

## LABORATORIO DE CONDICIONES DE TRABAJO

### GUÍA PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA DE ILUMINACIÓN

#### 1. INTRODUCCIÓN

De una buena iluminación teniendo en cuenta la actividad principalmente, depende la eficiencia y productividad de los trabajadores. Esta, sumada a la relación del hombre con la máquina ayudan a mejorar la productividad, seguridad y la reducción de errores, ya que la importancia de la iluminación como condición de trabajo reside en el hecho de que el 80% de la información requerida para la ejecución de las tareas se adquiere por el sentido de la vista, adicional a esto la iluminación repercute también en aspectos psicológicos, biológicos además de estéticos.

#### 2. OBJETIVOS

- Aprender a manejar y entender el funcionamiento del LUXÓMETRO para la toma de medidas instantáneas de iluminación.
- Evaluar los niveles de iluminación en cada uno de los escenarios con el fin de determinar alternativas de mejora según lo requiera cada caso.
- Reconocer la importancia de la iluminación en el área de trabajo y las implicaciones que tiene para el usuario/operario y organización.

#### 3. MARCO TEÓRICO

##### 3.1 CONCEPTOS BÁSICOS

###### 3.1.1 Flujo luminoso

Cantidad de luz emitida por segundo por una fuente de luz en todas las direcciones. Su unidad es el LUMEN

###### 3.1.2 Intensidad luminosa

Intensidad de flujo luminoso de una fuente de luz proyectada en una dirección determinada. Su unidad de medida es la CANDELA

###### 3.1.3 Rendimiento luminoso

Mide la cantidad de energía que se transforma en luz en relación con la energía total consumida. Su unidad es el lumen por watts (lm/w).

###### 3.1.4 Iluminancia o nivel de iluminación de una superficie

Relación entre el flujo luminoso que recibe la superficie y su extensión.  
Su unidad es el LUX

$$Iluminancia = \frac{Intensidad}{Distancia^2}$$

### 3.1.5 Luminancia

Cantidad de luz que incide en una superficie y que es reflejada. Esta propiedad permite que los objetos sean visibles al ojo, debido a las transformaciones por absorción de los mismos, proporcionando una percepción de brillo. La unidad básica de la luminancia o brillo es el pie-lambert.

$$1 \text{ Pie - Lambert} = 3.43 \text{ Candelas por metro cuadrado.}$$

### 3.1.6 Reflectancia

Relación entre el flujo luminoso reflejado (luminancia) y el flujo luminoso incidente (iluminancia), o medida de como la luz es reflejada por una superficie.

$$Reflectancia = \frac{Luminancia}{Iluminancia}$$

### 3.1.7 Contraste

Diferencia de intensidad luminosa entre dos objetos, superficies o distintas partes de un mismo objeto

$$\text{Contraste} = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max}}$$

L = Luminancia

### 3.1.8 Visibilidad

Claridad con la que los seres humanos pueden ver. Los factores críticos para la visión son:

- **Ángulo Visual**

Es el ángulo subtendido al nivel de los ojos por el objeto. Este se define en arco minutos (1/60 grados), para objetos pequeños como:

$$\text{Angulo visual (arc min)} = 3438 \cdot \frac{h}{d}$$

h = Altura del objeto  
d = Distancia del objeto al ojo

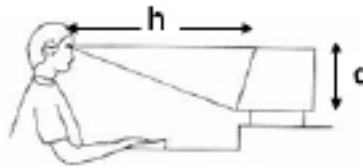


Figura 1. Ángulo Visual

- **Colores**

Los colores juegan un papel importante en las reflexividades. Los colores también tienen una significación psicológica y emocional. A continuación, se presenta una tabla que muestra las reflexividades de los colores o acabados más usados:

Tabla 1. Reflexividad de los colores

Color o Acabado	% de Luz Reflejada	Color o Acabado	% de Luz Reflejada
Blanco	85	Gris Oscuro	30
Crema Claro	75	Rojo Oscuro	13
Gris Claro	75	Café Oscuro	10
Amarillo Claro	75	Azul Oscuro	8
Verde Claro	65	Verde Oscuro	7
Azul Claro	65	Madera Medio	63
Amarillo Medio	65	Madera satinada	34
Gris Medio	55	Concreto	55
Verde Medio	52	Cartón	30
Azul Medio	35	Negro	5

Fuente: Niebel, Benjamin W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11ª Edición. Alfaomega. Pág. 235.

### 3.2 LA VISIÓN HUMANA

El ojo humano es un órgano sensitivo muy complejo. Recibe la luz que proviene de los objetos y la enfoca sobre la retina; allí se forma una imagen que se convierte en información comprensible para el cerebro. Tener dos ojos posibilita ver de manera panorámica y binocular; la acción del cerebro hace que las dos imágenes se combinen y así surge la visión tridimensional o estereoscópica.

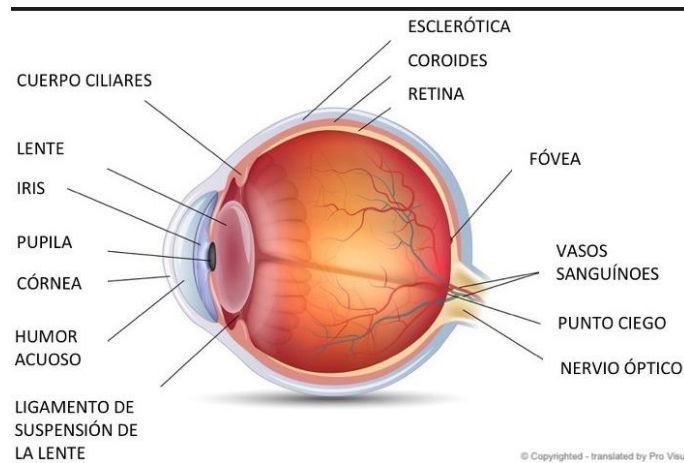


Figura 2. Partes del Ojo Humano.

Entre las partes más importantes del ojo humano se encuentran:

- **Cornea**  
Encargada de proteger al ojo, junto con los párpados, pestañas y cejas.
- **Iris**  
Actúa como diafragma regulador, dilatándose o contrayéndose para controlar la cantidad necesaria de luz.
- **Pupila**  
Por ella pasa la luz a un cuerpo transparente y elástico.
- **Cristalino**  
Es de material blando y permite al agrandar o reducir su curvatura, enfocar con precisión la imagen.
- **Retina**  
Capa sensible a la luz que ocupa el 60% de la superficie esférica interna. Está constituida por una membrana fotosensible, donde las imágenes energéticas transportadas por la luz se convierten en señales de pequeños impulsos electroquímicos que conducidas por el nervio óptico son transmitidas a la parte posterior del cerebro para su interpretación significativa.
- **Nervio Óptico**  
Conduce al cerebro las imágenes, mediante fibras nerviosas denominadas conos o bastoncillos que son los que realmente transforman la energía luminosa en sensaciones o energía nerviosa, siendo los bastoncillos sensibles a la luz y los conos sensibles al color.

En el cerebro es donde se efectúa el “procesamiento de datos” recibidos, y se construyen las señales formando imágenes identificables con el mundo exterior, completando aquí el acto de la visión.

### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA VISIÓN HUMANA

Las ondas electromagnéticas que son emitidas o reflejadas por un cuerpo y que son percibidas por el ojo humano como LUZ, son aquellas que se encuentran entre longitudes de onda que van desde 380 nm hasta 780

nm.

La visión humana puede clasificarse básicamente en tres tipos:

- **Visión fotópica**

Es aquella que se da en buenas condiciones de iluminación como la luz del día. La regulan los conos, elementos de la retina encargados de percibir las diferencias de luz y color.

Permite la percepción de luz y color. En este tipo de visión la máxima sensibilidad se produce para las longitudes de onda alrededor de los 555 nm, la cual corresponde al color amarillo-limón.

- **Visión escotópica**

Opera con bajos niveles de iluminación, por ello también se conoce como visión nocturna. La agudeza visual se reduce en estas condiciones y en la recepción de luz que interviene principalmente en los bastones de la retina, sensibles al color azul (unos 500 nanómetros) pero no al rojo; los conos permanecen inactivos. Esta visión no permite diferenciar colores (visión monocromática) aunque si grados de luminosidad.

- **Visión mesotópica**

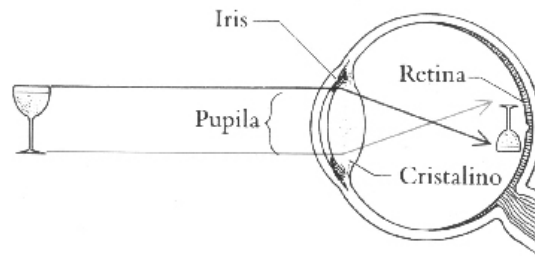
Es la visión intermedia entre la fotópica y la escotópica. Se deduce entonces que se presenta en situaciones que no corresponden ni a la oscuridad total ni a la plena luz de un día soleado. Coincide fundamentalmente con lo que ofrece la luz artificial. En ella interviene tanto los conos como los bastones de la retina.

Los anteriores aspectos, toman importancia al diseñar sistemas de iluminación, sobre todo en trabajos o áreas de trabajo muy especiales (señalización marítima, aérea, trabajos con material fotosensible).

### 3.2.2 PERCEPCIÓN VISUAL

La percepción visual tiene lugar cuando:

- 1) El objeto físico emite o refleja radiaciones luminosas.
- 2) Las radiaciones luminosas penetran el globo ocular a través de la pupila, que es controlada por el iris. Hasta llegar a la retina.
- 3) Luego las ondas luminosas son captadas por los conos y bastoncillos.
- 4) Los estímulos luminosos producen en la retina del observador una proyección óptica invertida del objeto. El tamaño de la proyección óptica varía según sea la distancia entre el objeto y el observador. La forma de la proyección óptica varía con el cambio de la inclinación del objeto respecto al observador.
- 5) La energía electromagnética que incide sobre los conos y bastoncillos es transformada en impulsos nerviosos que llegan hasta el nervio óptico.
- 6) Por último, la información llega al cerebro en donde es interpretada.



*Figura 3. Percepción Visual*

### 3.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN

Existen cinco factores de primer orden que determinan el riesgo de alteraciones de agudeza visual o cansancio visual:

- **Edad**  
Hay que tener en cuenta que el nivel de agudeza visual se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.
- **Nivel de Iluminancia**  
Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de iluminancia y las alteraciones de agudeza visual, la carencia o excesiva presencia de iluminación se puede ocasionar deficiencias visuales.
- **Susceptibilidad Individual**  
Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.
- **Tiempo de Exposición**  
Se considera desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/ semana de exposición, y por otra parte, la edad laboral o tiempo en años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de iluminación determinado.
- **Tipo de Iluminación**  
Influye en cuanto a sus características, siendo de tipo Natural y/o Artificial. Conociéndose que la luz natural produce un menor cansancio visual y una apreciación de los colores en su valor exacto.

Aunque el hecho de ser variable requiere que sea complementada con luz artificial. La determinación de los sistemas de iluminación es quizá uno de los aspectos que está más ligado a la arquitectura industrial, siendo por esto uno de los factores más difícilmente modificables o adaptables.

**NOTA:** En la iluminación artificial, se debe tener en cuenta: tipos de lámpara y luminarias a instalar según las áreas; rendimiento de las

lámparas; costos de energía; duración y color.

### **3.4 EFECTOS DE LA MALA ILUMINACIÓN EN LA SALUD DE LAS PERSONAS**

Aunque la iluminación tiende a crear un ambiente de confort en el interior de los locales, la luz como agente físico puede producir los siguientes efectos:

- Pérdidas en la agudeza visual:  
Como consecuencia de un esfuerzo en percepción visual que exige la tarea.
- Fatiga ocular:  
Como efecto de un confinamiento del hombre en recintos con iluminación inadecuada.
- Dolores de cabeza.
- Problemas de concentración.
- Trastornos depresivos.
- Cansancio visual.
- Fatiga mental.
- Acentuación de vicios de refracción.
- Fenómeno estroboscópico.
- Deslumbramiento  
Debido a contrastes en el campo visual o a brillos excesivos de fuentes luminosas.
- Rendimiento visual:  
Se ve afectado por falta de uniformidad en la iluminación, generando fatiga del sistema nervioso central.
- Fatiga muscular:  
Al mantener posturas inapropiadas para poder alterar la distancia de trabajo respecto al plano en el cual se desarrolla la labor.
- Otros riesgos a considerar son:
  - ✓ Efectos radiantes.
  - ✓ Efectos caloríficos.
  - ✓ Utilizar lámparas fluorescentes, se producen efectos estroboscópicos y de centelleo, generando incomodidad en la persona y creando así un riesgo potencial.

### **3.5 CRITERIOS DE VALORACIÓN**

Se tomarán como referencia, los niveles recomendados por la guía técnica del ICONTEC GT-08 "Principios de Ergonomía Visual, Iluminación para ambientes de Trabajo en Espacios Cerrados". En la Tabla No. 2 se presentan los niveles de iluminación referidos a los requisitos visuales según el tipo de tarea. Para cada tarea se determinan intervalos de tres valores de iluminancia, interpretados de la siguiente manera:

- **Valoración máxima**  
Se aplicará cuando la labor a realizar presenta condiciones donde la

productividad y la exactitud de la tarea se considera de gran importancia, o cuando la capacidad visual de la persona así lo requiere.

- **Valoración mínima**  
Se usará para comparar los valores obtenidos en sitios donde la velocidad y exactitud de trabajo no son importantes, o las labores que allí se realizan son ocasionales.
- **Valoración media o recomendada**  
Se aplica para labores de trabajo normal y condiciones no muy exigentes o cuando la persona o personas que se encuentran en el área de trabajo no reportan malestar o discomfort con las condiciones halladas.

*Tabla 2. Niveles Recomendados de Iluminancia.*

TIPO DE AREA, TAREA O ACTIVIDAD	INTERVALOS DE ILUMINANCIA (Lux)		
	BAJO	MEDIO	ALTO
Circulación exteriores y áreas de trabajo general	20	30	50
Áreas uso no continuo a propósitos de trabajo	100	150	200
Tareas con requisitos visuales simples	200	300	500
Tareas con requisitos visuales medianos	300	500	750
Tareas con requisitos visuales exigentes	500	750	1.000
Tareas con requisitos visuales difíciles	700	1.000	1.500
Tareas con requisitos visuales especiales	1.000	1.500	2.000
Realización de tareas visuales muy exactas	Más de 2.000		

En la Tabla 3., se presentan los criterios de valoración, que permiten una comparación cualitativa de los niveles encontradas con el grado de peligrosidad que se puede generar por dicha exposición.

*Tabla 3. Criterios de Valoración*

GRADO	% DEL VALOR REQUERIDO	CALIFICACIÓN DE LA ILUMINACION
Cansancio visual	Mayor a 105	EXCESIVA
No produce patología	90 – 105	ADECUADA
No produce patología pero no es óptimo	60 – 89	ACEPTABLE
Produce patología a mediano o largo plazo	30 - 59	DEFICIENTE
Modificación Urgente	0 - 29	MUY DEFICIENTE

### 3.6 SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

A continuación, se presentan los diferentes sistemas de iluminación.



### **3.6.1 Clasificación según las fuentes**

#### *3.6.1.1 Natural*

Es la iluminación ideal, suministrada por la luz del día. Como ventajas la luz natural permite definir correctamente los colores, no ocasiona costos y produce menos fatiga visual. Su desventaja radica en que varía a lo largo de la jornada, por lo que se debe complementar con la luz artificial y su eficiencia depende de la superficie acristalada que deba traspasar. Por otra parte, la acción directa del sol sobre las superficies acristaladas debe controlarse para que no se produzcan deslumbramientos por intensidad y lesiones cutáneas por acción de los rayos solares.

#### *3.6.1.2 Artificial*

Proviene de fuentes luminosas manufacturadas, como lámparas incandescencia o de descarga, entre muchas otras.

- Lámparas de espectro completo  
Son la mejor opción; utilizan una novedosa tecnología que produce una iluminación blanca y sin parpadeo imitando las características de la luz solar.
- Lámparas incandescentes  
La iluminación por incandescencia genera sombras y su vida útil es relativamente corta. Su uso se limita cada vez más por el alto consumo de energía.
- Lámparas de descarga  
El principio de estas luminarias consiste en el paso de una corriente eléctrica por un gas para activar los átomos y las moléculas que emitan una radiación con un espectro característico.  
Una desventaja de estas lámparas es que no reproducen el color de manera idéntica al que se obtiene con espectros continuos.
- Lámparas de inducción electromagnética  
Su principio es de descarga de gas a baja presión, sin usar electrodos para generar la ionización.

*Tabla 4. Tipos de Fuentes de luz Artificial y sus Características*

Tipo	Eficiencia (Lm/W)	Rendimiento de Color	Especificaciones
Incandescente	17-23	Bueno	Es el más utilizado, pero es el menos eficiente. El costo de la lámpara es bajo. La vida útil de la lámpara es menos de un año.
Fluorescente	50-80	De aceptable a Bueno	La eficiencia y el rendimiento de color varían considerablemente con el tipo de lámpara. Con lámparas y balastos de alta eficiencia es posible reducir el consumo de energía.
De Mercurio	50-55	De muy deficiente a Aceptable	Tienen una larga vida útil (entre 9 y 12 años), pero su eficiencia decrece con el tiempo.
De Haluro Metálico	80-90	De aceptable a Moderado	El rendimiento del color es adecuado para muchas aplicaciones. Normalmente la vida útil es de 1 a 3 años.
De sodio de alta presión	85-125	Aceptable	Es muy eficiente. Su vida útil es de 3 a 6 años en promedio, con tiempos de encendidos de 12 horas por día.
De sodio de baja presión	100-180	Deficiente	Es la más eficiente. Tiene una vida útil de 4 a 5 años con un promedio de encendido de 12 horas al día. Se emplea generalmente para el alumbrado de carreteras y grandes extensiones de tierra.

### 3.7 TIPOS DE LUMINARIAS

#### 3.7.1 Definición de luminaria

Una luminaria representa en sí un completo sistema de iluminación. Consiste de un cuerpo o caja, portalámparas, lámparas (en ocasiones un balasto o un transformador) y el sistema óptico: compuesto por el reflector, y según el caso espejos, difusores para controlar el deslumbramiento.

#### 3.7.2 Funciones de las luminarias

- a) Distribuir adecuadamente la luz en el espacio
- b) Evitar toda causa de molestia provocada por deslumbramiento o brillo excesivo.
- c) Satisfacer las necesidades estéticas y de ambientación del espacio al que están destinadas.
- d) Optimizar el rendimiento energético, aprovechando la mayor cantidad de flujo luminoso entregado por las lámparas.

#### 3.7.3 Clasificación de las luminarias

Según la forma en que distribuyen la luz, las luminarias se clasifican básicamente en seis grupos:

1. Luminarias directas, donde toda la luz es dirigida hacia abajo
2. Luminarias semi-directas, donde la mayoría de la luz es dirigida hacia abajo
3. Luminarias general difusas, donde la luz se distribuye en todas las direcciones
4. Luminarias directa-indirectas, donde la luz es distribuida en el mismo porcentaje tanto hacia arriba como hacia abajo.
5. Luminarias semi-indirectas, donde la mayoría de la luz es dirigida hacia arriba.

6. Luminarias indirectas, donde toda la luz es dirigida hacia arriba.

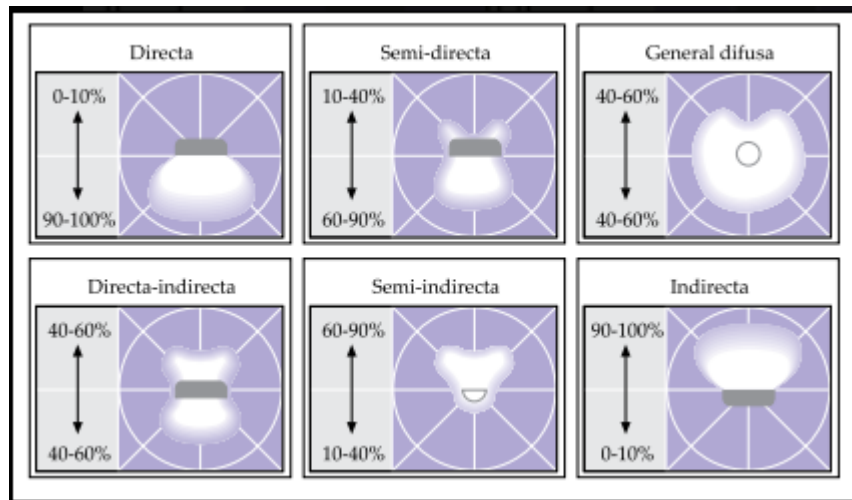


Figura 4. Clasificación de luminarias

El tipo de lámpara y luminaria a instalar depende del lugar a iluminar y de la tarea a desarrollar. Por lo que es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Luminancia y distribución luminosa.
- Rendimiento y duración de la lámpara.
- Índice de reproductividad cromática.
- Características especiales de funcionamiento (tiempos de encendido y reencendido, posición de funcionamiento, generación de efectos estroboscópicos, etc.).

### 3.8 ALUMBRADO

#### 3.8.1 Ámbitos de Uso

En la siguiente tabla se muestran las elecciones más comunes de lámparas dependiendo el lugar de ubicación y tarea que se desarrolla allí.

Tabla 5. Tipos de lámparas de acuerdo al ámbito de uso

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescente.</li> <li>• Fluorescente.</li> <li>• Halógenas de baja potencia.</li> <li>• Fluorescentes compactas.</li> </ul>
Oficinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alumbrado general: fluorescentes.</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión.</li> </ul>
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incandescentes.</li> <li>• Halógenas.</li> <li>• Fluorescentes.</li> <li>• Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos.</li> </ul>
Industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los tipos.</li> <li>• Luminarias situadas a baja altura (&lt;6 m): fluorescentes.</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura (&gt;6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores.</li> <li>• Alumbrado localizado: incandescentes.</li> </ul>
Deportivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes.</li> <li>• Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.</li> </ul>

### 3.8.2 Clasificación según función

El tipo de alumbrado se puede clasificar según su función y ubicación con respecto a las áreas de trabajo.

- **Alumbrado general**  
Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Se usa habitualmente en oficinas, centros de enseñanza, fábricas, comercios, etc. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local.
- **Alumbrado general localizado**  
Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo.
- **Alumbrado localizado**  
Es utilizado cuando se necesita una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio. Un aspecto que hay que cuidar cuando se emplean este método es que la relación entre las luminancias de la tarea visual y el fondo no sea muy elevada pues en caso contrario se podría producir deslumbramiento molesto.
- **Alumbrado combinado**  
Es la combinación de alumbrados anteriores.
- **Alumbrado individual**  
Es utilizado cuando se requiere iluminar tareas específicas.
- **Alumbrados especiales**  
Emergencia, señalización, reemplazamiento en atmósferas especiales, decorativo, efectos especiales (germicidas, etc.).

Los sistemas de iluminación general se clasifican según el porcentaje de luz total emitida arriba y debajo del plano horizontal que pasa por la lámpara. (Ver Figura No. 5).

Cuando los sistemas de iluminación general no son suficientes se puede contar con luminarias suplementarias, que se caracterizan por:

- Luminarias para prevenir reflejos y reflexiones que velan la visión, la luz reflejada no coincide con el ángulo de visión.
- La luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
- Luz de ángulo bajo para resaltar las irregularidades de la superficie.
- La fuente y el patrón de la superficie se reflejan hacia el ojo.
- Iluminación traslucida desde una fuente difusa.

### **3.8.3 Niveles comunes y recomendados de luz para interior**

El nivel de luz al aire libre es de aproximadamente 10.000 lux en un día claro. En un edificio, en la zona más próxima a las ventanas, el nivel de luz puede reducirse a aproximadamente 1.000 lux. En la zona media puede ser tan bajo como 25 - 50 lux. Un equipo de iluminación adicional se necesita a menudo para compensar los bajos niveles. Antes era común que los niveles de luz estuvieran en el rango de 100 a 300 lux durante las actividades comunes. Hoy en día el nivel de luz es más común se encuentra en el rango de 500 - 1.000 lux dependiendo de la actividad. Para trabajos de precisión y detalle, el nivel de luz puede incluso acercarse 1500-2000 lux. La tabla debajo es una guía para el nivel de luz recomendado en diferentes áreas de trabajo:

Tabla 6. Nivel de luz recomendado según el área de trabajo

LUGAR O FAENA	ILUMINACION
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajistas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolija de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

En general, los factores que afectan a la eficacia de la iluminación son la cantidad y calidad de la luz, la cantidad de parpadeo, cantidad de luz, contraste y sombras. Cada factor se debe ajustar de manera diferente para optimizar la iluminación, la seguridad en las operaciones, y las situaciones de emergencia de seguridad. Normas de iluminación también sirven para hacer frente a la gran cantidad de otros problemas relacionados con el diseño, la colocación, instalación, y los requisitos mínimos de energía y la asignación eficiente de la iluminación en diferentes ubicaciones con diferentes propósitos, así como la eficiencia, la durabilidad, el coste, y facilidad de mantenimiento.

### 3.9 MEDICIÓN DE LA LUZ

Las razones principales para medir la intensidad de la luz son para garantizar que se cumplan las normas mínimas de iluminación, y para determinar los tiempos de exposición apropiados en la fotografía y la cinematografía.

### 3.10 ERGONOMÍA Y SEGURIDAD:

En algunas organizaciones la intensidad de la luz se mide sólo de manera reactiva, por lo general después de una caída u otro accidente, un enfoque más prudente es realizar un estudio de iluminación, documentación de los niveles de luz en todo el lugar de trabajo, si se encuentran zonas por debajo de los niveles mínimos aceptables se puede implementar un plan de mejora.

La luz llega a un sensor en el que la energía de los fotones se convierte en carga eléctrica, cuanto más luz incide sobre la superficie, más carga se construye. En términos generales, los dos están correlacionados. Una calibración en la medición electrónica convierte ya sea corriente o tensión a un valor lux.

#### 4. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- **Luxómetro**

Instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux (lx). Contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de luxes.

Medidores ambientales de mano para RPM y medición de luz están diseñados como instrumentos portátiles de uso fácil para medir la intensidad de la luz, las unidades son ideales para su uso en áreas de iluminación incandescente, y proporcionarán una lectura con iluminación fluorescente con un pequeño error con un rango de medición de 1 a 200.000 lux (0 a 18.580 pies vela).

Entre los usos que se les dan a los luxómetros por parte de los profesionales de higiene y seguridad, a fin de determinar la posibilidad de ocurrencia de una enfermedad profesional por deficiencias lumínicas, ya que así lo establece la legislación laboral en muchos países que habla de las condiciones de iluminación en los centros de trabajo. El luxómetro para el desarrollo de la practica será de marca EXTECH referencia TM31.



#### 5. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

A continuación, se explicará de manera detallada los pasos que se tienen que realizar para llevar a cabo con éxito esta práctica:

1. Conocer las medidas de seguridad que esta práctica exige.

2. Determinar los puestos o situaciones de trabajo a evaluar y los horarios de trabajo en la que esta función se desarrolla.
3. Realizar la puesta a punto del Luxómetro.
4. Ubicar el Luxómetro sobre tres puntos diferentes de la superficie de trabajo o lo más cerca posible de esta y durante 2 minutos tomar la mayor cantidad de lecturas arrojadas por el aparato de medición en cada una de las tres ubicaciones.
5. Establecer en cada puesto de trabajo evaluado, las características locales, las fuentes de luz y las características de las lámparas allí utilizadas:
  - Dimensiones del local.
  - Número de lámparas y luminarias.
  - Potencia en Watt de las lámparas.
  - Estado de conservación de las luminarias y el local.
  - Colores de piso, paredes y techo.
  - Características de reflexión y contraste de las superficies de trabajo evaluadas.
  - Tipo de actividad desarrollada en cada puesto de trabajo evaluado.
  - Hora en que fue tomada la medición.
  - Características del día en que se hace la evaluación.
  - Aportes de luz de las diferentes fuentes utilizadas. (Realizar estas anotaciones en la casilla observaciones del formato de recolección de datos y hacer el gráfico en el espacio destinado para este).
6. Realizar un bosquejo del área de trabajo mostrando la ubicación del trabajador y los lugares donde se efectuaron las medidas.
7. Determinar el número de personas expuestas al nivel de iluminación medido.
8. Repetir los pasos 3 a 7 en otros puestos o situaciones de trabajo
9. Realizar un registro fotográfico de cada escenario analizado.

## 10. GUÍA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

Una vez realizadas las medidas se llegarán a tablas de resultados como esta:

*Tabla 7. Ejemplo*

Lectura.	Iluminación Encontrada (Lux)
1	320
2	325
3	330
4	328
5	324
6	350
7	345
8	330
9	328
10	348
11	338
12	345
13	329
14	330
15	342
16	328
17	323
18	346
19	349
20	339



- Se deberán calcular la media y la desviación estándar para evaluar que tan buenos son los datos obtenidos.
- Si la desviación estándar es menor al 5% de la media de los datos, se puede utilizar el valor de la media como medida de la iluminación encontrada en el lugar de trabajo.
- Si la relación porcentual entre la media y la desviación no se cumple se deberá evaluar posibles fuentes de error como datos atípicos y eliminarlos.
- Si el problema persiste los datos pueden estar mal tomados o indicar que en una misma área de trabajo las condiciones de iluminación varían de manera drástica, situación en la cual sería necesario subdividir el área y realizar un análisis separado.

Para el ejemplo se tiene que:

*Media = 334,85 lux*

*Desviación estándar = 9,820896089 lux*

*5% de la media = 16,7425 lux.* (La condición se cumple por lo que la media se puede emplear como valor representativo del estudio).

Con este valor calculado se deberá realizar el siguiente análisis:

- ✓ Definir el tipo de labor que se realiza en el área de trabajo y los requerimientos de iluminación para la misma. (Ver *Tabla 6*).
- ✓ Determinar la diferencia porcentual entre el valor medido y el recomendado.
- ✓ Realizar la valoración cualitativa de la iluminación correspondiente a cada escenario.
- ✓ Dependiendo de la clasificación de Iluminación obtenida, proponer recomendaciones con base a los conceptos aprendidos o investigados

\* Realizar el mismo análisis para los diferentes escenarios propuestos.

## **11. BIBLIOGRAFÍA**

- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. BOMBARDO BARRAU, Enrique. Ergonomía 1. Fundamentos. Alfa omega – UPC. México. 2000.
- CHINER DASI, Mercedes – DIEGO MAS, J. Antonio – MARZAL ALCAIDE, Jorge. Laboratorio de Ergonomía. Editorial Alfa omega – Universidad Politécnica de Valencia. México. 2004.
- MONDELO, Pedro. GREGORI TORADA, Enrique. GONZALES DE PEDRO, Oscar. FERNANDEZ GOMEZ, Miguel. Ergonomía 4. El Trabajo en Oficinas. Alfa omega – UPC. México. 2002.
- CORTÉS DIAZ, José María. Seguridad e Higiene del trabajo. Técnicas de Prevención de Riesgos de Trabajo. Tercera Edición. Alfa omega. México. 2002.

- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. 11° Edición. Alfa omega. México. 1996.
- <http://centros5.pntic.mec.es/ies.arquitecto.peridis/percep/pvisport.html>
- MANCERA FERNANDEZ, Mario. MANCERA RUIZ, María Teresa. MANCERA RUIZ, Mario Ramón. MANCERA RUIZ, Juan Ricardo. Seguridad y Salud en el trabajo. Gestión de riesgos. Segunda edición. Alfa omega. Colombia. 2016.
- GONZALEZ MAESTRE, Diego. Ergonomía y Psicosociología. FC Editorial. Madrid