/W	11.079 Lm/W	3
<b>Elaboración</b>							
34	Frente tacho 1	Luz mixta	500W	5	23.20 Lm/W	19.83 Lm/W	5
35	Frente tacho 2 y 3	Luz mixta	500W	5	9.818 Lm/W	9.917 Lm/W	6
36	Frente tacho 5	Luz mixta	500W	5	7.735 Lm/W	9.917 Lm/W	7
37	Frente tacho 6	Luz mixta	500W	5	4.214 Lm/W	4.95 Lm/W	6
38	Frente tacho 8	Luz mixta	500W	5	11.082 Lm/W	4.95 Lm/W	3

Fábrica de Alcohol							
Núm	Ubicación	Tipo de lámpara	watts	Núm.	Rendimiento luminoso real	Rendimiento necesario	Lámpara a utilizar
43	Mieles	Fluorescentes	75W	2	245.5 Lm/W	218.47 Lm/W	2
44	Control	Fluorescentes	75W	2	221.53 Lm/W	218.47 Lm/W	2
45	Especiales	Fluorescentes	75W	2	225.46 Lm/W	218.47 Lm/W	2
46	Karbe	Fluorescentes	75W	2	177.40 Lm/W	218.47 Lm/W	3
47	oficina	Fluorescentes	75W	2	188.76 Lm/W	131.08 Lm/W	2
48	Escritorio	Fluorescentes	75W	2	178.71 Lm/W	131.08 Lm/W	2
49	Balanzas analíticas	Fluorescentes	75W	2	221.53 Lm/W	218.47 Lm	2
Taller Mecánico							
50	Potenciómetro	Luz mixta	500W	2	56.54 Lm/W	64.25 Lm/W	3
51	Torno 3	Luz mixta	500W	2	26.73 Lm/W	38.55 Lm/W	3
52	Torno 6	Luz mixta	500W	2	40.09 Lm/W	38.55 Lm/W	2
53	Prensa de 200 ton.	Luz mixta	500W	2	28.40 Lm/W	38.55 Lm/W	3
54	Torno 1	Luz mixta	500W	2	21.71 Lm/W	38.55 Lm/W	4
55	Fresadora	Luz mixta	500W	2	27.88 Lm/W	38.55 Lm/W	3
56	Mat. Para maquinar	Luz mixta	500W	2	25.95 Lm/W	25.70 Lm/W	2
Oficinas							
57	Escritorio técnico	Fluorescente	35W	9	36.38 Lm/W	33.79 Lm/W	9
58	Escritorio impresión	Fluorescente	35W	9	35.93 Lm/W	33.79 Lm/W	9
59	Escritorio Adtvo.	Fluorescente	35W	9	39.19 Lm/W	33.79 Lm/W	8
60	Escritorio Adtvo	Fluorescente	35W	9	75.93 Lm/W	33.79 Lm/W	9
61	Escritorio Adtvo	Fluorescente	35W	9	76.49 Lm/W	33.79 Lm/W	9
62	Escritorio Adtvo	Fluorescente	35W	9	39.64 Lm/W	33.79 Lm/W	8

TABLA 26 RENDIMIENTO LUMINOSO

Los puntos remarcados en amarillos, son todos aquellos puntos donde el rendimiento luminoso de las lámparas no son suficientes para cumplir el mínimo de iluminación media requerida para alcanzar los valores mencionados en la norma, por eso en esta parte se recomienda la cantidad de lámparas ideal a utilizar, en algunos casos se tienen lámpara en exceso o insuficientes.

El rendimiento luminoso ( $\eta$ ) de una fuente de luz es la relación entre el flujo luminoso emitido y la potencia consumida por dicha fuente. En unidades del SI, se mide en lumen por vatio (lm/w).

Viene dado por la expresión:

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

Donde

$P$  Es la potencia consumida por la fuente.

$F$  Es el flujo luminoso emitido.

## 4 Conclusiones del Proyecto

### 4.1 Reporte de Resultados

En total se evaluaron 58 áreas, teniendo en cuenta las tareas y los puestos de trabajo de acuerdo a las características mencionadas en la norma NOM-025-STPS-2008. La lectura de la medición se llevó a cabo a partir de tres horarios a partir de las 10:30 a.m. 16:00 p.m. y 19:30 p.m. teniendo como resultado los siguientes datos:

Área	Mediciones	
	Permisibles	No Permisibles
Fábrica de Alcohol	2	10
Molinos	2	5
Batey	0	4
Calderas	1	6
Planta Eléctrica	3	0
Elaboración	0	5
Laboratorio de Fabrica	3	2
Laboratorio de Calidad	1	1
Laboratorio de Condensados	0	1
Taller Mecánico	1	5
Oficinas	6	0
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>39</b>

TABLA 27 RESULTADOS

Se encontraron de las 58 áreas evaluadas, un total de 19 puntos que se encuentran dentro de las norma NOM-025-STPS-2008; por otro lado se encuentran 39 puntos donde la iluminación media se encuentra bajo los valores aceptables, es decir no son permisibles.

Para que un punto fuera valorado aceptable dentro de la norma, tenía ser superior al valor marcado en la norma en las tres mediciones realizadas en sus distintos horarios, ya que los valores medidos durante la noche suelen ser alterados en el día, debido a la incidencia de luz natural.

En algunos puntos los lúmenes medidos fueron superiores al 250% de lo normal, y esto se demuestra en las tablas del flujo y rendimiento luminoso, donde se marcan la cantidad de lúmenes que se excede al iluminar una área, y en casos contrarios el flujo luminoso faltante para alcanzar los valores bajo norma y lograr que estos sean permisibles.

## 4.2 Conclusiones Técnicas

Con base a los resultados obtenidos de las evaluaciones del nivel de iluminación y factor de reflexión realizadas en las instalaciones de la empresa **COMPAÑÍA AZUCARERA LA FE, S.A. DE C.V.** Se concluye lo siguiente:

### Niveles de iluminación:

Como se puede observar, los niveles de iluminación en el horario de trabajo y que abarca los tres turnos se encontraron evaluaciones no permisibles dentro de las diferentes áreas ( fábrica de alcohol, molinos batey calderas, elaboración, laboratorio de fábrica, laboratorio de calidad, laboratorio de condensados y taller mecánico.) por lo tanto no se cumple con los Niveles mínimos de iluminación establecidos en la Norma Oficial mexicana **NOM-025-STPS-2008**, la luz artificial que incide en estas áreas no suministra la luminosidad requerida en los resultados de las evaluaciones.

Los niveles de iluminación artificial que suministra iluminación a los trabajadores en el horario de 19:30h a 21:00h, no está dentro de los niveles mínimos de iluminación establecidos en la **NOM-025-STPS-2008**, la iluminación proporcionada por el sistema de iluminación artificial no es la adecuada para los puestos de trabajo desempeñados.

En las áreas en la que se utiliza exclusivamente iluminación artificial (oficinas) cuenta con los Niveles Mínimos de Iluminación establecidos en la norma en cita

### Factor de reflexión, $K_f$ :

En relación al factor de reflexión evaluado en los planos de trabajo y pared de las oficinas y laboratorios, se puede concluir que se encontraron evaluaciones permisibles, las cuales se encuentran dentro del establecido en la Norma Oficial Mexicana en referencia.

Tomando como mínimos aceptables los porcentajes de 60% para las paredes del local que se está iluminando los resultados obtenidos fueron positivos, así mismo, para la evaluación de los Planos de Trabajo (P.T.) se utilizó el 50% como permisivos mínimos para estar dentro de la norma.

Los resultados de ambas reflexiones fueron medidas dentro de los permitidos quedando todas las áreas, en su totalidad aceptadas.

### 4.3 Recomendaciones Para Mejoramiento

Con la finalidad de que los niveles de iluminación existentes en las áreas de trabajo evaluadas no representen un factor de riesgo que origine accidentes o enfermedades laborales, se hacen las siguientes recomendaciones:

- 1- Valorar si la potencia y la ubicación de las luminarias es la necesaria requerida para las actividades realizadas por los trabajadores; en el presente estudio se muestra una deficiente iluminación proporcionada por las luminarias en las áreas de trabajo.
2. Implementar un programa de mantenimiento de luminarias que incluya la limpieza de luminarias, cambio programado de lámparas según las especificaciones del fabricante que nos suministren. Notablemente el nivel de luminosidad, la limpieza de las micas protectoras, tragaluz y ventanas; realizar una bitácora con las actividades del programa de mantenimiento, a fin de garantizar la mayor incidencia de la luz artificial y natural.
3. Habilitar sistemas que capten la incidencia de la luz natural para aumentar los niveles de iluminación en las áreas donde los niveles de iluminación están por debajo de los mínimos establecidos en la norma oficial mexicana de referencia.
4. En las áreas evaluadas donde no se alcanzan los niveles mínimos de iluminación, se recomienda modificar el sistema de iluminación o instalar iluminación complementaria o localizada. En caso de instalar iluminación localizada se debe considerar lo siguiente:
  - Evitar el deslumbramiento directo o por reflexión del trabajador
  - Seleccionar un fondo visual adecuado a las actividades de los trabajadores.
  - Evitar bloquear la iluminación durante la realización de la actividad, así como zonas donde existan cambios bruscos de iluminación.
5. Independientemente de los valores encontrados en esta evaluación, se recomienda realizar las mediciones anualmente con la finalidad de comprobar que los valores se encuentran dentro de lo requerido.
6. Es conveniente llevar un seguimiento médico de la capacidad visual de cada trabajador, con la finalidad de atender oportunamente cualquier condición que llegase a afectar su agudeza visual, previniendo algún accidente de trabajo.

Anexo 1.1 Ubicación de Puntos y Luminarias Medidas

PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



# PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS





## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS

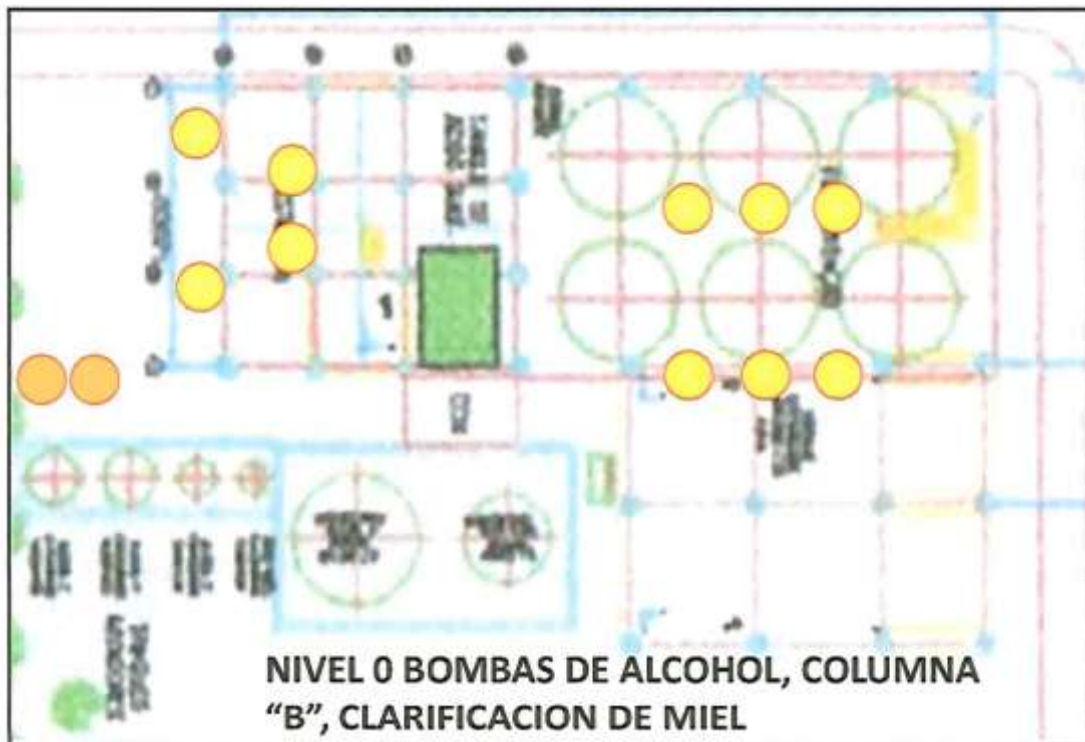


## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS

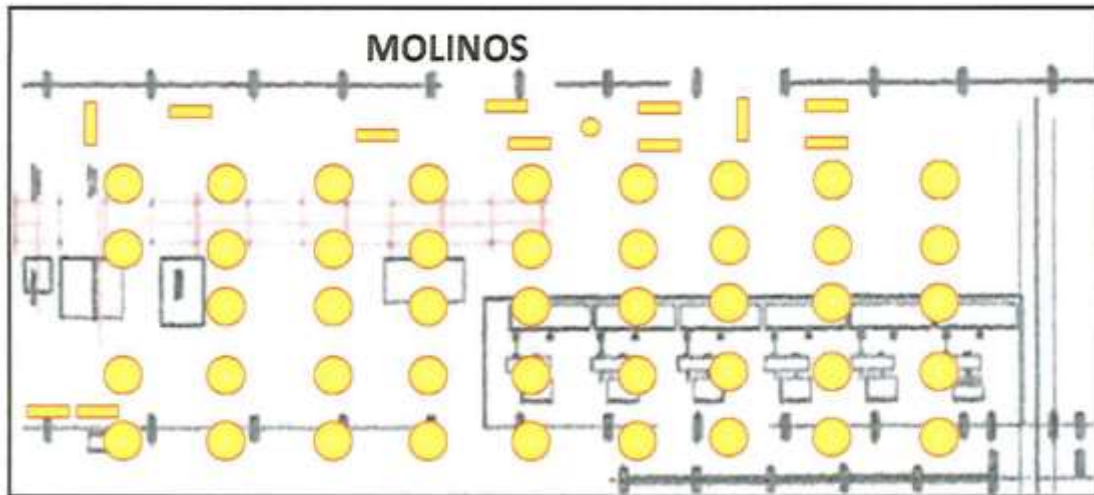
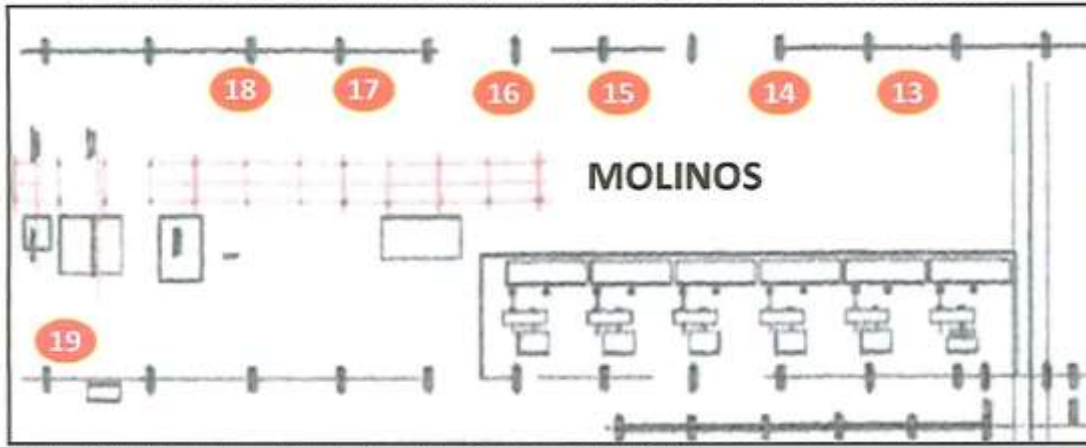




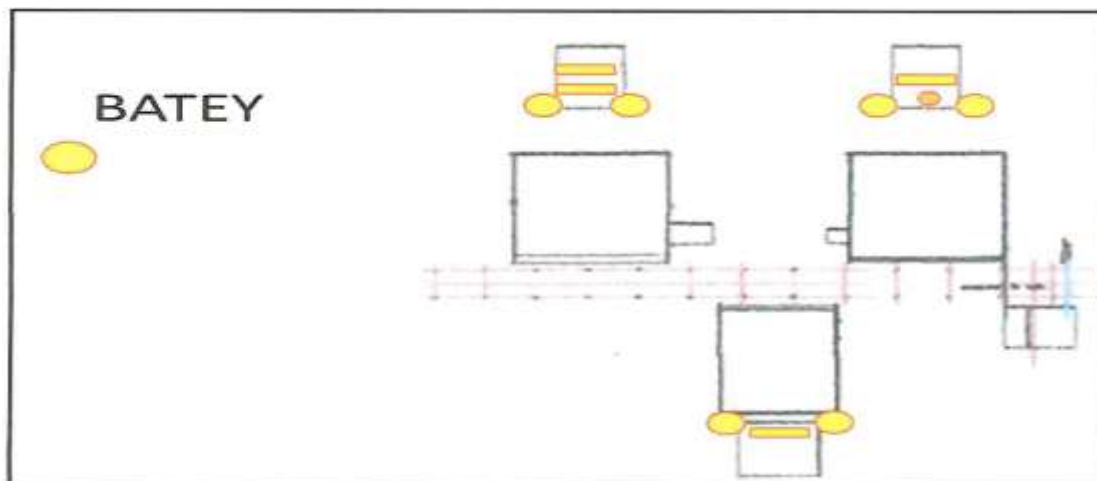
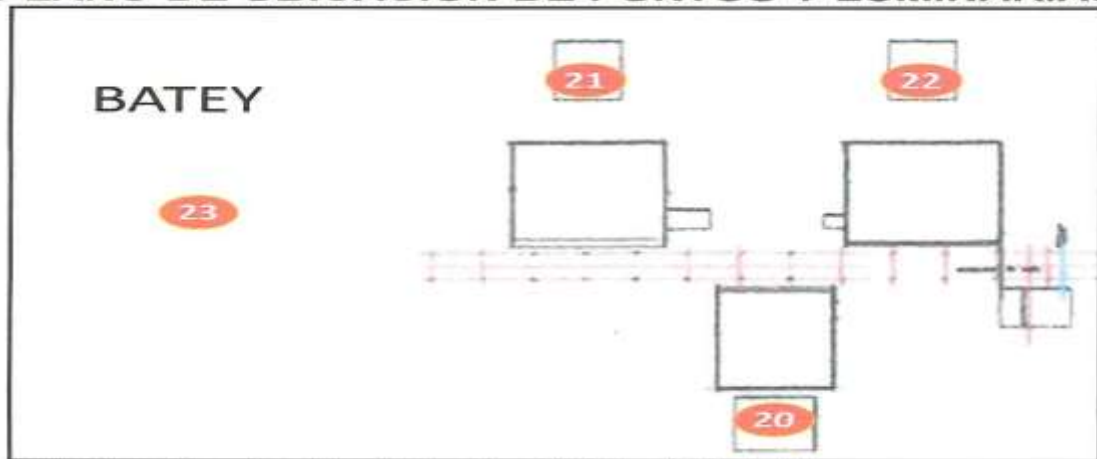
**PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS**



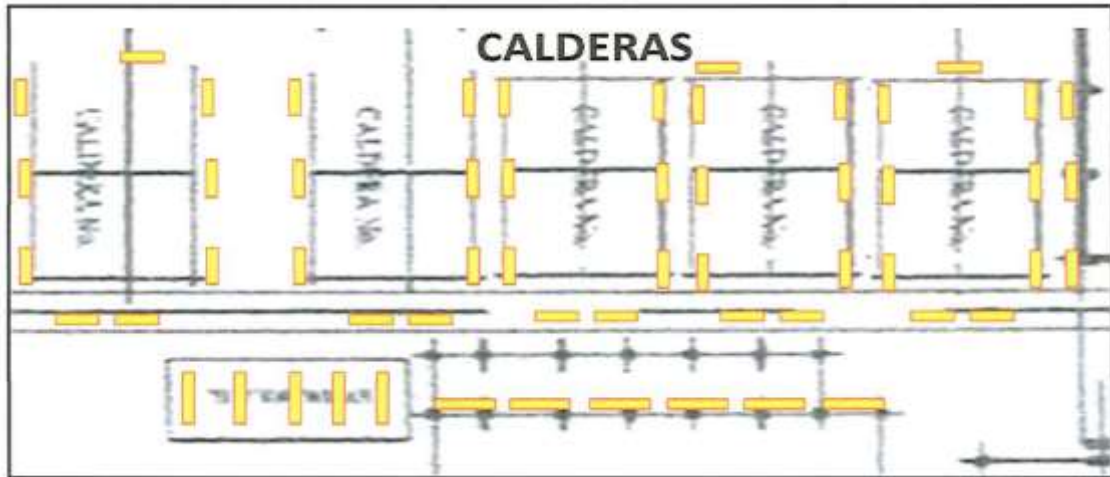
### PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



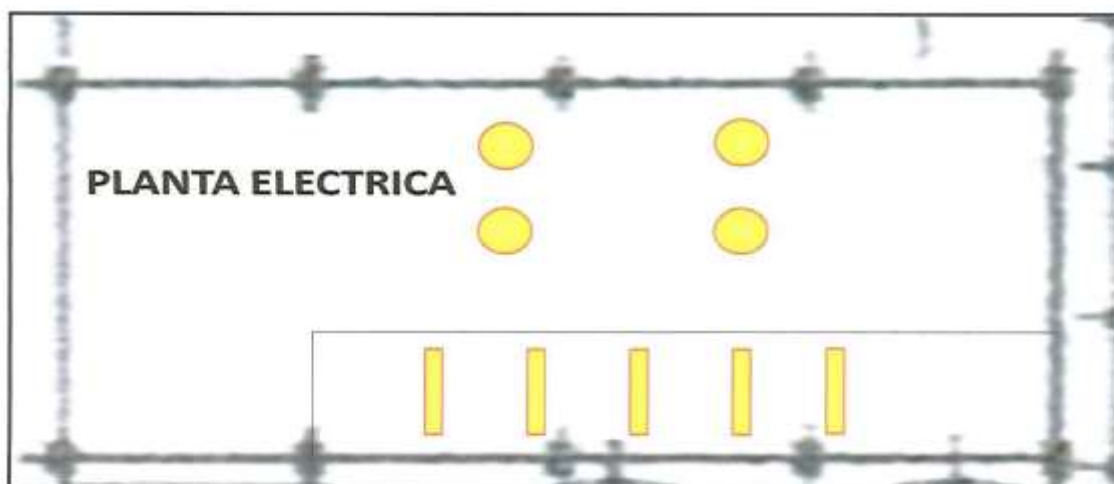
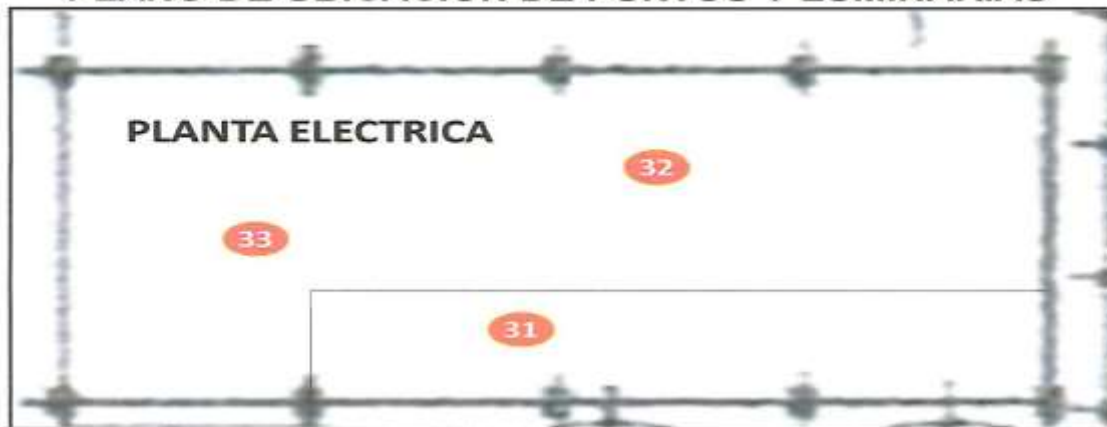
### PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



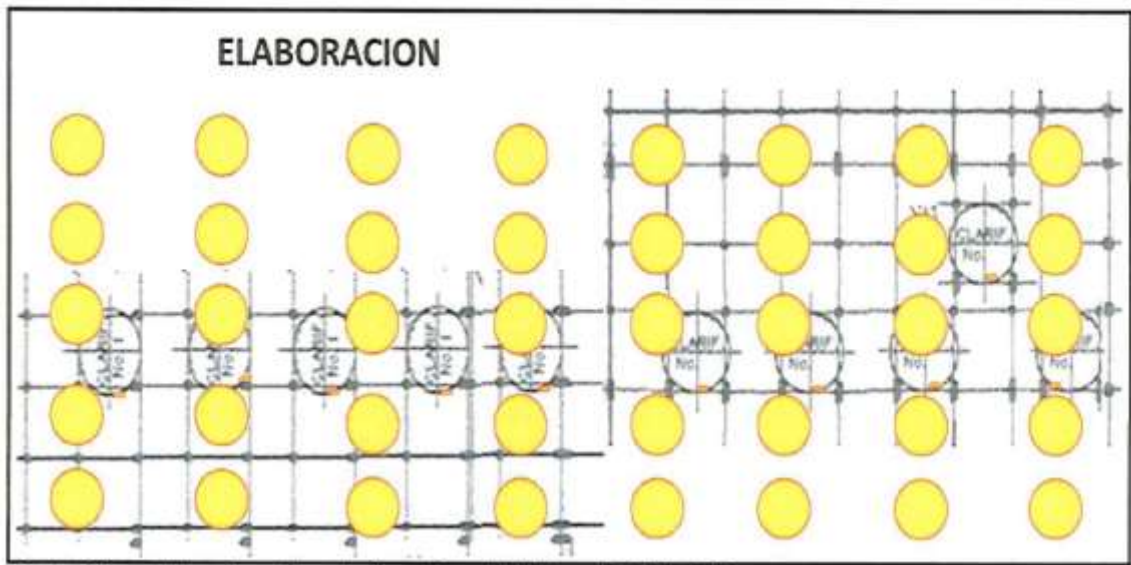
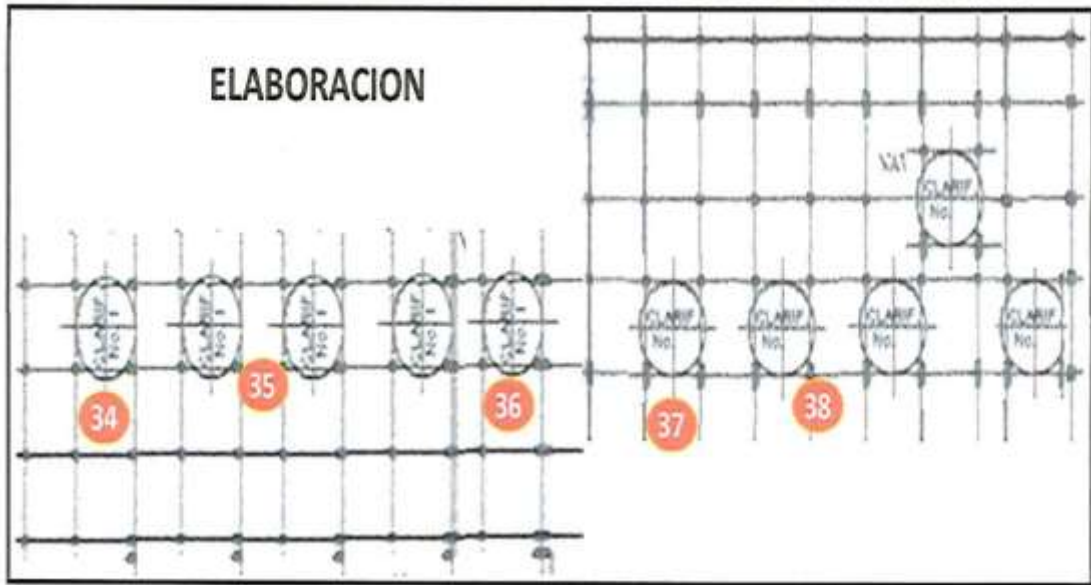
## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



## PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS

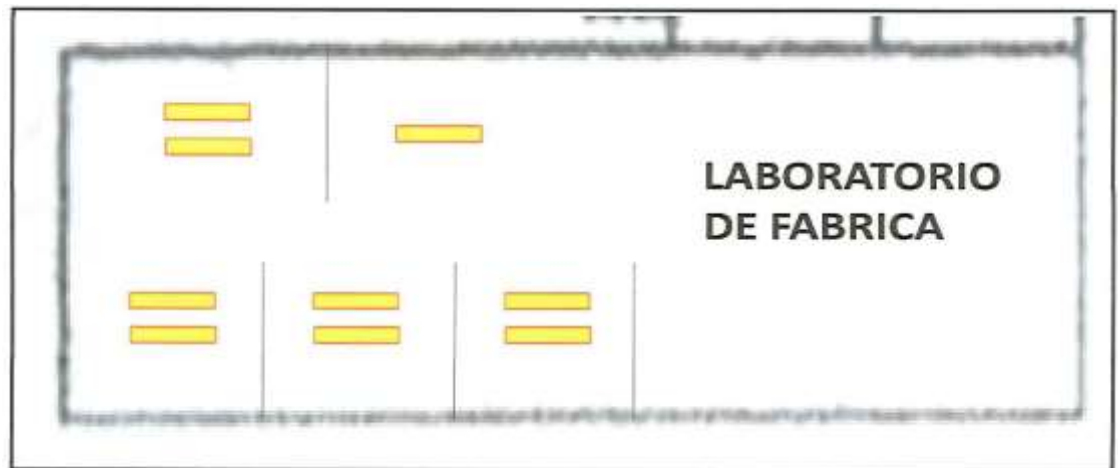


# PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS

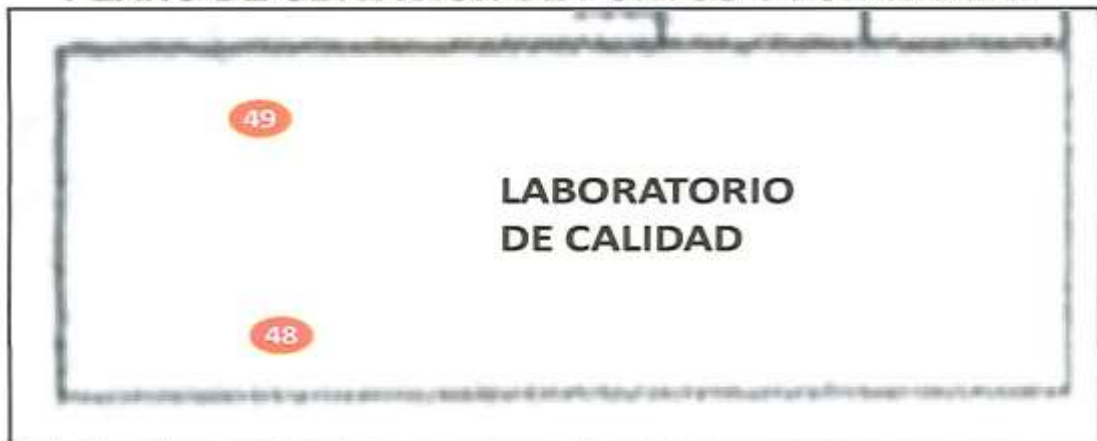




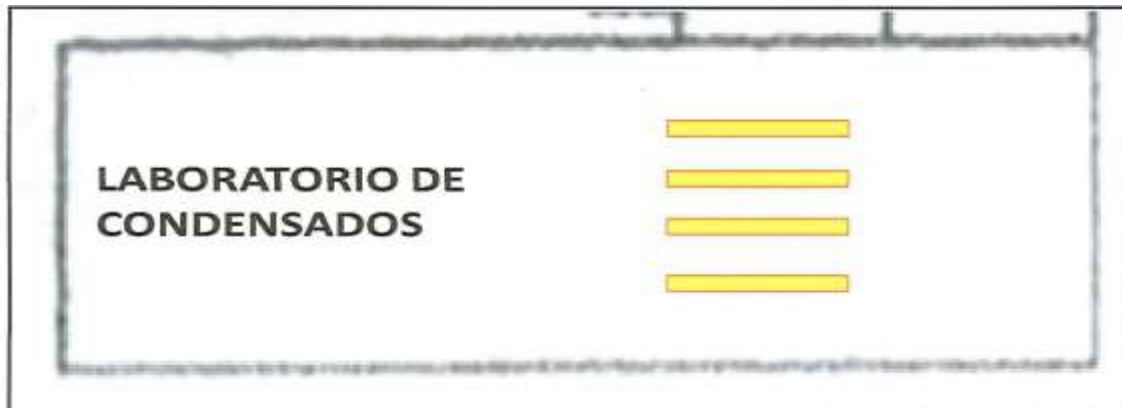
**PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS**



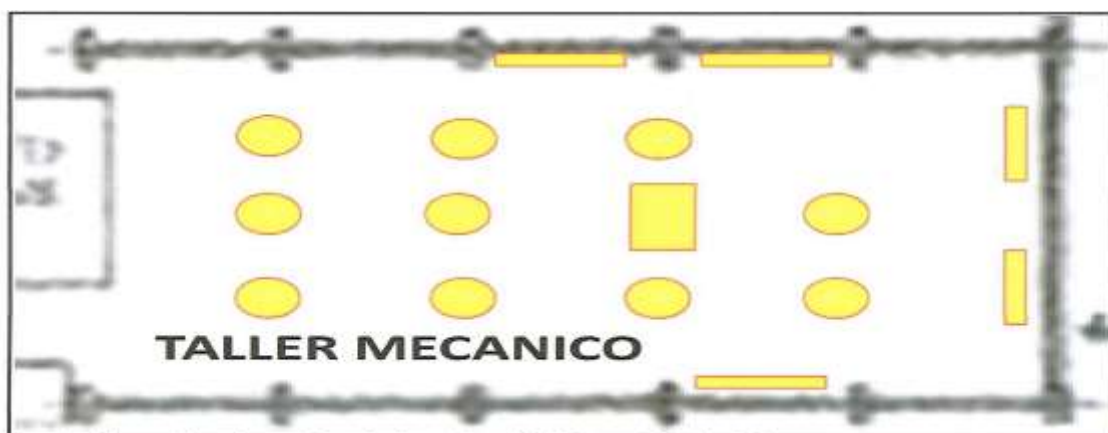
**PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS**



**PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS**



**PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS**



# PLANO DE UBICACION DE PUNTOS Y LUMINARIAS



## 6 BIBLIOGRAFIA

- 1- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008.
- 2- Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando dialux/ autores: Julián Andrés Rodríguez Ramírez, Cristian Alejandro llano.
- 3- Estudio de iluminación empresa TECSIN.13 de Mayo del 2013, Tecnología en Seguridad Industrial S.A. de C.V. evaluación COMPAÑIA AZUCARERA LA FE S.A. de C.V.
- 4- Librería en Iluminación:  
<file:///C:/Users/HUGO%20ACOSTA/Desktop/cutberto%20mora/CALCULO%20DE%20ALUMBRADO.htm>
- 5- Normas: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008).  
[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008&print=true](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008&print=true)
- 6- UNIDADES:[http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008&print=true](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5076393&fecha=30/12/2008&print=true)