

Luminotecnia

Prof. Luz Stella Moreno Martín

Tema V

Iluminación de interiores



■ Ergonomía y confort en la iluminación de interiores

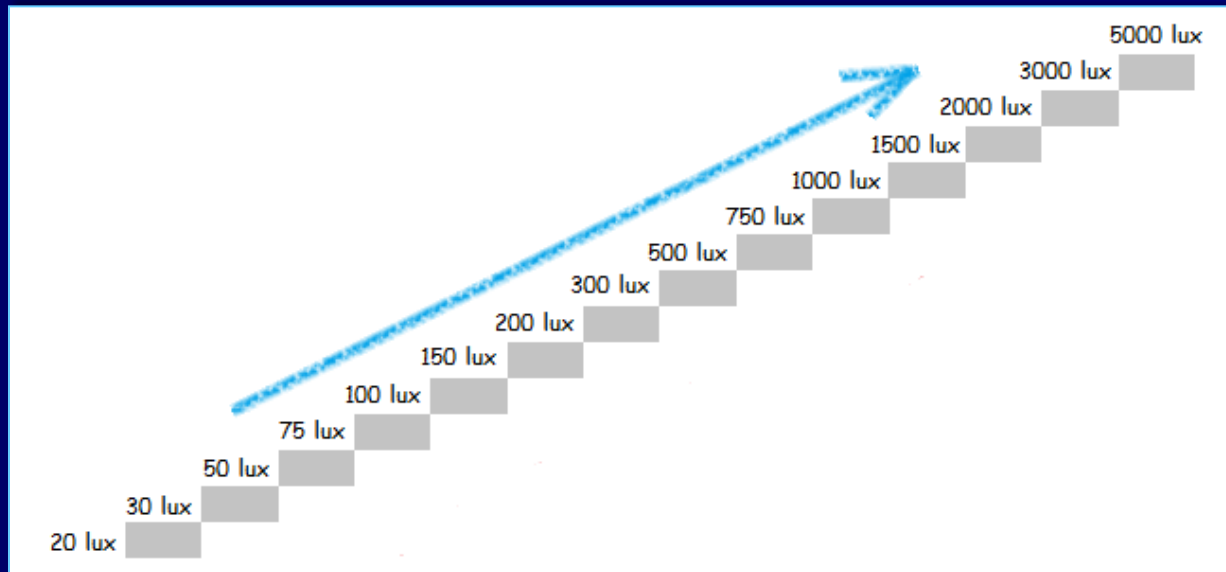


■ Nivel de iluminación

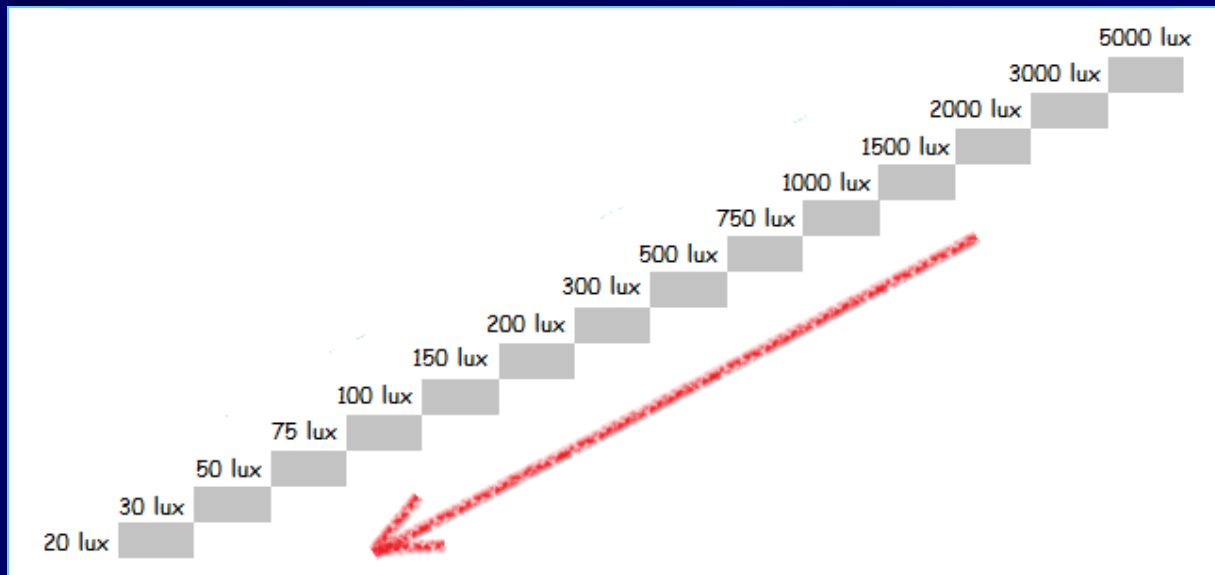
- Aspectos psico-fisiológicos como confort visual y el bienestar
- Requisitos de la tarea visual
- Ergonomía visual
- Experiencias prácticas
- Seguridad
- Economía



- El trabajo visual es más crítico de lo normal establecido para ese tipo de trabajo.
- Los errores cometidos en esa determinada actividad laboral son costosos de rectificar.
- La exactitud o la mayor productividad es de gran importancia.
- La capacidad visual del trabajador está por debajo de la normal, bien sea por edad avanzada o por problemas visuales propios.
- Los detalles de la tarea son de tamaño inusualmente pequeño o de bajo contraste.
- La tarea es realizada durante un tiempo demasiado prolongado.



- Los detalles de la tarea son de un tamaño inusualmente grande o de un elevado contraste.
- La tarea es emprendida durante un tiempo inusualmente corto.



Niveles mínimos en zonas adyacentes

Iluminancia de la Tarea (lux)	Iluminancia de áreas circundantes inmediatas (lux)
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E_{tarea}

Para tener una buena iluminación de debe asegurar:

- Confort visual, debido a que el trabajador debe tener una sensación de bienestar con lo que está haciendo y de un modo indirecto contribuir a elevar el nivel de producción.
- Prestaciones visuales, debido a que el trabajador puede ser capaz de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos más prolongados.
- Seguridad.

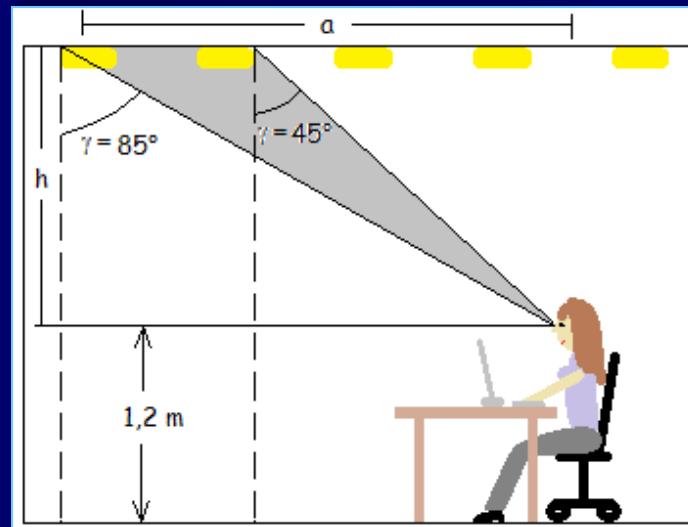
■ Distribución de las luminarias

Es necesario tener una buena distribución uniforme para aumentar: la agudeza visual, la sensibilidad al contraste y la eficiencia de las funciones oculares (como acomodación, convergencia, contracción de la pupila, movimientos de ojo, etc).

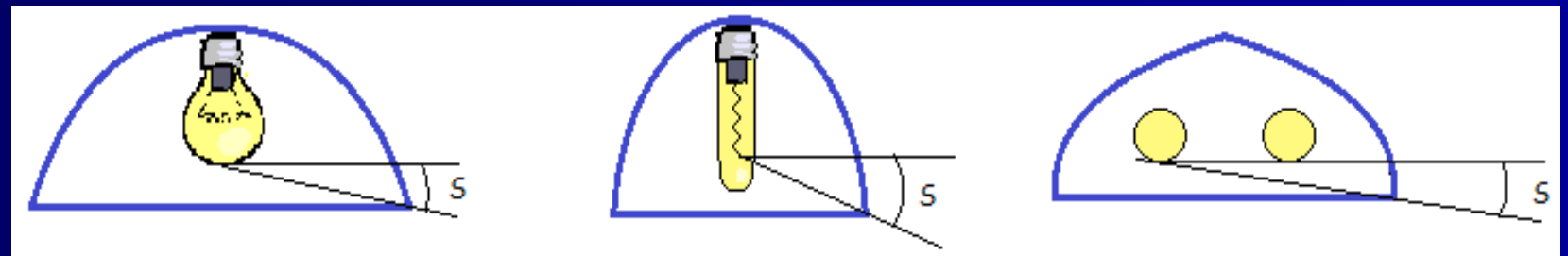
El confort visual en el desempeño de la tarea se ve afectado por la distribución de la luminaria de la siguiente manera:

- Luminancias demasiado elevadas que originen deslumbramiento.
- Contraste de luminancia demasiado altos que causan fatiga debido a la constante adaptación de los ojos, se recomienda un contraste de luminancia entre ambientes adyacentes no mayor a 1:3.
- Luminancias demasiado bajas y contraste de luminancias demasiado bajos que dan como resultado ambientes de trabajo monótono y no estimulante.

■ Deslumbramiento



Angulo de apantallamiento



Clase de calidad	Indice deslumbramiento (G)	Tipo de actividad o tarea
A, calidad muy alta	1,15	Tareas visuales muy exactas
B, calidad alta	1,50	Tareas con grandes demandas visuales Tareas con demandas visuales moderadas pero con alta concentración
C, calidad media	1,85	Tareas con demandas visuales moderadas y demandas moderadas de concentración y con cierto grado de movilidad del trabajador
D, calidad baja	2,20	Tareas con niveles de demanda de concentración y visual bajas con trabajadores en movimiento dentro del área establecida
E, calidad muy baja	2,55	Interiores donde los trabajadores no sólo se mueven dentro de la estación de trabajo sino de un lugar a otro y realizan tareas de baja demanda visual. Interiores generalmente no utilizados por las mismas personas

$$G = 8 * \log \left(2 * \frac{1 + E_d / 500}{E_i + E_d} * \sum \frac{L^2 * \omega}{p^2} \right)$$

G : índice deslumbramiento CIE

E_d : iluminancia vertical en el ojo directamente de las fuentes de deslumbramiento

E_i : iluminancias verticales en el ojo indirectamente del fondo

L : luminancia de la fuente de deslumbramiento

ω : tamaño de la fuente de deslumbramiento

p : índice de posición Guth (índice de posición de cada luminaria, que se relaciona con el desplazamiento de la zona de visión)

G	Calidad	Valores de iluminancias en servicio E (lux)							
1.15	A	2000	1000	500	<300				
1.50	B		2000	1000	500	<300			
1.85	C			2000	1000	500	<300		
2.20	D				2000	1000	500	<300	
2.55	E					2000	1000	500	<300
		a	b	c	d	e	f	g	h

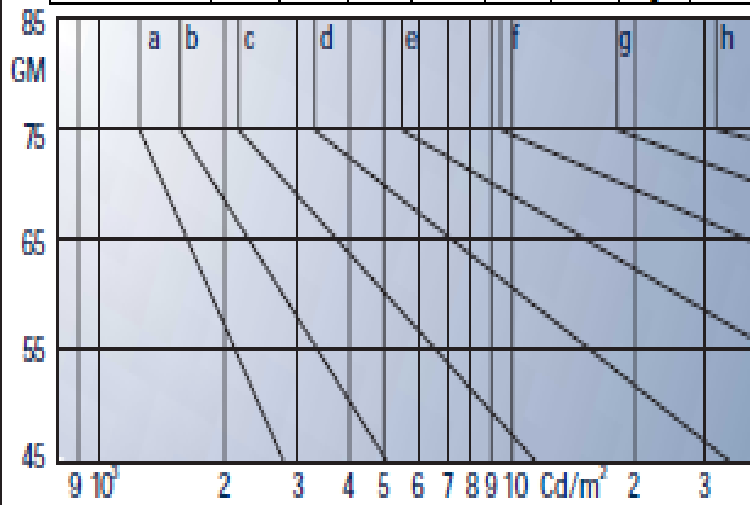


Diagrama 1 → L

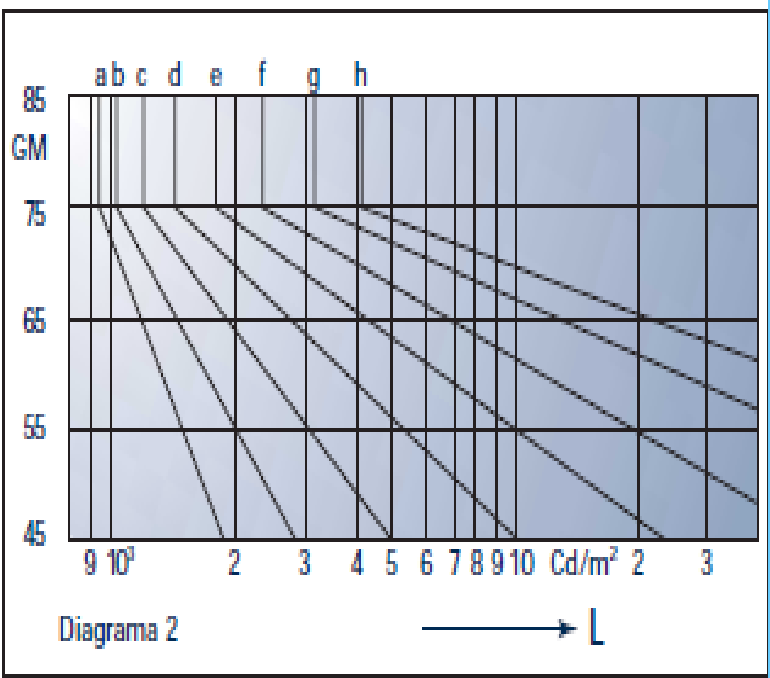
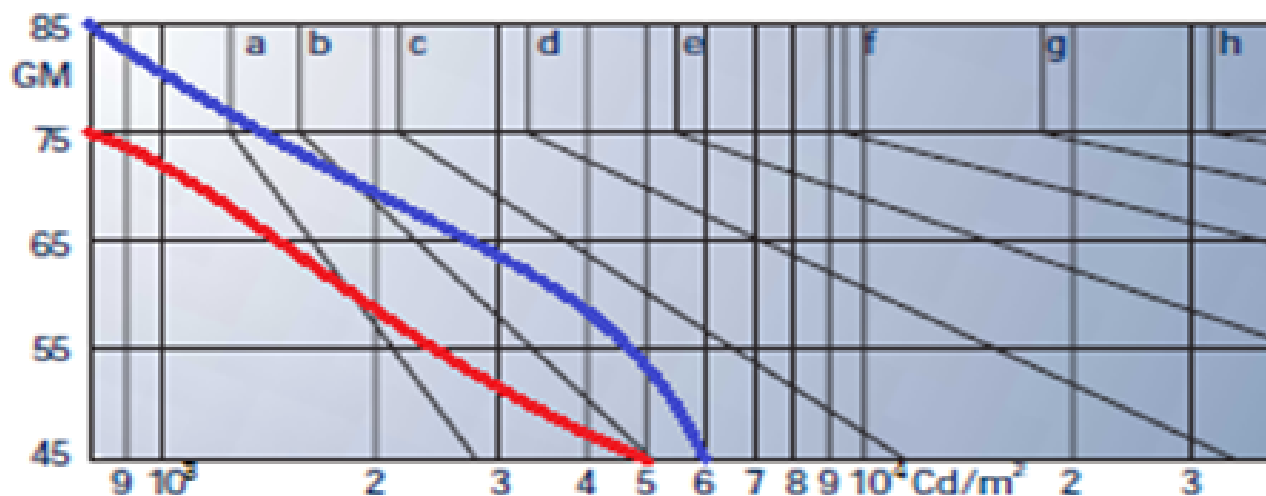


Diagrama 2 → L

El procedimiento a usar en este método es:

- 1.- Determinar la luminancia media entre 45° y 85° y del tipo de luminaria elegida para la instalación.
- 2.- Determinar la clase de calidad y el nivel de iluminancia requeridos para la instalación.
- 3.- Seleccionar la curva adecuada (clase y nivel) del diagrama correspondiente.
- 4.- Determinar el ángulo máximo, para la longitud y altura de la habitación, entre el nivel del ojo y el plano de las luminarias.
- 5.- Comparar la luminancia de la luminaria con los niveles de iluminación y clase elegidos.

G	Calidad	Valores de iluminancias en servicio E (lux)							
1,15	A	2000	1000	500	<300				
1,50	B		2000	1000	500	<300			
1,85	C			2000	1000	500	<300		
2,20	D				2000	1000	500	<300	
2,55	E					2000	1000	500	<300
		a	b	c	d	e	f	g	h



■ Color de la luz

- La apariencia de color de la propia lámpara, que se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. Cuantificada por la temperatura de color.
- Sus capacidades para la reproducción del color, que afectan la apariencia de color de objetos y personas iluminadas por la lámpara. Cuantificada por su índice de rendimiento del color Ra.

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y gusto personal. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores del ambiente (techo, pared y suelo), colores de los muebles, clima circundante y la aplicación. Generalmente se usan lámparas de apariencia de color cálida para ambientes como: restaurantes, cafés, salas, habitaciones, zonas comerciales, etc, es decir en zonas en donde se desee dar la sensación de calidez, confort y socialización. En cambio, las tonalidades de luz fría se usan, en centros médicos, educativos, oficinas, etc, para dar sensaciones de higiene, sobriedad y concentración.

■ Dirección de la luz



■ Características de la iluminación de interiores

El proceso para estimar los niveles de iluminación adecuados en un determinado ambiente no es una labor sencilla. Considerando que los valores recomendados para cada tarea y entorno son el fruto de arduos estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, confort, rendimiento visual, etc). Es importante tener en cuenta que todos los usuarios no son iguales, por consiguiente, un mismo sistema de iluminación puede producir diferentes impresiones o sensaciones en cada uno. Y en estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel y tonalidad de iluminación.

■ Lámparas

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

■ Luminarias





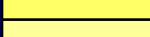
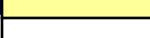














■ Apariencia del Color

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

Color	Temperatura	Fuentes típicas
	1000K	Velas, lámparas de aceite
	2000K	Amanecer muy temprano, lámparas de tungsteno de bajo efecto
	2500K	Lámparas incandescentes
	3000K	Luz de estudio (continua)
	4000K	Lámparas de magnesio claras (actualmente no existen)
	5000K	Luz de día normal
	5500K	El sol de mediodía
	6000K	Día muy soleado con cielo despejado
	7000K	Cielo ligeramente nublado
	8000K	Cielo brumoso
	9000K	Sombra amplia en un día despejado
	10000K	Cielo muy brumoso
	11000K	Cielos azules sin sol
	20000K	Sombra amplia en montañas o en un día muy despejado

■ Iluminancia del Color

Iluminancia (lux)	Apariencia del color de la luz		
	Cálida	Intermedia	Fría
$E \leq 500$	agradable	neutra	fría
$500 < E < 1.000$	↓	↓	↓
$1.000 < E < 2.000$	estimulante	agradable	neutra
$2.000 < E < 3.000$	↓	↓	↓
$E \geq 3.000$	no natural	estimulante	agradable



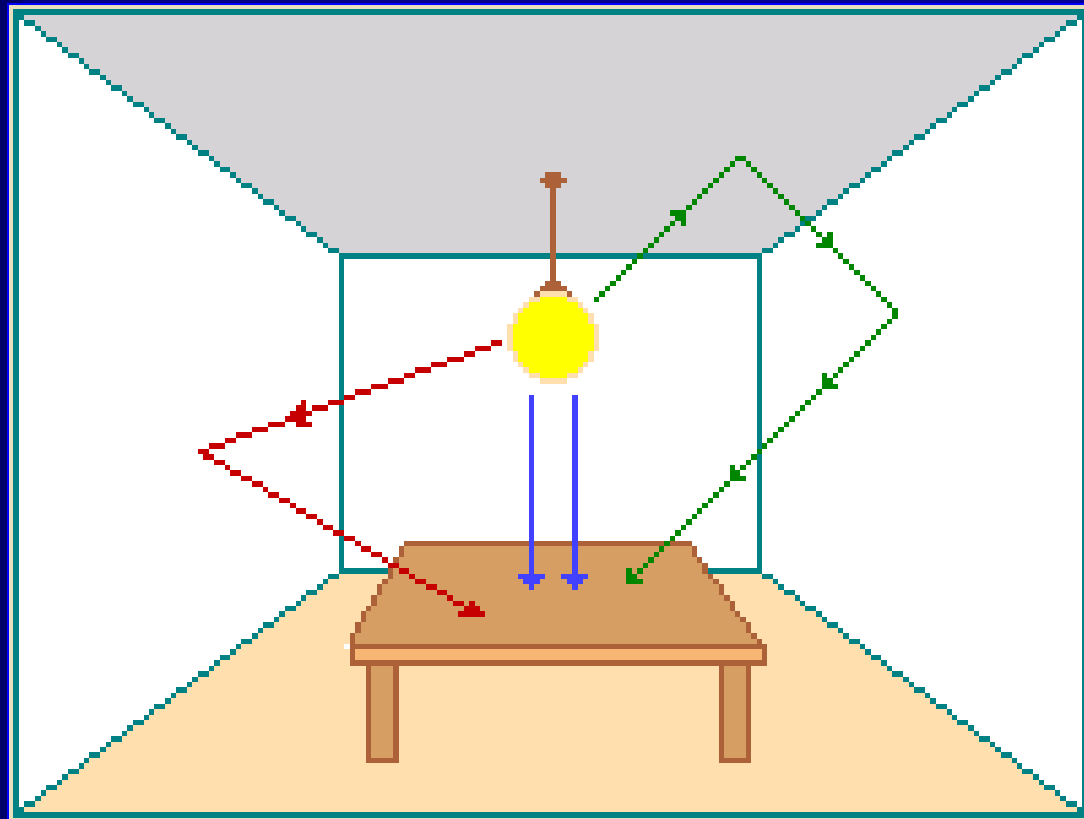
■ Rendimiento del Color

Grupo de rendimiento en color	Índice de rendimiento en color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	$Ra \geq 85$	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, talleres de imprenta
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	$70 \leq Ra < 85$	Fría	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, industrias de precisión (en climas templados)
		Cálida	Oficinas, escuelas, grandes almacenes, ambientes industriales críticos (en climas fríos)
3	Lámparas con $Ra < 70$ pero con propiedades de rendimiento en color bastante aceptables para uso en locales de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con rendimiento en color fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

■ Influencia del Color en el ambiente

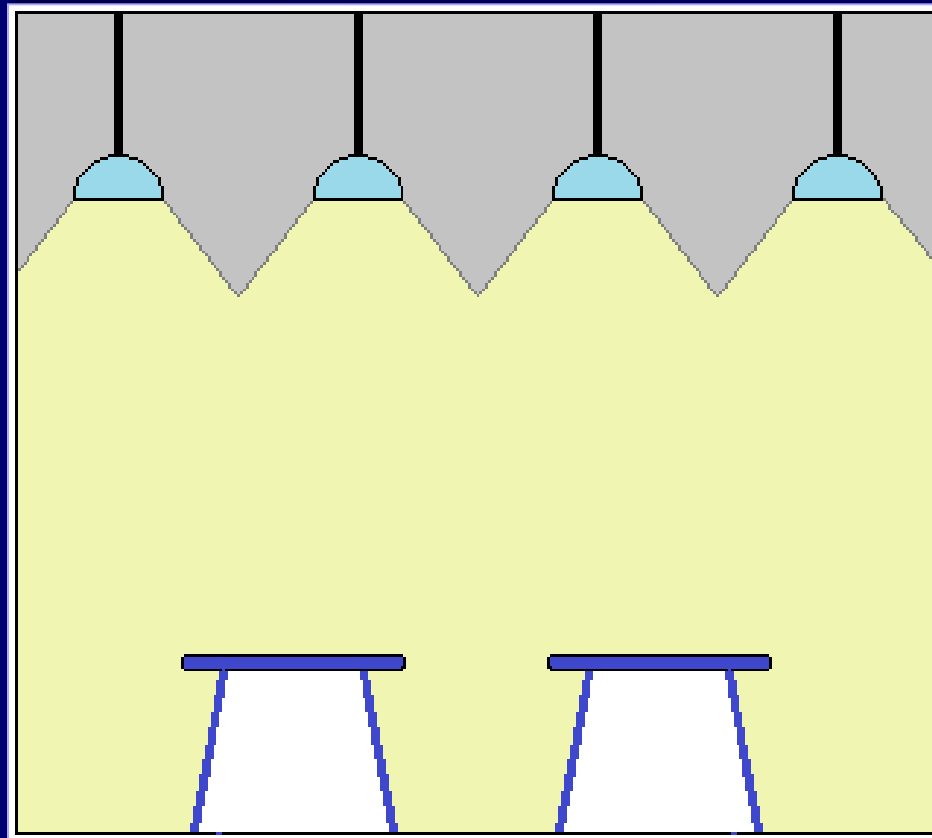


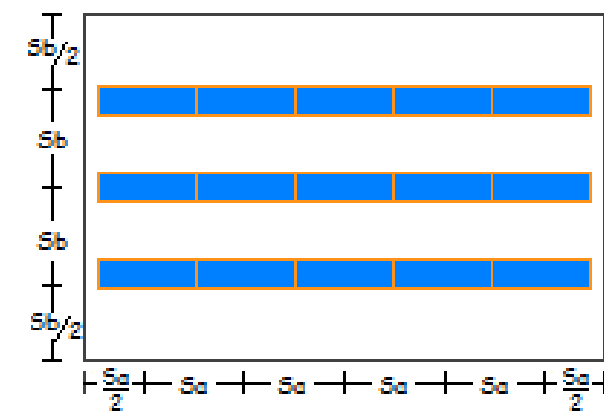
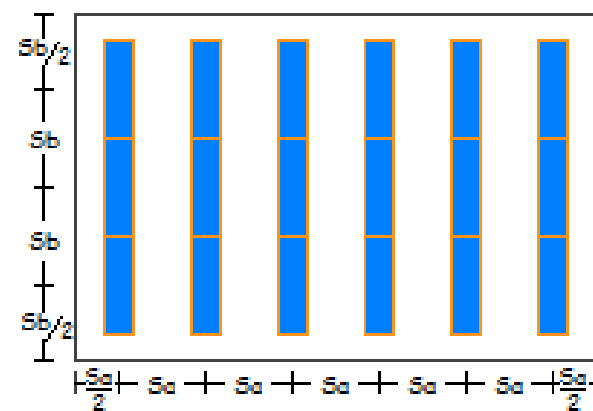
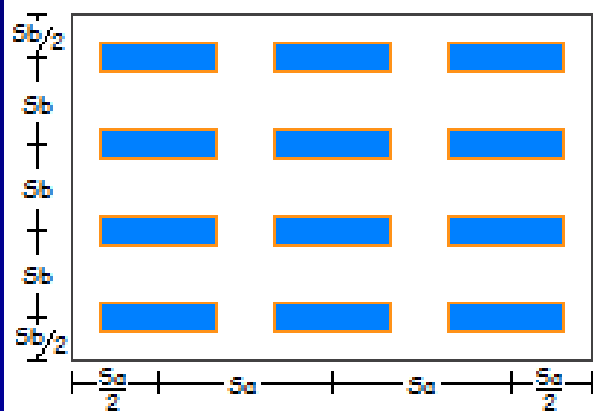
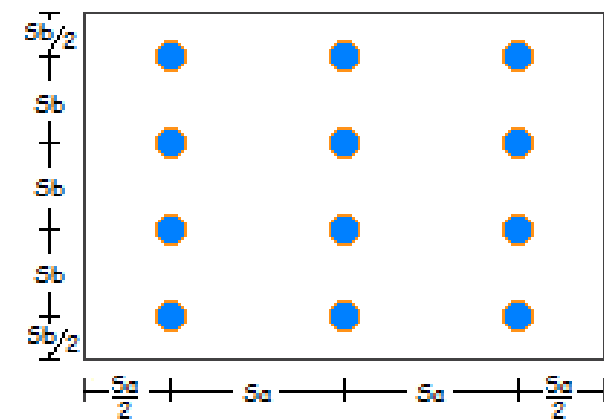
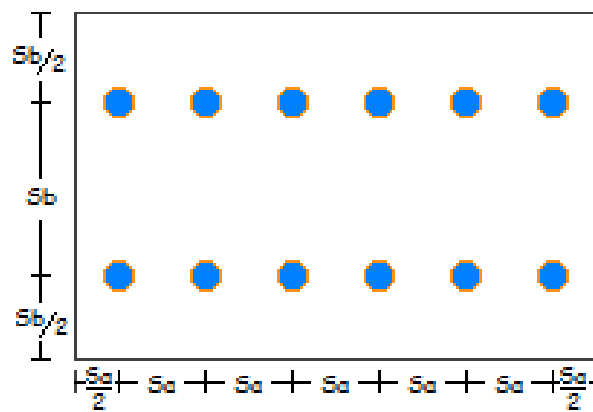
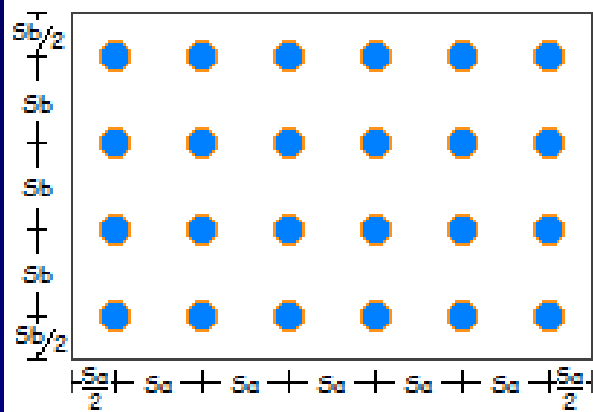
■ Sistemas de Iluminación



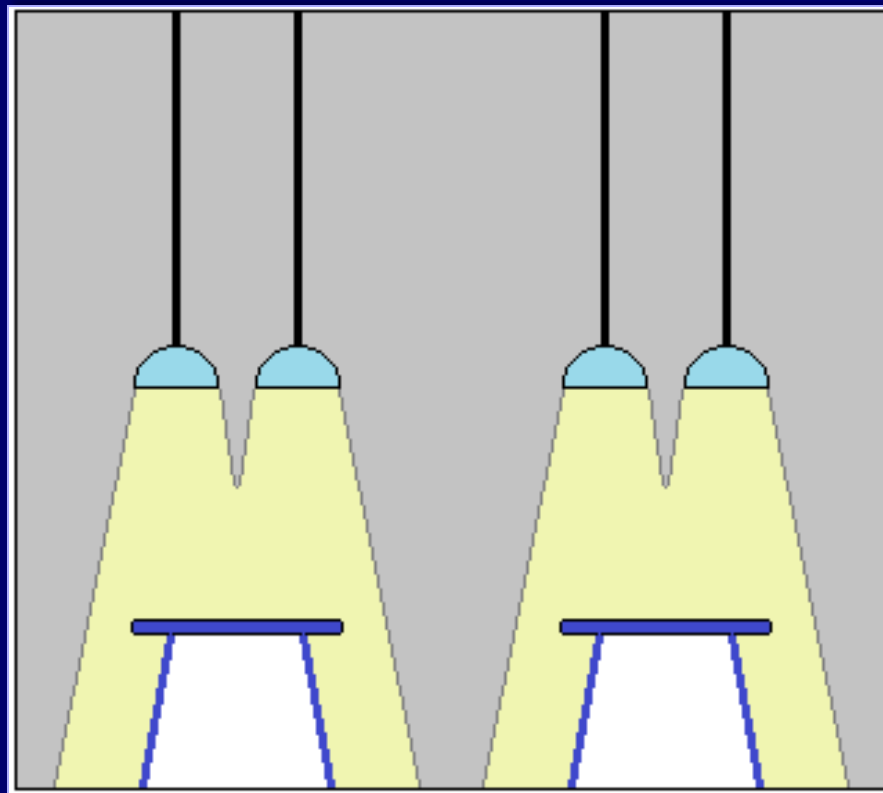
■ Métodos de Iluminación

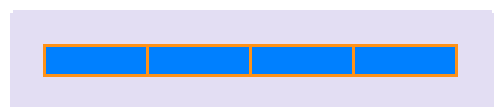
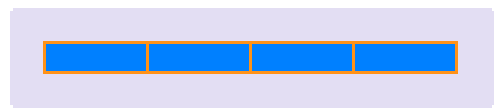
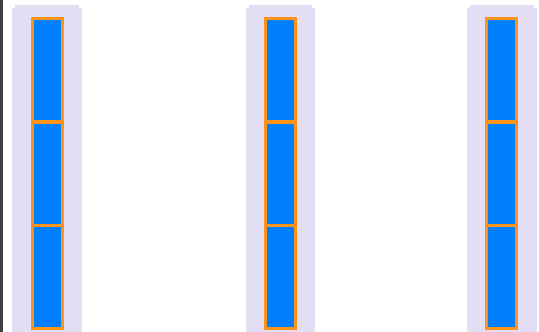
a) Iluminación general



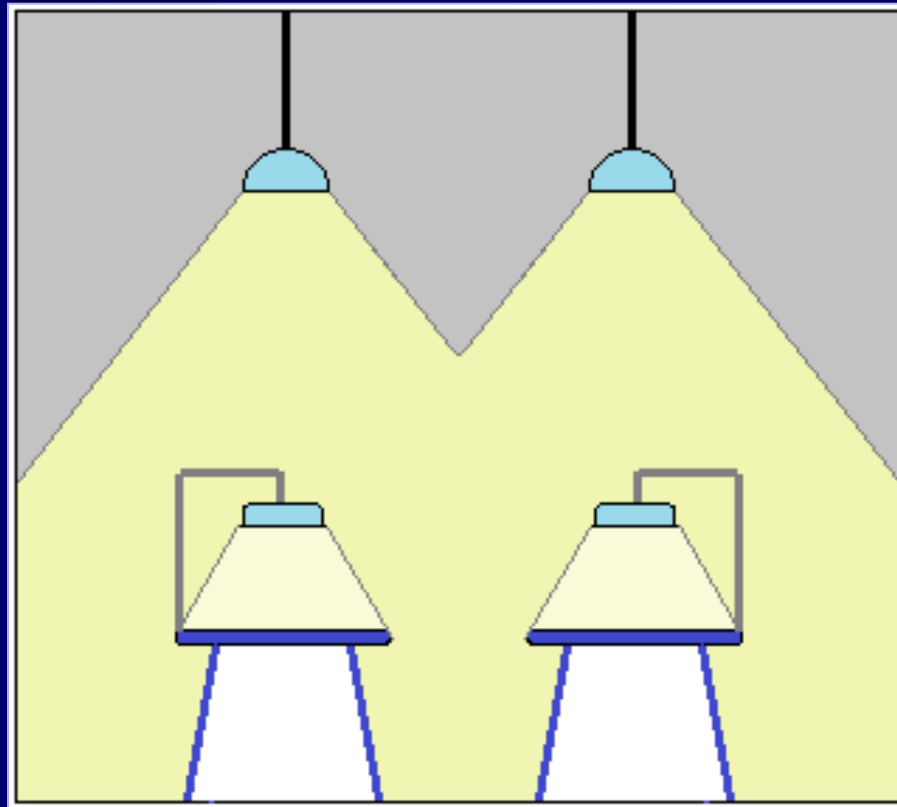


b) Iluminación localizada



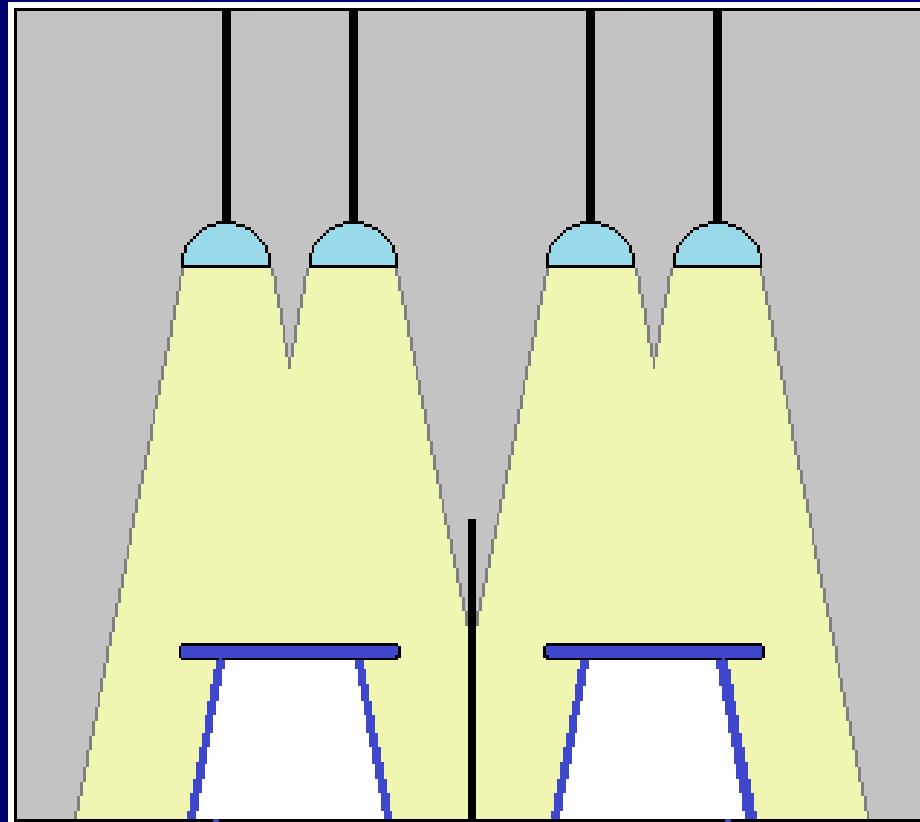


c) Iluminación general-localizada



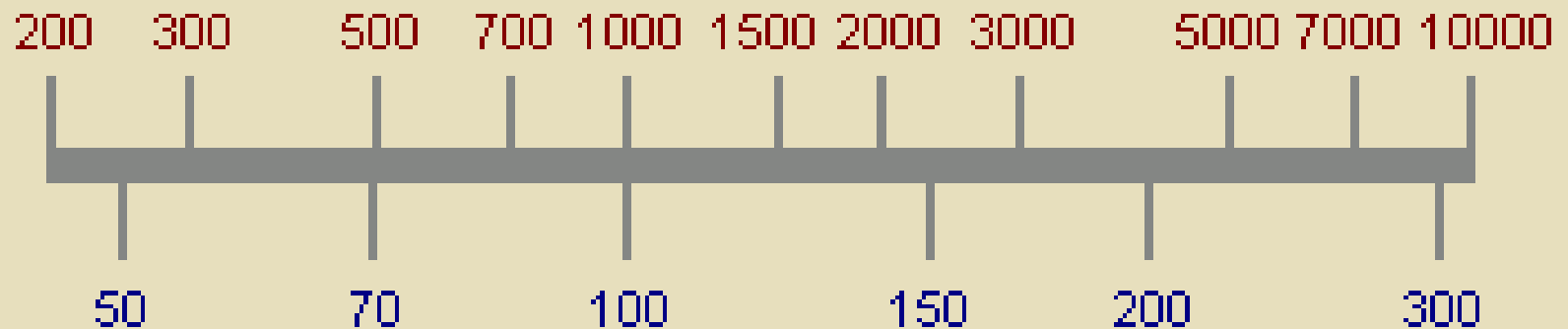


d) Iluminación modularizada





Alumbrado localizado (lux)

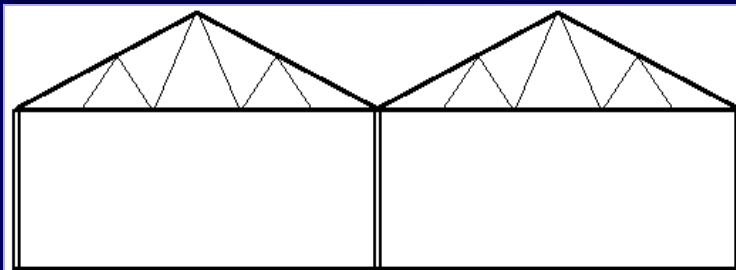


Alumbrado general (iluminación mínima en lux)

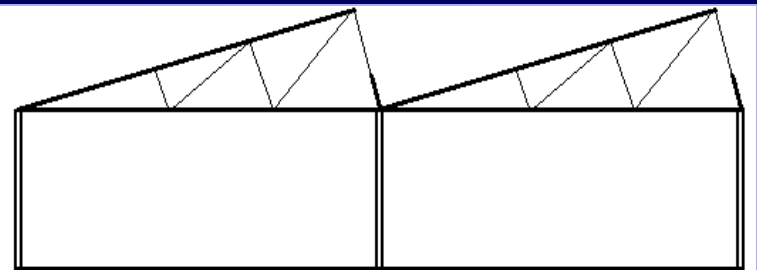
■ Niveles de iluminación recomendados

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

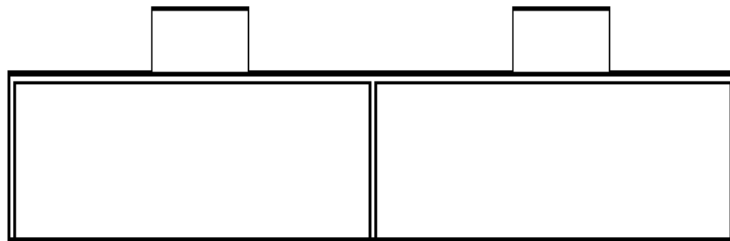
■ Iluminación en áreas industriales



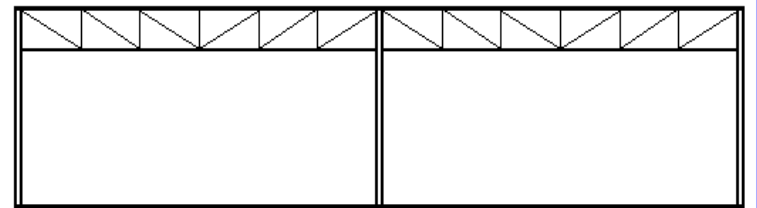
a)



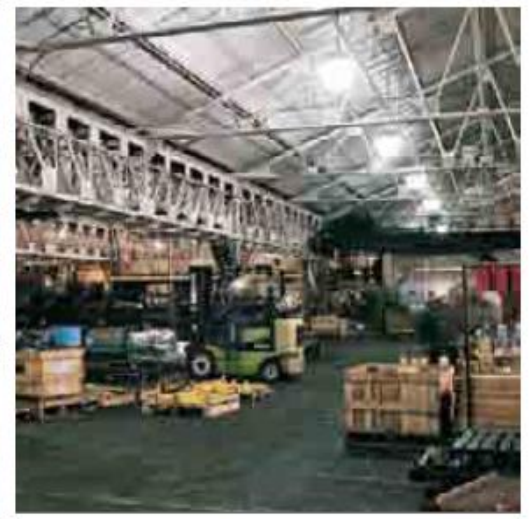
b)



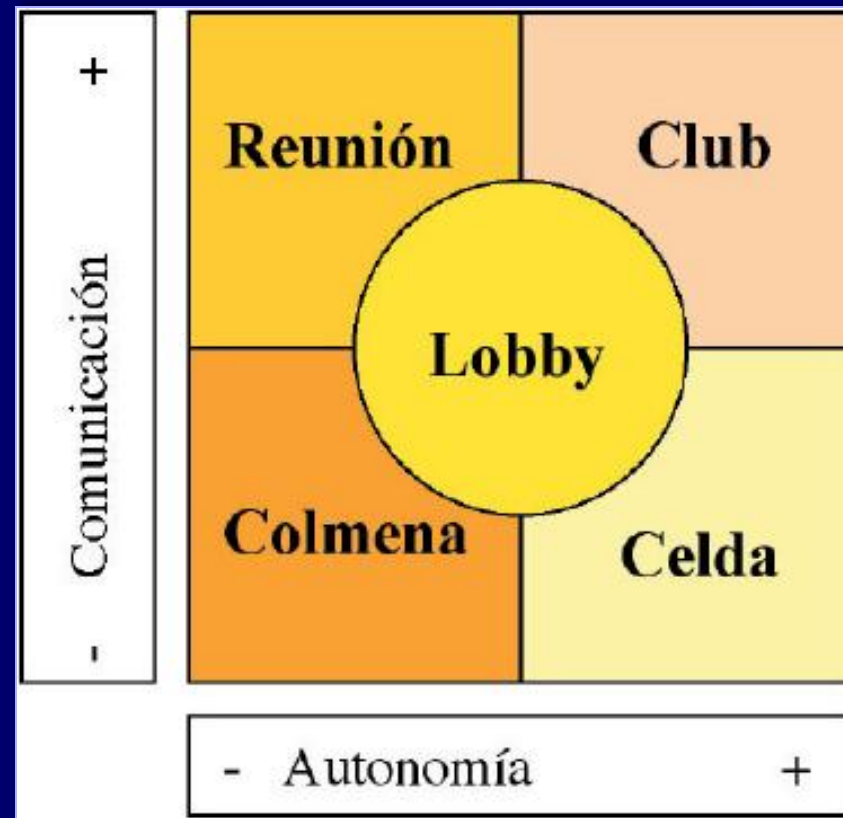
c)

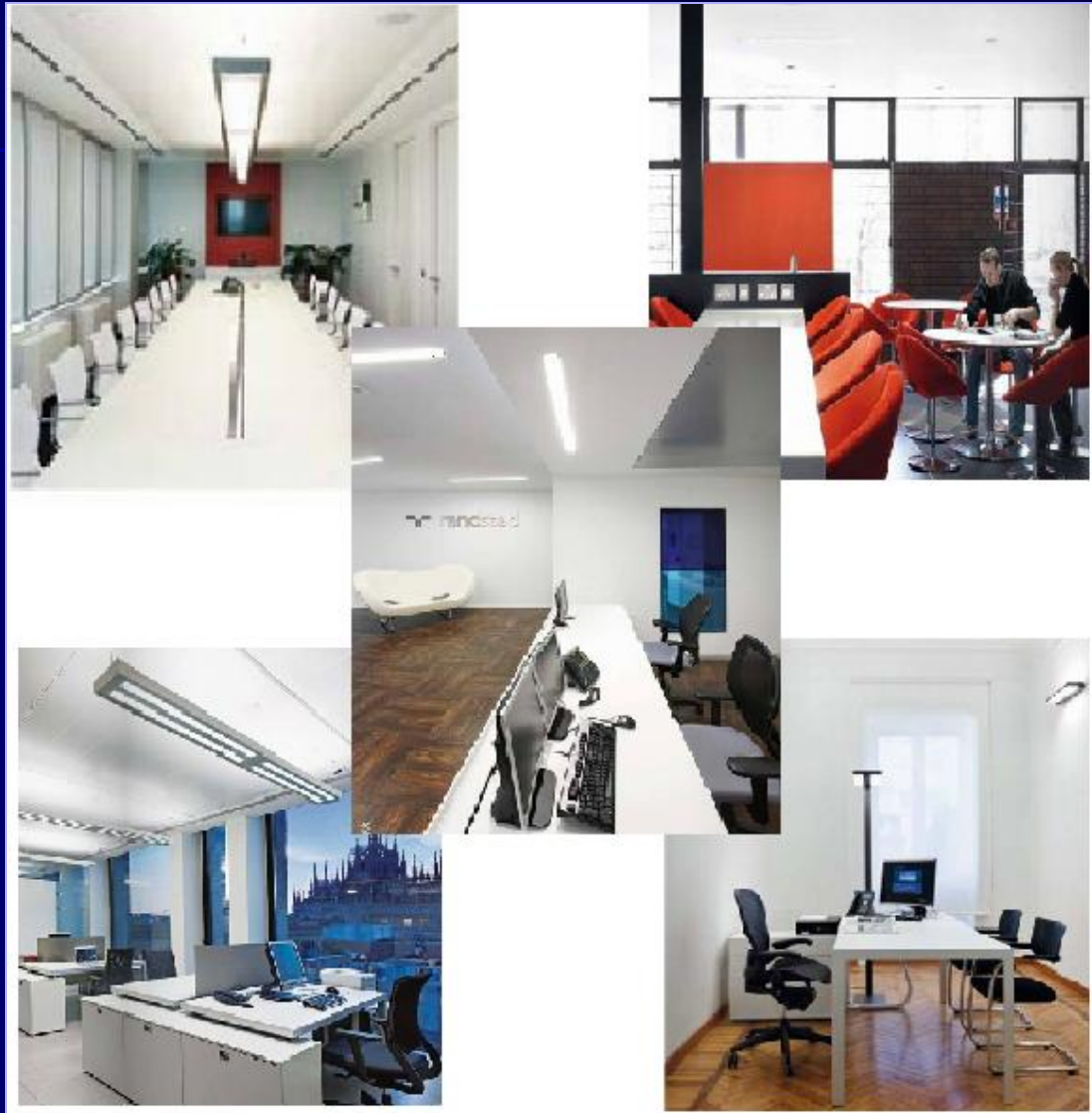


d)

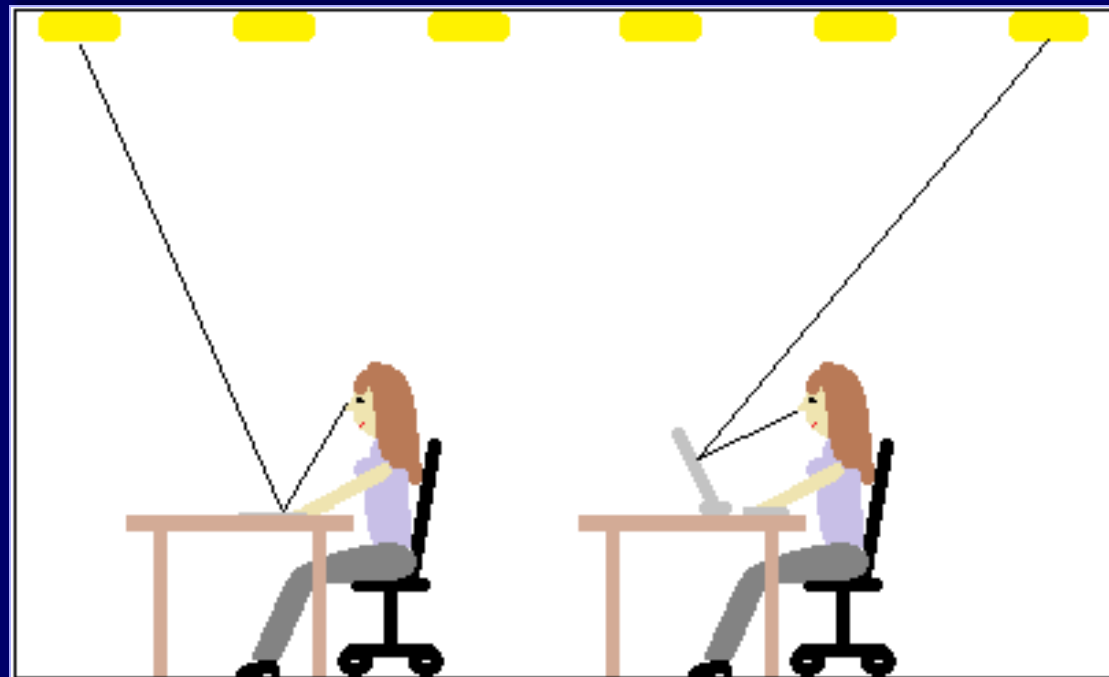


■ Iluminación en oficinas

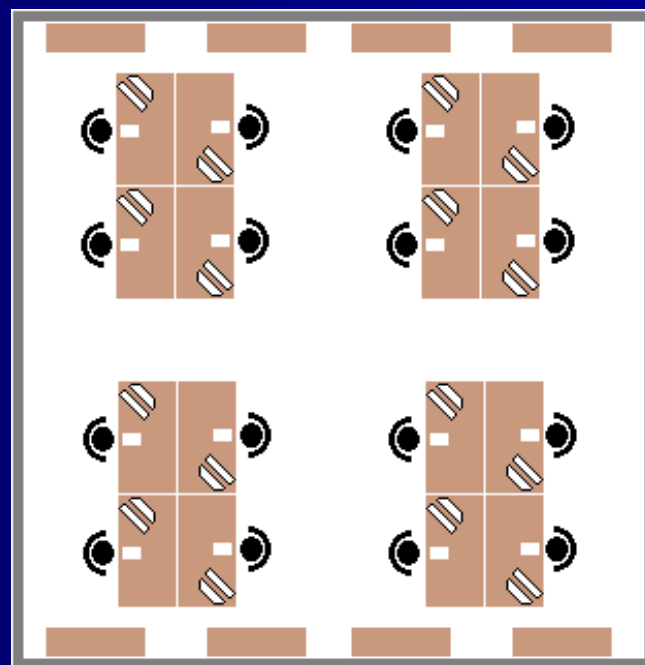




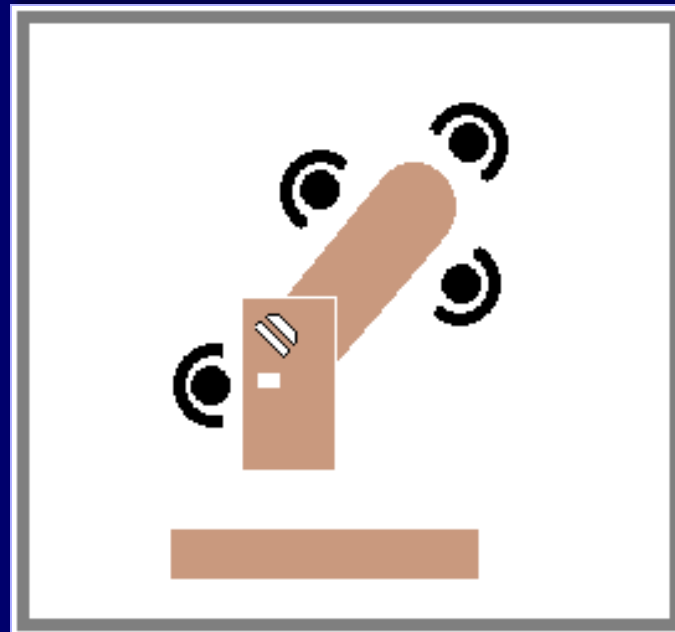
Deslumbramiento reflejado



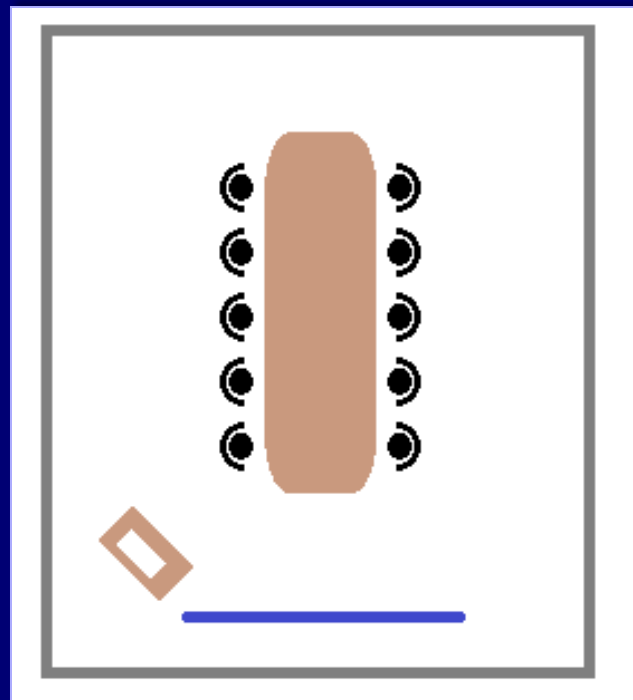
✓ Colmena



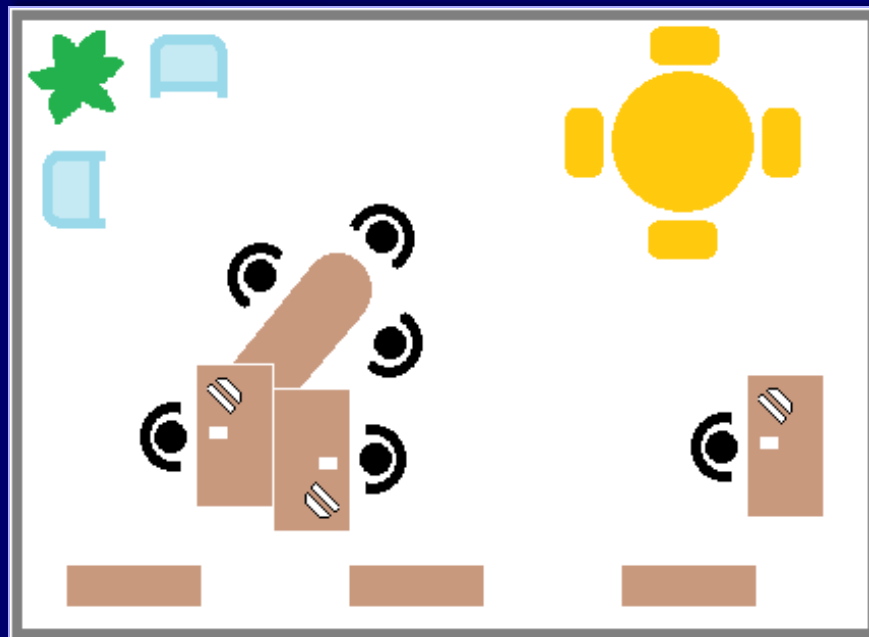
✓ Celda



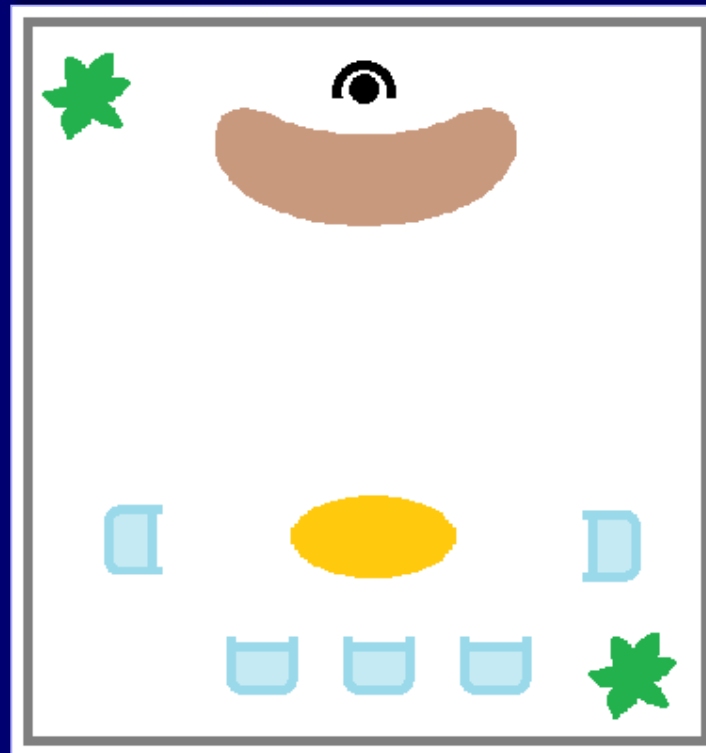
✓ Reunión



✓ Club


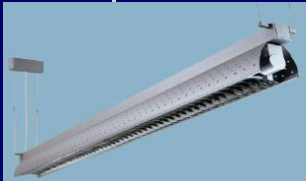



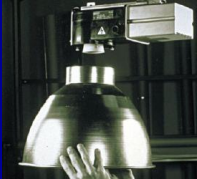


✓ Lobby

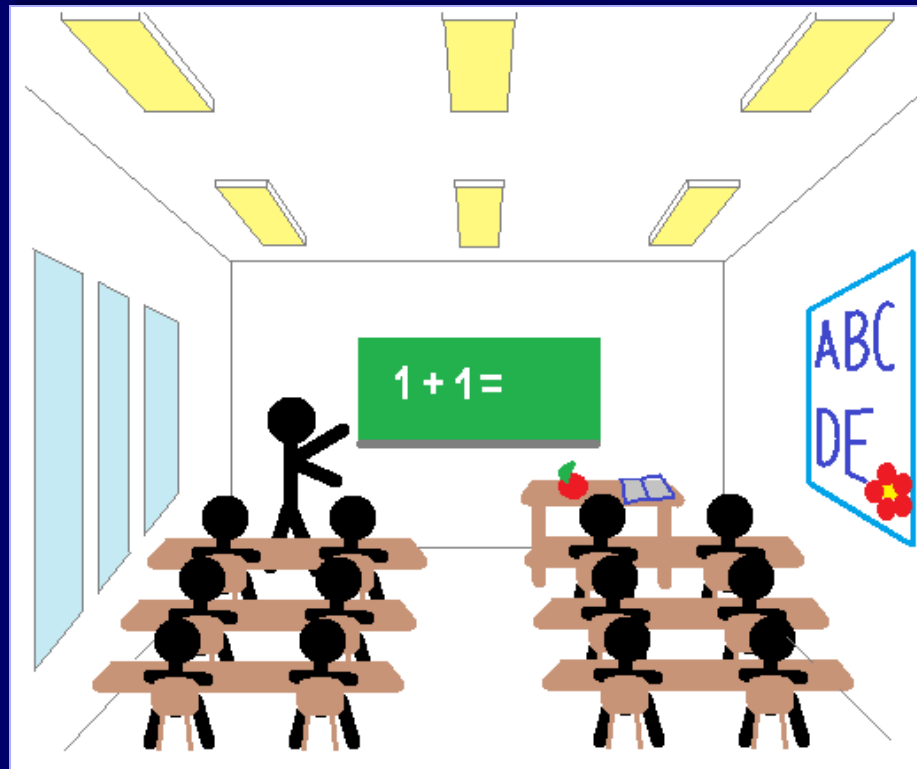


	Colmena	Celda	Reunión	Club	Lobby
Nivel general (lux)	500 - 1000	500 - 750	300 - 1000	300 - 1000	200 - 500
Temperatura de color (K)	3000 - 4000	3000 - 4000	2700 - 4000	2700 - 4000	2700 - 5300
Rendimiento en color	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80	Ra > 80
Uniformidad	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada

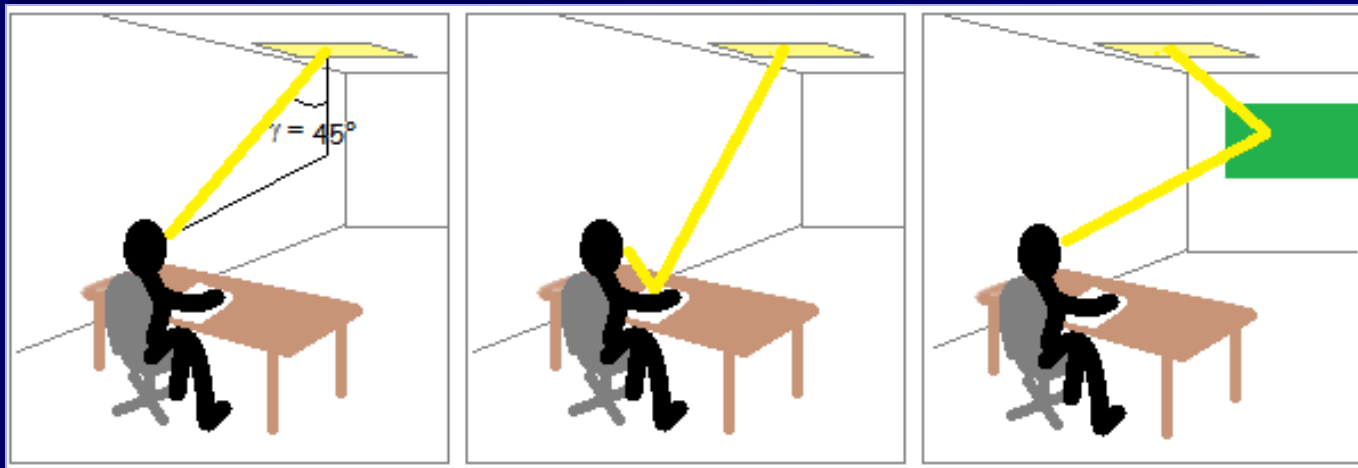
Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos cálidos < 3000 K	Entornos decorados con tonos claros Áreas de descanso Salas de espera Oficinas tipo Reunión Oficinas tipo Celda Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimiento Bajos niveles de iluminación
Tonos neutros 3300 - 5000 K	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios Oficinas tipo Colmena Oficinas tipo Celda
Tonos fríos > 5000 K	Entornos decorados con tonos fríos Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica Tareas visuales de alta concentración

Luminaria	Descripción de la luminaria	Tipo de iluminación
	<p>Luminarias de adosar con ópticas de aluminio especular o semimate para lámparas fluorescentes lineales o compactas.</p>	<p>Usada en iluminación general en oficinas tipo colmena y club.</p>
	<p>Luminarias de adosar/suspender con óptica especulares, mate o decorativa para lámparas fluorescentes lineales</p>	<p>Usada en iluminación localizada en oficinas tipo club, colmenas, celdas y reunión. Se usa óptica especular en donde existen problemas de deslumbramiento</p>
	<p>Luminarias de adosar en techo o pared con óptica especulares o difusa para lámparas fluorescentes lineales o compactas</p>	<p>Usada en iluminación con óptica especulares, en oficinas tipo club y colmena y con óptica difusa en oficinas tipo lobby y celda</p>
	<p>Luminaria directa (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas o lámparas de descarga</p>	<p>Usada con ópticas decorativas en áreas de entrada, cafeterías, pasillos, etc. Y con óptica antideslumbramiento en oficinas tipo club, celda y colmena</p>
	<p>Luminarias con alto grado de estanqueidad para fluorescentes lineales</p>	<p>Usada en iluminación general de almacenes, cocinas, archivos, etc</p>
	<p>Luminarias con alto grado de estanqueidad de interior o zonas cubiertas para lámparas de descarga elipsoidal mate</p>	<p>Usada en iluminación general de almacenes, talleres, etc</p>

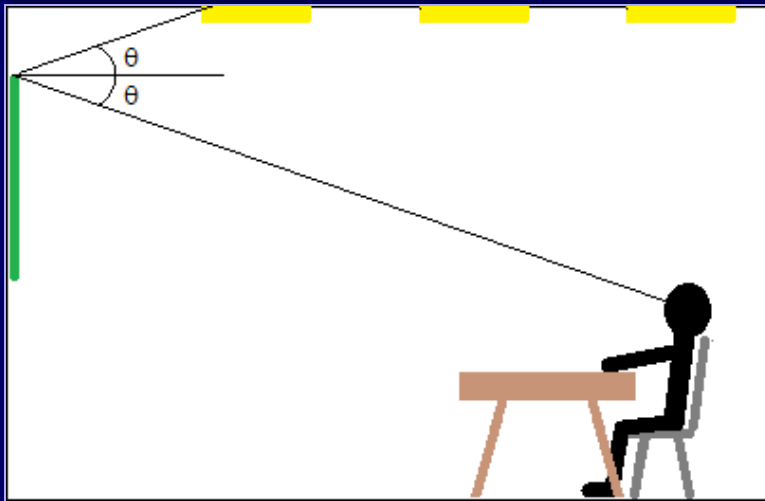
■ Iluminación de centros educativos



✓ Espacios con actividad visual elevada









✓ Espacios con actividad visual media



✓ Espacios con actividad visual baja



Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos cálidos < 3000 K	Entornos decorados con tonos claros Áreas de descanso Salas de espera Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimiento Bajos niveles de iluminación
Tonos neutros 3300 - 5000 K	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios
Tonos fríos > 5000 K	Entornos decorados con tonos fríos Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica Tareas visuales de alta concentración








Luminaria	Descripción de la luminaria	Tipo de iluminación
	<p>Luminarias de adosar con celosías especulares o difusa para lámparas fluorescentes lineales o compactas</p>	<p>Usada en iluminación general con celosías especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc, con celosías difusa en áreas de utilización general</p>
	<p>Luminarias de adosar/suspender con celosías especulares o difusa para lámpara fluorescentes lineales</p>	<p>Usada en iluminación general con celosía especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc, con celosías difusa en áreas de utilización general</p>
	<p>Luminaria directa (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas</p>	<p>Usada en zonas de entrada, cafeterías, pasillos, etc</p>
	<p>Luminarias con alto grado de estanqueidad con lámpara elipsoidal mate</p>	<p>Usada en iluminación general de almacenes, talleres, gimnasios, polideportivos, etc</p>
	<p>Luminarias con alto grado de estanqueidad para lámparas fluorescentes lineales</p>	<p>Usada en iluminación general de almacenes, cocinas, talleres, gimnasios, etc</p>
	<p>Luminaria tipo proyector para lámparas de descarga elipsoidal mate y tubular mate</p>	<p>Usada en iluminación general de zonas deportivas, almacenes, talleres, gimnasios, polideportivos cubiertos, etc</p>










■ Iluminación de hospitales

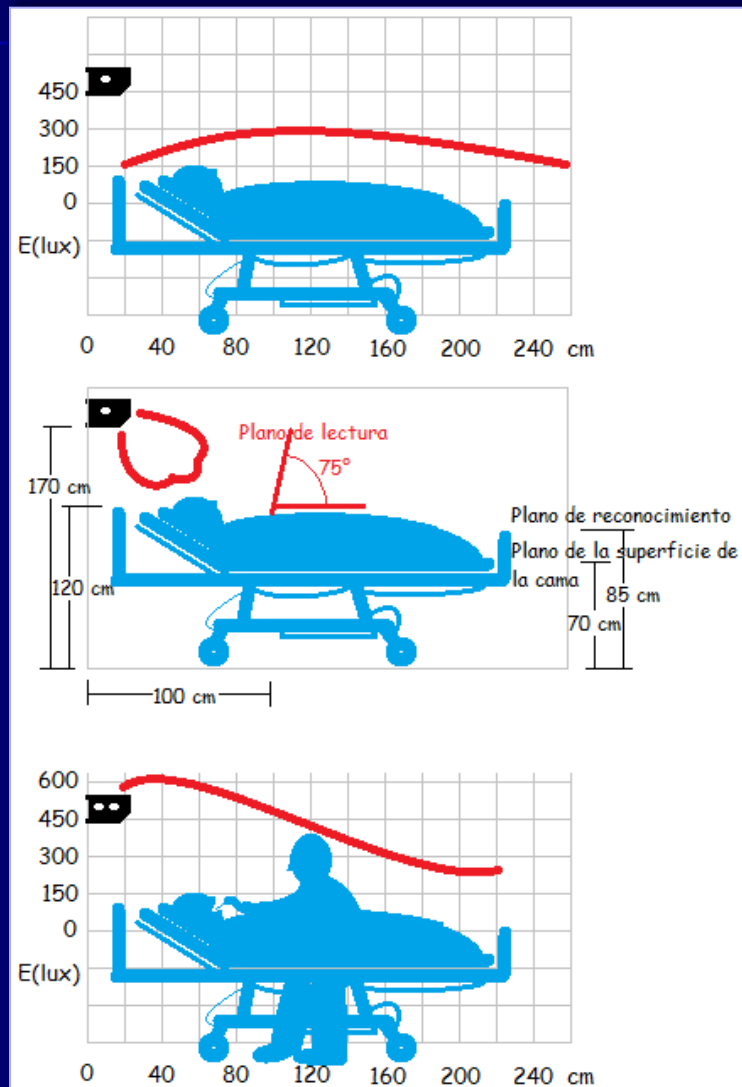


Temperatura de color	Tipo de actividad o de iluminación
Tonos cálidos < 3000 K	Entornos decorados con tonos claros Áreas de descanso Salas de espera Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimiento Bajos niveles de iluminación
Tonos neutros 3300 - 5000 K	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios
Tonos fríos > 5000 K	Entornos decorados con tonos fríos Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica Tareas visuales de alta concentración

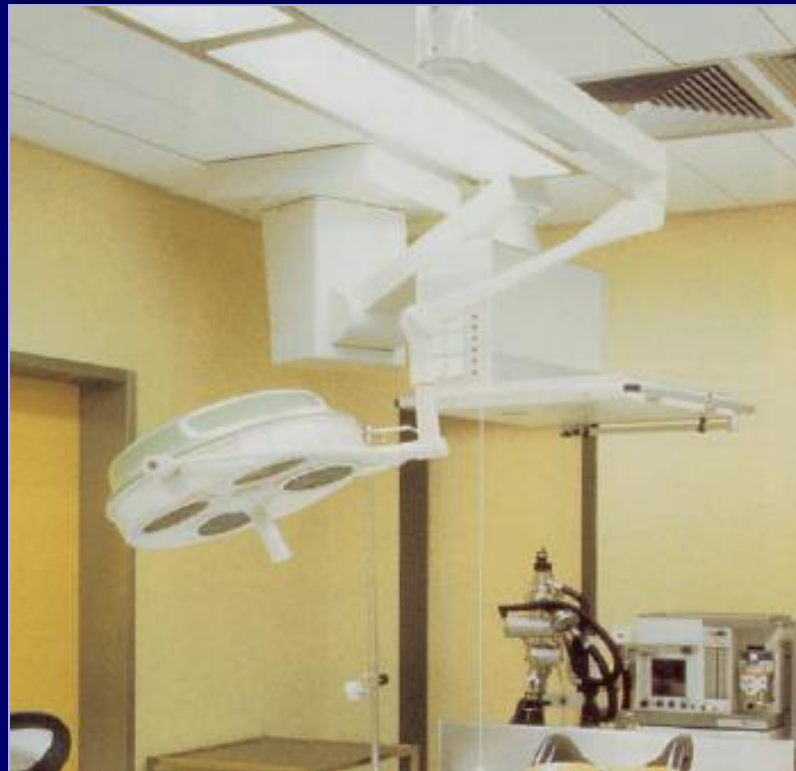
Luminaria	Descripción de la luminaria	Tipo de iluminación
	Luminaria suspendidas directas e indirectas con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales o compactas	Usada en la iluminación general de salas con pantallas de computador o televisión
	Unidades de cabecero de cama con luz directa e indirecta y lámparas fluorescentes lineales o compactas	Usada en unidades de hospitalización
	Luminaria de empotrar con celosías especulares y lámparas fluorescentes lineales o compactas	Usada en la iluminación de salas con pantallas de computador o televisión, como salas de tratamientos y reconocimientos y áreas administrativas y de admisión
	Sistemas tubulares con lámparas fluorescentes lineales	Usada para la iluminación de zonas de entrada e información
	Bañadores empotrados de pared con lámparas fluorescentes compactas	Usada en la iluminación de paneles informativos, oficinas y pasillos
	Regletas adosadas o suspendidas, o en carril, para lámparas fluorescentes lineales y con reflector y celosía para limitar el deslumbramiento	Usada en almacenes, salas de máquinas, áreas de servicios técnicos y lavanderías
	Luminarias estancas para lámparas fluorescentes lineales con alto grado de protección	Usada en iluminación de almacenes, cocinas y lavanderías

	Luminarias de empotrar con grado de protección, cierre prismático y lámpara fluorescentes lineales o compactas	Usada en la iluminación de laboratorios farmacéuticos, dispensarios, etc.
	Luminarias de emergencia y señalización con lámparas fluorescentes compactas y baterías	Usada en la zonas de salidas
	Luminarias para ambientes estériles con alto grado de protección, IP 65, resistentes a los ataques químicos y equipada con lámparas fluorescentes	Usada en laboratorios y quirófanos
	Luminarias directas (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas o de descarga de halogenuros metálicos	Usadas en zonas representativas como áreas de entrada, cafeterías, zonas de admisión y habitaciones de pacientes
	Proyectores para lámparas halógenas de bajo voltaje, lámparas cerámicas de descarga de halogenuros metálicos y lámparas fluorescentes compactas	Usadas en iluminación localizada y decorativa
	Apliques indirectos de pared para lámparas fluorescentes compactas, halógenas y de descarga de halogenuros metálicos	Usadas en iluminación de pasillos y habitaciones de enfermos
	Luminarias de mesa con lámpara halógenas de bajo voltaje	Usada en iluminación localizada en las habitaciones de enfermos y en despachos de representación

✓ Iluminación en habitaciones



✓ Iluminación de salas de reconocimiento y tratamiento



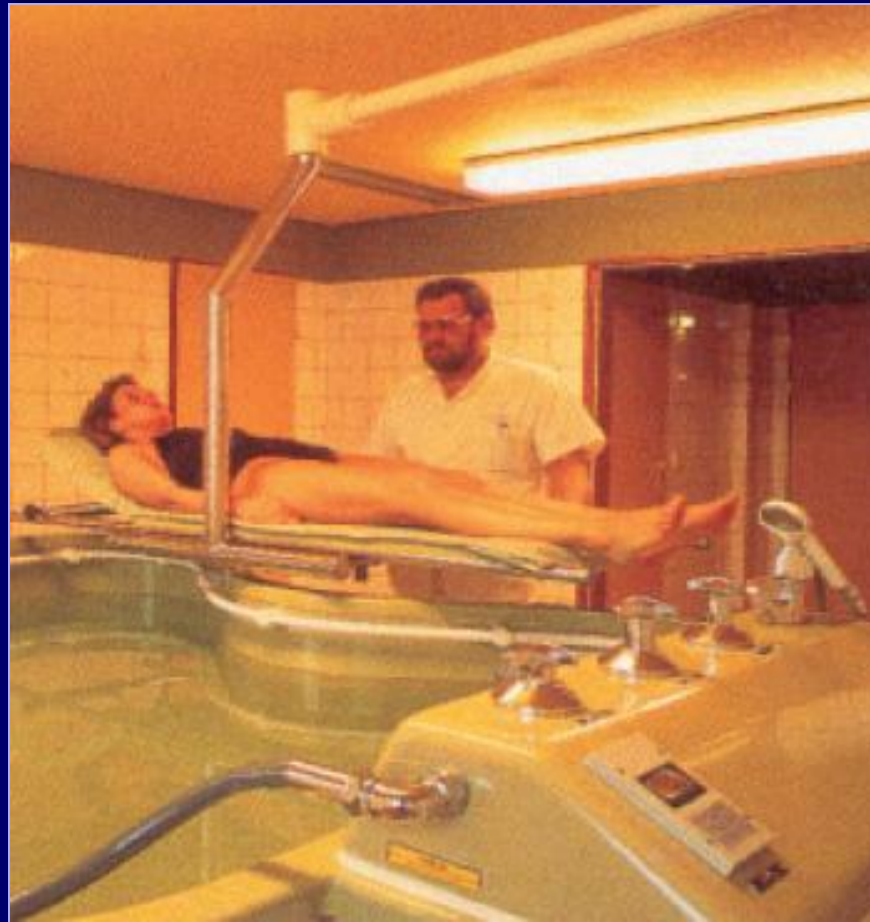
✓ Iluminación de quirófanos



✓ Iluminación en unidades de cuidados intensivos
UCI



✓ Iluminación en salas de rehabilitación o terapia



✓ Iluminación de áreas de servicios



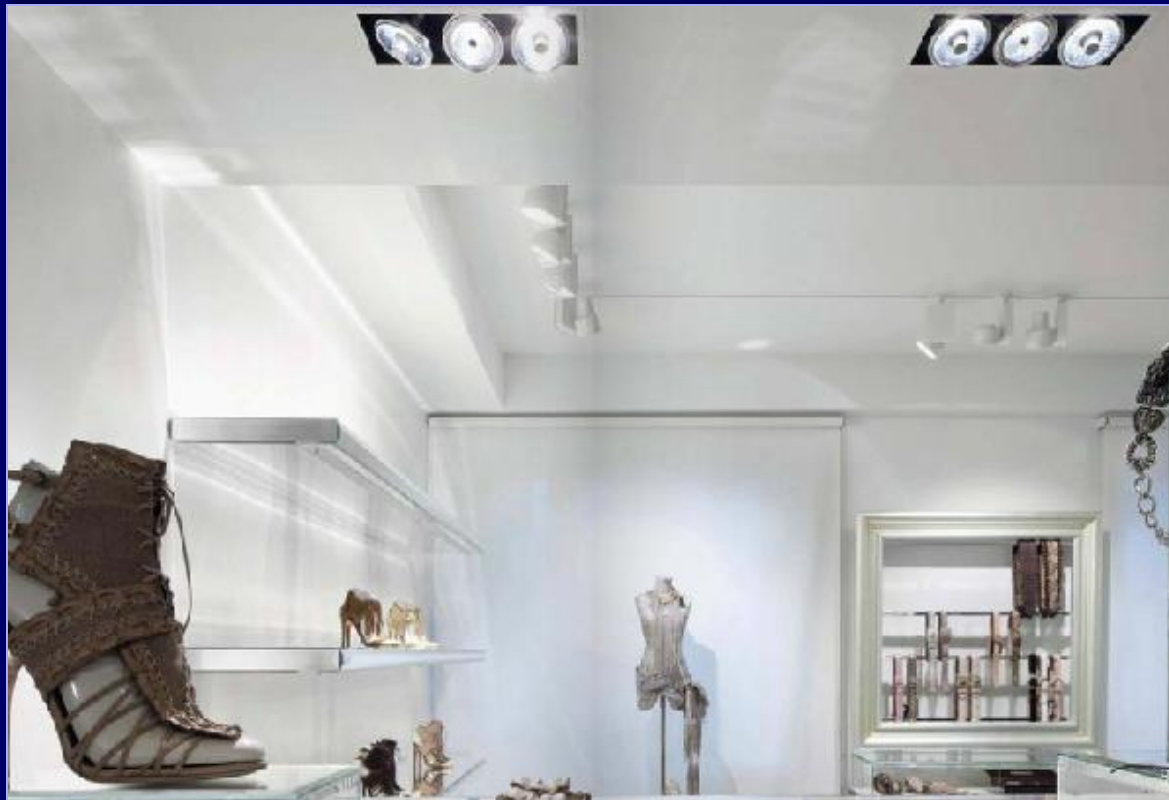
■ Iluminación comercial



✓ Iluminación en mostradores



✓ Iluminación en escaparates internos y vitrinas



✓ Iluminación en la exposición de artículos



✓ Iluminación en la zona de ventas y de espejos

✓ Iluminación de escaparates exteriores



■ Iluminación de hoteles y restaurantes

- Crear entornos más atractivos y llamativos para los clientes.
- Darle al restaurante una nueva imagen.
- Resaltar la seguridad para los huéspedes.
- Reducir los costos de energía.
- Reducir los costos de mantenimiento.





■ Iluminación residencial



✓ Sala



✓ Comedor



✓ Cocina



✓ Cuartos



✓ Baños

