

II. Iluminación

El propósito de la iluminación en la industria es proporcionar una visibilidad eficiente y cómoda en el trabajo, así como ayudar a mantener un ambiente seguro.

Todo establecimiento de trabajo debe disponer de iluminación adecuada en cantidad y calidad, de acuerdo con las operaciones que se realicen.

El trabajo en la industria es de gran variabilidad; incluye tareas visuales de objetos extremadamente pequeños o muy grandes, finos o gruesos, y de formas diversas. Entre más fino es el trabajo, mayor debe ser el nivel de cantidad y calidad del alumbrado.

Para seleccionar la iluminación adecuada es necesario determinar:

- La tarea visual o tipo de trabajo que se va a desarrollar.
- La cantidad, la calidad y el tipo de iluminación de acuerdo con la tarea visual y los requerimientos de seguridad y comodidad.
- El equipo de alumbrado o luminarias que proporcionen la luz requerida.

VENTAJAS DE UNA BUENA ILUMINACION

Para el trabajador:

- Conserva su capacidad visual
- Evita la fatiga ocular.
- Disminuye los accidentes.
- Contribuye a su bienestar psíquico.

Para la empresa:

- Aumenta la producción.
- Mejora la calidad de los productos.
- Disminuye el número de errores y el deterioro de los productos.
- Facilita la limpieza y el mantenimiento.
- Disminuye el ausentismo y reduce los accidentes.
- Mejora la utilización del espacio.
- Reduce los trastornos oculares.

ANÁLISIS DE LA TAREA VISUAL

La visión depende de una serie de variables, entre las cuales se citan:

- Tamaño del objeto visual.
- Brillo.
- Contraste de brillo o color entre el objeto y sus alrededores.
- Tiempo disponible para ver el objeto y para realizar el trabajo.
- Acabado del objeto (mate, brillante, liso, áspero).
- Naturaleza del material respecto a la transmisión de luz.
- Características de reflexión de los alrededores inmediatos.
- Estado fisiológico de los ojos.

El tamaño del objeto tiene gran importancia en el proceso visual. Entre más grande es un objeto respecto al ángulo visual más rápidamente puede verse.

La agudeza visual indica la medida del detalle más pequeño que puede percibirse visualmente. Esta agudeza mejora con el aumento de la iluminación.

El brillo depende de la intensidad de la luz que incide sobre el objeto y de la proporción que se refleja en dirección al ojo. Recibiendo la misma iluminación, una superficie blanca tendrá un brillo mayor que una negra. Sin embargo, si ésta recibe suficiente luz mediante lámparas, es posible llegar a hacerla tan brillante como la blanca. Entonces entre más oscuro sea un objeto, se requerirá mayor iluminación para lograr una mejor visibilidad.

El contraste se refiere a la diferencia de intensidad de luz (luminancia) entre el objeto visual y los alrededores. La reducción de las deficiencias de contrastes se consigue con niveles de iluminación altos. Se define por la ecuación:

$$c = \frac{L_t - L_f}{L_f}$$

L_t = Luminancia de la tarea.

L_f = Luminancia de fondo.

c = Contraste.

La agudeza visual depende del contraste, por lo tanto debe aumentarse en los trabajos que requieren gran atención visual.

Los contrastes cromáticos establecidos por las normas son;

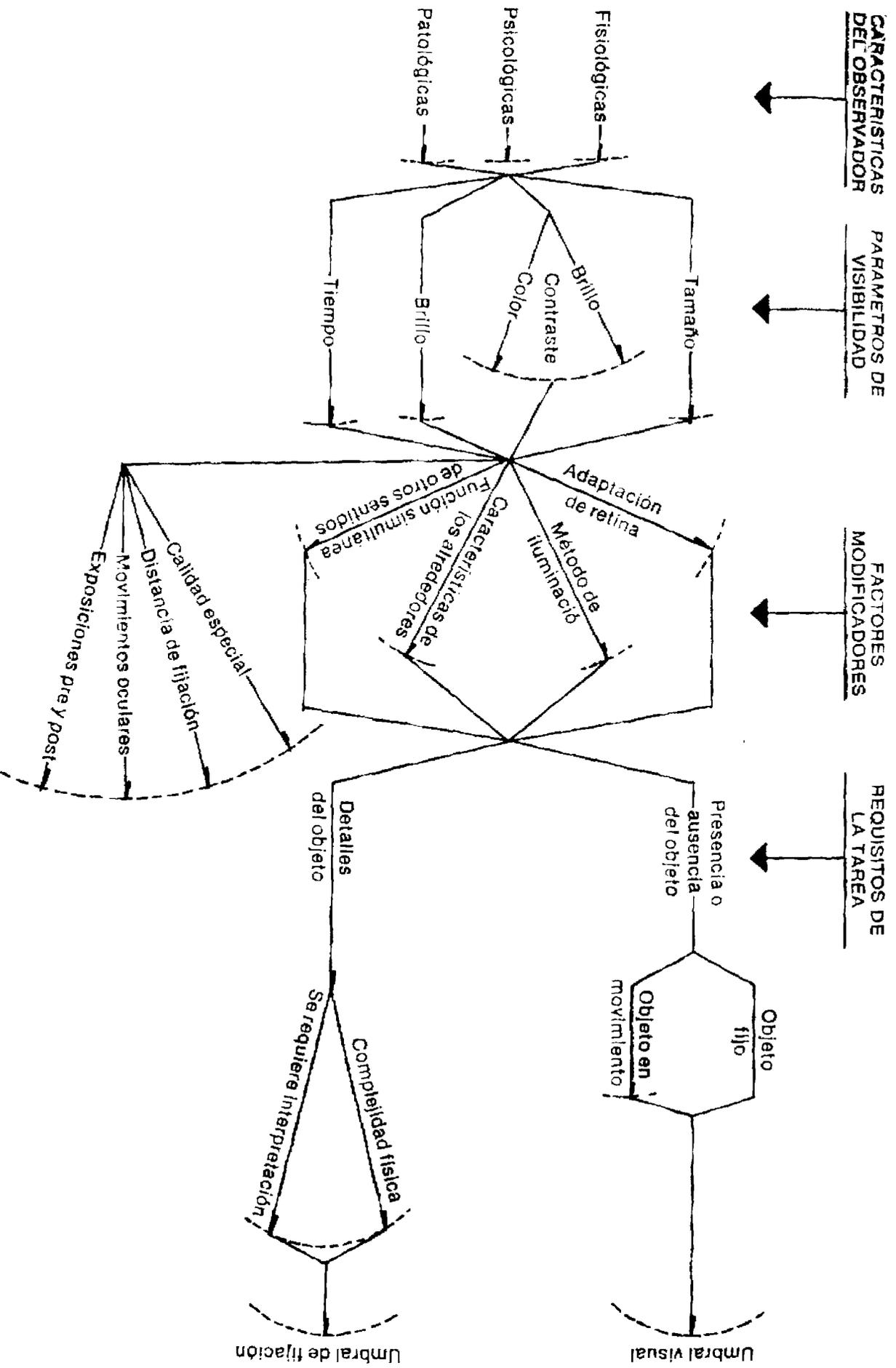


Figura 11.1

Principales variables que influyen en la visibilidad y en la eficiencia visual

- Negro sobre amarillo
- Verde sobre blanco
- Rojo sobre blanco
- Azul sobre blanco
- Blanco sobre azul
- Negro sobre blanco
- Amarillo sobre rojo
- Blanco sobre verde
- Blanco sobre negro

La visión no es un proceso instantáneo sino que requiere tiempo. El ojo puede ver detalles muy pequeños con niveles bajos de iluminación pero empleando un tiempo suficiente. Para una visión rápida se requiere más luz. El factor tiempo es importante cuando el objeto visual está en movimiento. Los niveles altos de iluminación hacen que los objetos en movimiento parezcan, moverse más despacio, en esta forma aumenta su visibilidad.

El tamaño, el contraste y a veces el tiempo disponible para ver el objeto son factores que se relacionan mutuamente e inherentes a la tarea visual. En la mayor parte de los casos, el tamaño es un factor fijo del proceso visual. Los demás factores son susceptibles de modificación; especialmente el contraste y el brillo pueden mejorar el proceso visual cuando existen condiciones desfavorables de tamaño pequeño y de tiempo reducido (figura 11.1).

CANTIDAD DE ILUMINACION

La cantidad de luz necesaria es aquella con la que el operario puede realizar el trabajo sin esfuerzo ni agotamiento visual y con seguridad. La cantidad de luz adecuada depende básicamente del tipo de trabajo que se realiza, de la finura de los detalles que se van a observar, del color y reflectancia del objeto y del medio circundante.

De acuerdo con el tipo de local y la actividad que se realiza, se pueden establecer tres niveles de iluminación diferente: mínimo, para zonas de circulación, mínimo, para locales de trabajo; y óptimo, para locales de trabajo.

Para los dos primeros niveles considera el nivel mínimo de iluminación para la percepción y el reconocimiento del rostro humano sin esfuerzo de acomodación. En el nivel óptimo tiene mayor importancia la tarea visual.

El cuadro 11.1 indica los niveles de iluminación para determinados tipos de trabajo.

En los cuadros 11.2 a 11.6 se presenta una lista detallada de los niveles de iluminación recomendados por la Sociedad de Ingeniería de Iluminación (Illumi-

Continuación

	Iluminación actualmente recomendada LUXES
Prensas	700
Lectura de pruebas	1500
Fundiciones de tipos	
Fundición de conjuntos, clasificación	500
Fundición a mano	500
Fundición a máquina	500
Fabricación de matrices, pulido de tipos	1000
RECEPCION Y EMBARQUE (ver manejo de materiales)	
ALMACENES Y BODEGAS	
Activo	
Embalaje fino	500
Embalaje mediano	200
Embalaje tosco	50
Inactivo	50
FABRICAS DE TEXTILES (algodón)	
Mezclilla	50
Artículos grises	1500
Cardar y estirar	500
Hilado a mano	2000**
Inspección	
Mezclilla (moviéndose rápidamente)	5000**
Artículos grises (rotación a mano)	1000
Abrir, mezclar y picar	300
Tableros de medidores (de frente)	500
Pasteurizadoras	300
Saparadoras	300
Refrigerador de almacenamiento	300
Tanques, depósitos	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000
Termómetro (de frente)	500
Sala de pesado	300
Básculas	700
TALLERES DE FORJA	
FUNDICIONES	
Templado	300

Continúa

	Iluminación actualmente recomendada LUXES
Limpiado	300
Fabricación de machos (trabajo fino)	1000
Fabricación de machos (trabajo mediano)	500
Horno de cúpula	200
Desbastado y cepillado	1000**
Inspección (fina)	5000**
Inspección (mediana)	1000
Moldeado (mediano)	1000
Moldeado (grande)	500
Vaciado	500
Desmoldeo	300
Clasificación	500
GARAJES-AUTOMOVILES Y CAMIONES	
Grajes para estacionamiento	
Entradas	500
Almacenamiento	50
Pistas y rampas	100
Garajes de servicio	
Zonas de tráfico activo	200
Reparaciones	1000
INSPECCION	
Difícil	1000
Bastante difícil	2000**
Muy difícil	5000**
Lo más difícil	10000**
Ordinaria	500
LAVANDERIAS	
Planchado fino a mano	1000
Planchado a máquina, pesado, listado y marcado	500
Acabado a máquina con plancha, clasificación	700
Lavado	300
SALAS DE ARMARIOS	
TALLERES MECANICOS	
Trabajo de banco y máquina muy finos, cepillado fino	200
	10000

Continúa

Continuación

Iluminación actualmente recomendada LUXES	
Trabajo de banco y máquina fino, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	500
Trabajo de banco y máquinas medianas, máquinas automáticas ordinarias, cepillado grueso, pulido y bruñido mediano	1000
Trabajos bastos de banco y máquina	500
MANIPULACION DE MATERIALES	
Carga y colocación en camiones	200
Interior de camiones y furgones de carga	1000
Torcer, encanillar, hilado, urdir	500
Tejido	1000
PLANTAS TEXTILES (seda y telas sintéticas)	
Hilado	
En lizos	2000**
En peines	2000**
Manufactura	
Empapado, coloreado fugitivo y acondicionamiento o coloración de nudos de urdimbre	300
Colocación de urdimbre en la estizoja (sistema para seda o algodón), urdir hilos corridos, en devanadera, en el plegador, plegado de urdimbre	
Tejido	
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enerezado	
Hilo oscuro	2000
Hilo claro	500
PLANTAS TEXTILES (Lana y lana peinada)	
Cardado, peinado, repeinado	500
Hilado (blanco)	500
Hilado (de color)	1000
Acabado en seco	
Condicionamiento	700
Doblado	700
Inspección (en crudo)	2000**
Perchar	700

Continúa

	Iluminación actualmente recomendada LUXES
Prensado	700
Corte	1000**
Tinte	1000**
Clasificación	1000**
Locales para géneros grises	
Desmontado	1500**
Doblado	700
Costura	3000**
Apertura, mezcla, recolección	30
Hilado (bastidor) (blanco)	500
Hilado (bastidor) (en color)	1000
Hilado (máquina) (blanco)	500
Hilado (máquina) (en color)	1000
Retorcido (blanco)	500
Urdido (blanco)	500
Urdido (blanco) (en peine)	1000
Urdido (en color)	1000
Urdido (en color) (en peine)	3000**
Tejido (blanco)	1000
Tejido (en color)	2000
Acabado húmedo	
Fijación tratado al vapor	500
Secado	500
Abatanado	500
Desgrasado	500
Bobinado (blanco)	300
Bobinado (en color)	500
PRODUCTOS DE TABACO	
Secado, limpieza, trabajos generales	300
Clasificación y apartado	300
TAPIZADO-AUTOMOVILES	1000
ALMACENES (ver salas de almacenamiento)	
SOLDADURA	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco, gran precisión	10000**

Continúa

(Continúa)

Iluminación actualmente recomendada	
LUXES	
TRABAJO CON MADERA	
Trabajo fino de banco y a máquina lijado y acabado fino	1000
Aserrado y trabajo basto de banco	300
Labrado, trazo de planos, lijado, trabajo mediano a máquina y de banco, encolado, enchapado, tonelería	500

NOTAS SOBRE AREAS INDUSTRIALES

- * Mínimo en el momento de efectuar el trabajo.
- ** Obtenidos con una combinación de iluminación general e iluminación suplementaria especial. Debe mantenerse dentro de las relaciones de brillo recomendadas. Estas tareas comprenden generalmente la discriminación de detalles durante largos periodos de tiempo bajo condiciones de bajo contraste. Para obtener la iluminación requerida, es necesario una combinación de la iluminación suplementaria especial. El diseño e instalación del sistema combinado debe ofrecer no sólo luz suficiente, sino también dirección apropiada, difusión y protección de los ojos. En lo posible se debe eliminar el deslumbramiento directo y reflejado así como las sombras inconvenientes.
- + Iluminación especial tal que: 1) el área luminosa sea lo suficientemente grande para cubrir la superficie que está siendo inspeccionada y 2) el brillo esté dentro de los límites necesarios para obtener condiciones cómodas de contraste. Esto requiere el uso de fuentes de superficie grande y brillo relativamente bajo, donde el brillo de la fuente sea el factor principal más bien que los luxes producidos en un punto dado.

El deslumbramiento por fuentes de luz y luminarias se denomina directo, y el producido desde superficies, reflejado (figura 11.2).

Para evaluar el deslumbramiento directo deben analizarse los siguientes factores:

- Brillo de la fuente de luz.
- Tamaño de la fuente. Un área grande de bajo brillo, o un cierto número de lámparas de bajo brillo pueden ser tan molestas como una sola fuente pequeña de alto brillo.
- Posición de la fuente. El deslumbramiento decrece rápidamente a medida que la fuente se aparta de las líneas de visión. En forma práctica, el ojo no puede ver la lámpara desnuda en un ángulo igual o superior a 30° con la horizontal.

— Contraste.

— Tiempo. Una exposición a la luz que puede no ser molesta durante un corto tiempo, puede serlo para una persona que trabaja 8 horas al día.

Cuadro II.3

Superficies de oficinas

	Iluminación actualmente recomendada* LUXES
BANCOS	
Vestibulos	500
Zonas donde se escribe	700
Contabilidad y perforación	1500
Trabajo normal de oficina	1000
Zonas de pagadores	1500
OFICINAS GENERALES	
Contabilidad, auditoría, tabulación, teneduría de libros, operación de máquinas de contabilidad, lectura de reproducciones malas	1500
Corredores, ascensores, escaleras mecánicas, escaleras	200**
Salas de dibujo	
Dibujo de mapas, planos o dibujo detallado	2000
Dibujo burdo de bocetos	1500
Lectura de alto constante de textos bien impresos, tareas y zonas que no exigen atención visual concentrada como salas de conferencias, entrevistas, salones para archivos poco usados y lavabos	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz mediano en papel de buena calidad, trabajo intermitente de archivo	700
Trabajo regular de oficina, lectura de buenas reproducciones, lectura o transcripción manuscrita con lápiz duro en papel de mala calidad. Archivos activos índices de referencia. Selección de correspondencia	1000

* Mínimo sobre la tarea en cualquier momento.

** O no menos del 20% del nivel en las áreas adyacentes.

Cuadro 11.4

Residencias

	Iluminación actualmente recomendada* LUXES
ILUMINACION GENERAL	
Entradas, vestíbulos, escaleras	1000 +
Cocinas, lavanderías, cuartos de baño	300
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, salones familiares, sala de asearse, biblioteca, salas de juegos	100 +
TAREAS VISUALES CONCRETAS	
Actividades culinarias	
Cocina y superficie de trabajo	500
Fregadero	700
Lavadoras-bandejas, mesas de planchar planchas	500
Lectura y escritura, incluso el estudio	—
Libros, revistas, periódicos	300
Escritorio, al estudiar	700
Escritura a mano, reproducción y copias deficientes	700
Lectura de partituras musicales	
Partituras completas	700
Partituras fáciles	300
(Cuando la partitura es de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones impresas entre las líneas se necesitan 150 pies bujías o 1500 luxes o más)	
Costura	
Telas oscuras (detalle fino, bajo contraste)	2000
Durante periodos ocasionales (telas livianas)	500
Durante periodos ocasionales (hilo áspero, puntadas largas, elevados contrastes)	300
Durante periodos prolongados (con telas ligeras o medianos)	1000
Rasurarse, maquillarse, arreglarse (colocado sobre los espejos y rostros)	500
Juegos de mesa	300
Taller-bancos de trabajo	700

* Mínimo en todo momento sobre la tarea.

** El brillo de la tarea-visual debe estar relacionado con el brillo de fondo.

+ La iluminación general en estas áreas no necesita tener un carácter uniforme.

Cuadro 11.5

Escuelas

Iluminación actualmente recomendada*	
LUXES	
AUDITORIOS	
Asambleas	150
Exhibiciones	300
Actividades sociales	50
AULAS ESCOLARES	
Salas de arte	500
Salas de dibujo	1000**
Aulas de economía doméstica	
Cocina y planchado	500
Zonas donde se toman notas	700
Costura	1500**
Trabajo en los fregaderos	700
Laboratorios	1000
Salas de lectura	
Area de audiencia	700
Area de demostración	1500**
Salas de música	
Partituras avanzadas	700
Partituras sencillas	300
Talleres	1000**
Salas para proteger la vista	1500**
Recintos para estudiar o salas de mecanografía	700
CORREDORES Y ESCALERAS	
	200
GIMNASIOS	
Bailes	50
Exhibiciones, encuentros	300
Ejercicio y recreo en general	200
Armarios y regaderas	200
BIBLIOTECA	
Reparación y encuadernado de libros	500
Catalogación y archivos de tarjetas	700
Escritorios de ingreso y salida	700
Sala de lectura	
Lectura ordinaria	300
Estudio y anotaciones	700
Estanterías	300
SANITARIOS Y LAVATORIOS	
	300

* Mínimo en todo momento sobre la tarea.

** En algunos casos es necesario usar iluminación local para suplementar el alumbrado general.

Cuadro 11.6

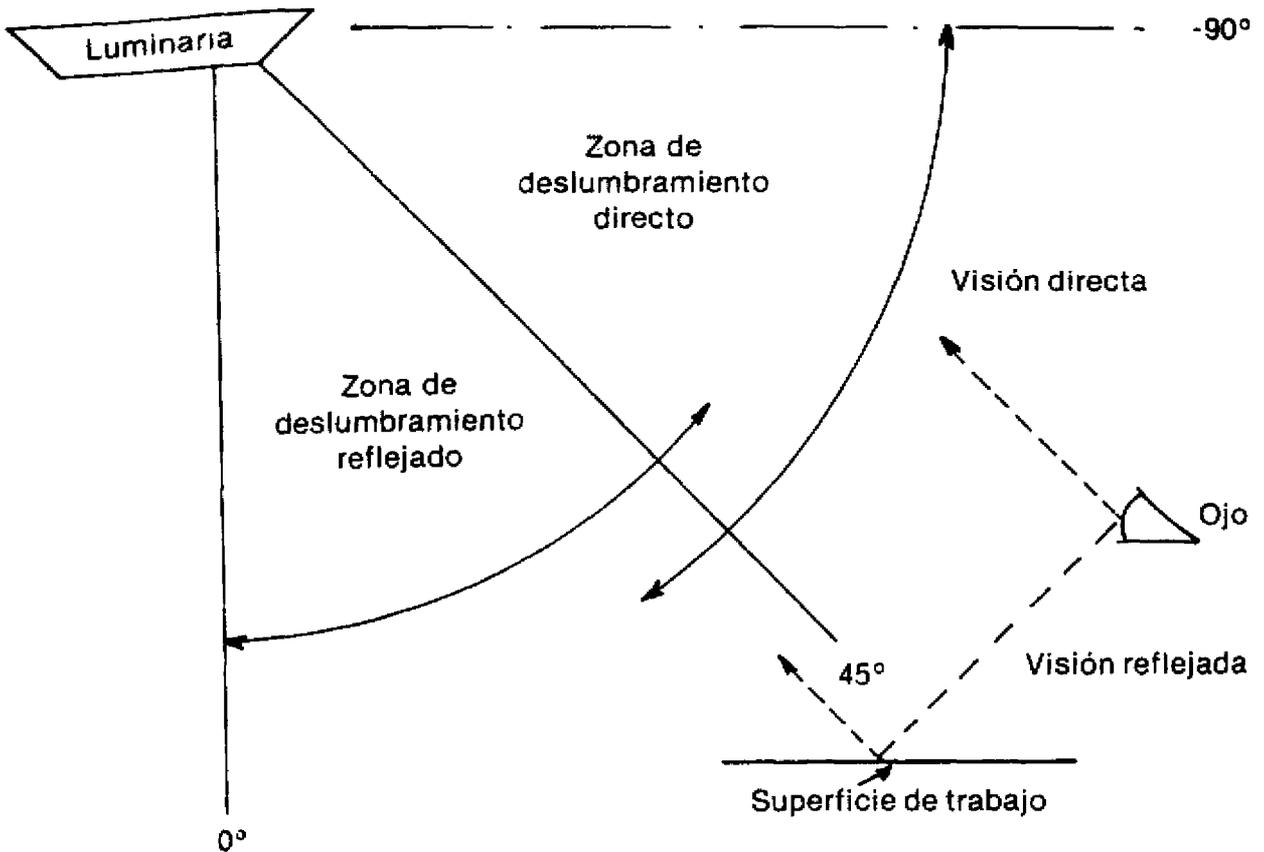
Almacenes

Iluminación actualmente recomendada *	
LUXES	
ESCAPARATES O VITRINAS	
Iluminación en el día	
General	2000
Especial	10000
Iluminación nocturna	
Principales distritos comerciales - de mucha competencia	
General	2000
Especial	1000
Almacenes de frente abierto (ver exhibición especial bajo interiores de tiendas)	
Distritos comerciales secundarios o pequeñas ciudades	
General	1000
Especial	5000
INTERIORES DE ALMACENES	
Zonas de circulación	300
Exhibiciones especiales	
Con servicio normal	5000
Auto-servicio	10000
Áreas de venta	
Con servicio normal	1000
Auto-servicio	2000
Vitrinas y estanterías	
Con servicio normal	2000
Auto-servicio	5000
Locales de almacenajes	300

- 1) Los valores que aparecen arriba son para iluminación sobre la mercancía en exhibición o en observación. El plano que es importante iluminar puede variar de horizontal a vertical.
 - 2) Las áreas específicas de inspección donde es difícil la visibilidad pueden tener niveles de iluminación substancialmente superiores.
 - 3) Es importante la apariencia de los colores bajo la luz de las lámparas fluorescentes. Por lo general se combinan la iluminación fluorescente y la incandescente para dar mejor apariencia a la mercancía.
 - 4) La iluminación puede hacerse no uniforme para hacer juego con el arreglo de la mercancía.
- * Mínimo sobre la tarea en cualquier momento.

Figura 11.2

Deslumbramiento directo y reflejado



El deslumbramiento directo causado por una fuente de luz y por un sistema de alumbrado mal diseñado puede reducirse: disminuyendo la luminosidad de las fuentes de luz, aumentando la claridad del área que rodea a la fuente de deslumbramiento, y localizando las luminarias lo suficientemente lejos de la línea normal de visión, o sea aumentando el ángulo entre la fuente de luz y la línea de visión (no inferior a 30 grados) (figuras 11.3 y 11.4).

El deslumbramiento reflejado originado por la imagen de una fuente de luz que es reflejada por techos, paredes, materiales y máquinas puede reducirse: disminuyendo la luminosidad de la fuente, cambiando la ubicación de la fuente luminosa o del objeto sobre el que se trabaja de tal forma que la imagen reflejada caiga fuera de la línea de visión del observador, aumentando el número de luminarias para incrementar el nivel de iluminación y empleando superficies de trabajo mates.