

MÓDULO: ILUMINACIÓN NATURAL

Parte II: Luz, visión y factores humanos



Dr. D.I. Roberto Germán Rodríguez

Diseñador Industrial (UNCuyo)

Doctor en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente (UNT)

Investigador Adjunto INAHE – CCT Mendoza-CONICET

Profesor Titular Ergonomía Aplicada al Diseño (UM)

Responsable Laboratorio de Ergonomía (UNCuyo)

El lecho de Procusto



Se entiende entonces por **procústeo** a aquello
opuesto a lo **ergonómico**

Iluminación Procústea



Generación



Incidencia

Reflexión

Visión

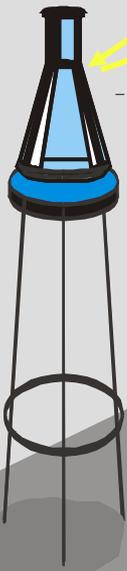
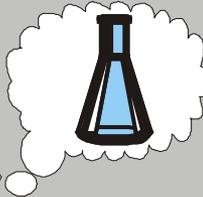
Percepción visual

Transmisión y absorción

Análisis/ Diseño de Iluminación

Análisis/Diseño del Entorno Luminoso

Análisis/Diseño del Ambiente Visual



La ergonomía aplicada al diseño y evaluación del medio ambiente visual puede aportar a la calidad de vida de las personas

- Eficiencia/Eficacia
- Confort
- Salud
- Autonomía
- Seguridad
- Bienestar

Conocer la interrelación usuario/entorno/tarea ayuda al logro de diseños de iluminación de calidad y evita las “barreras de iluminación”



- ¿Para qué se utiliza este espacio?**
- ¿Qué tareas se realizan en este espacio?**
 - ¿Cuáles con las exigencias de la tarea?**
 - ¿Involucra visión central y/o periférica?**
- ¿Cómo se especifican las características físicas y fotométricas de los estímulos de interés?**
 - ¿Quienes usan ese espacio?**

Componentes de las tareas

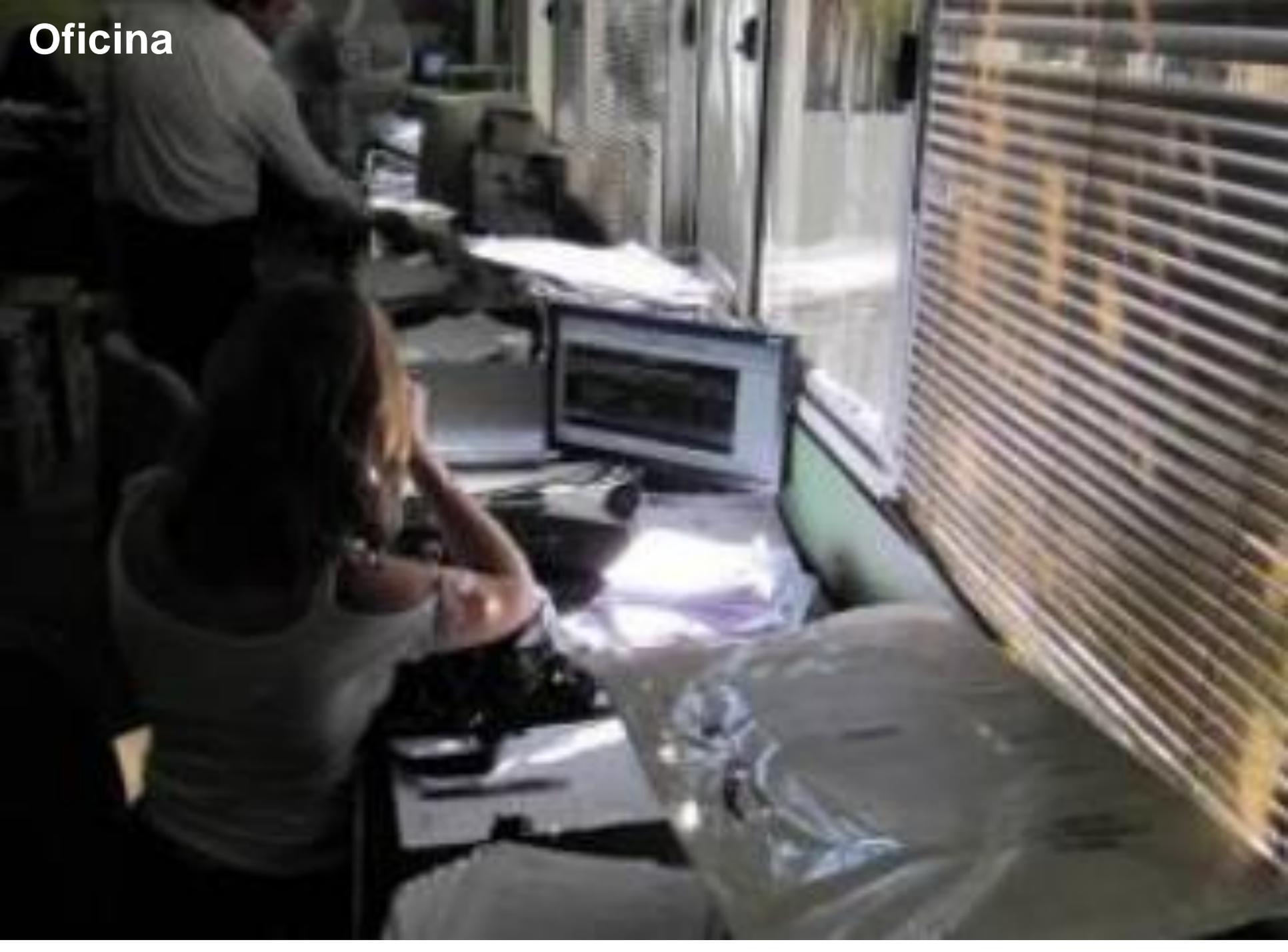
- La componente visual
- La componente cognitiva
- La componente motora



- ✓ Cada tarea es única en su balance entre las 3 componentes
- ✓ El efecto de la iluminación sobre el desempeño humano ante una tarea específica depende de la estructura de la tarea.

Si la componente visual es importante en la estructura de la tarea, la iluminación adquiere un papel preponderante en el logro de una mayor productividad

Oficina



supermercado



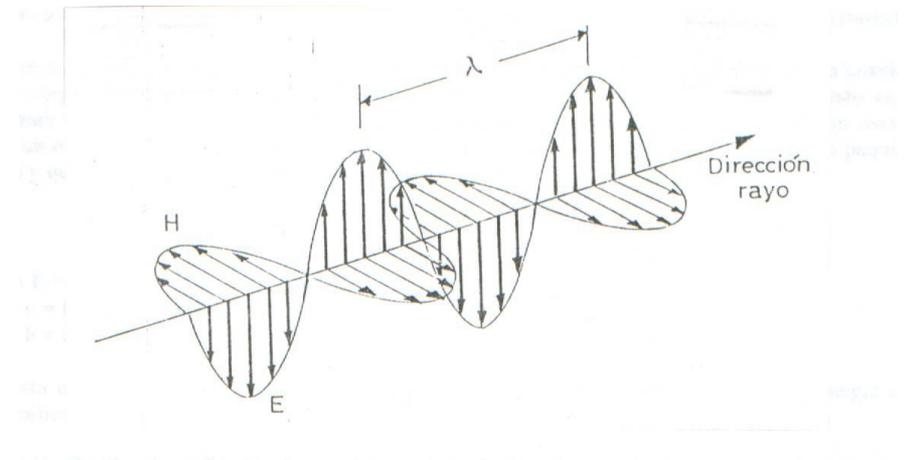
Factores del ambiente visual a tener en cuenta

- Composición espectral de la luz.
- Reproducción del color.
- Control por parte del ocupante.
- Integración con la luz natural.
- Parpadeo (flicker) de fuentes.
- Nivel y Uniformidad de iluminancias
- Distribución de luminancias (Deslumbramiento)
- Modelado de rostros y objetos
- Tarea visual – edad de los ocupantes.

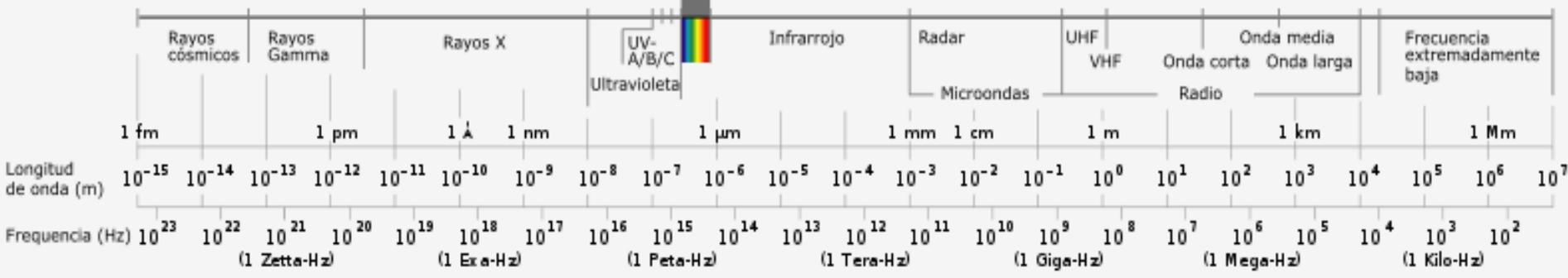
Confort Visual - Deslumbramiento

Efectos circadianos

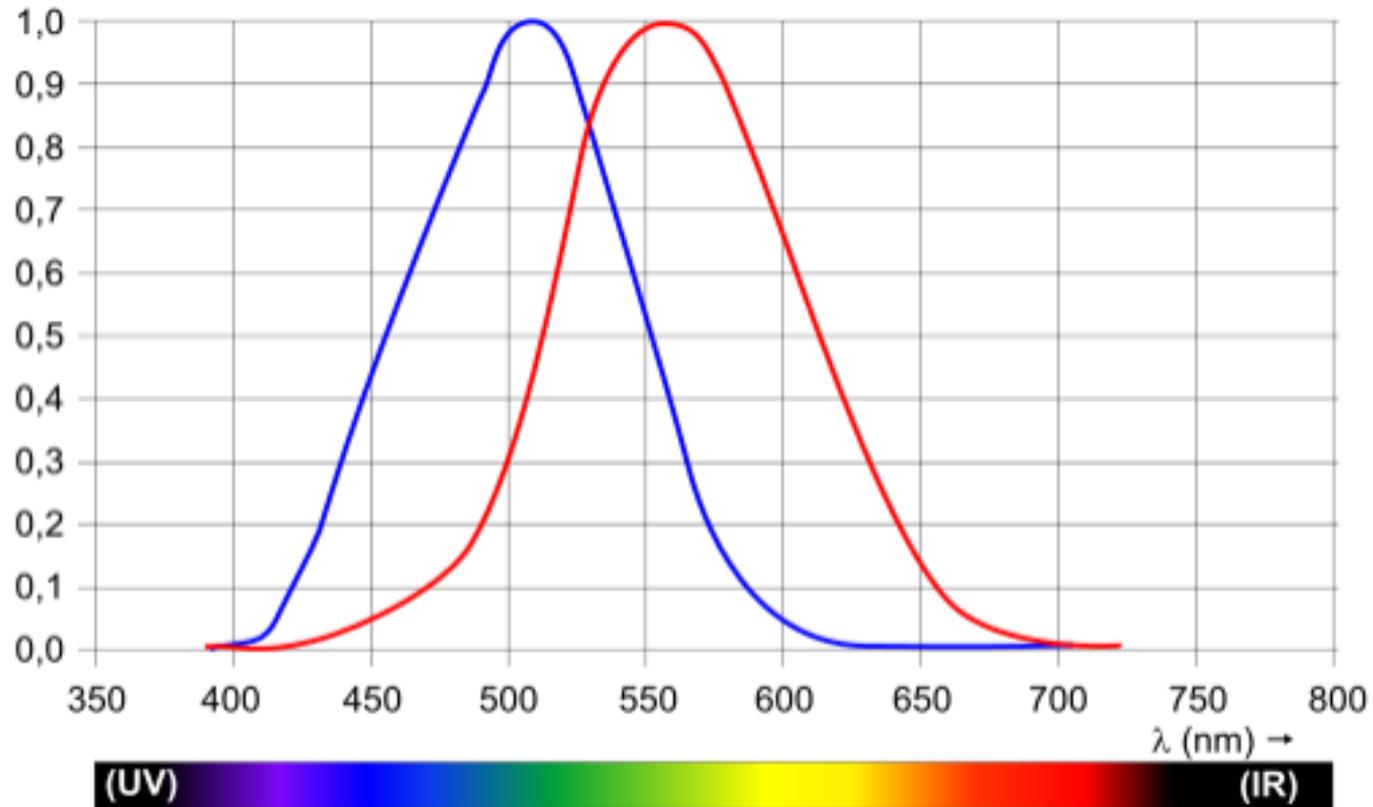
Qué es la luz?: Radiación electromagnética (campo eléctrico y magnético perpendiculares que se mueven el vacío con c)



Espectro visible por el hombre (Luz)

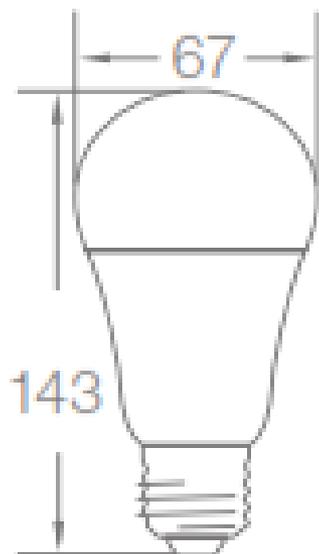


Función V lambda

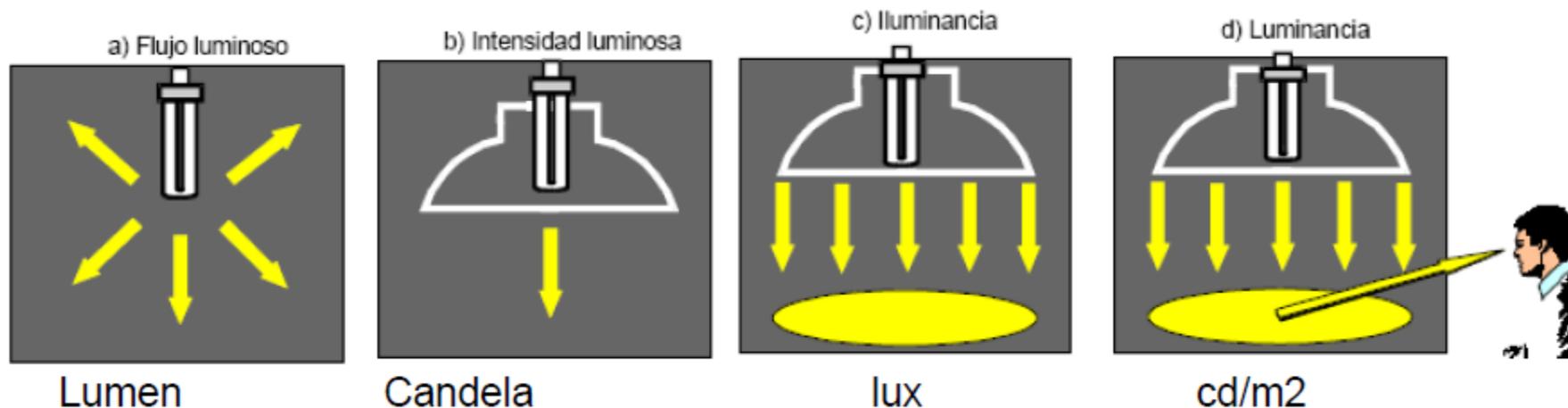


Indica la sensibilidad espectral del sistema visual humano. En condiciones fotópicas su pico se encuentra en los 555 nm, mientras que en condiciones escotópicas su máxima sensibilidad se ubica en los 507 nm

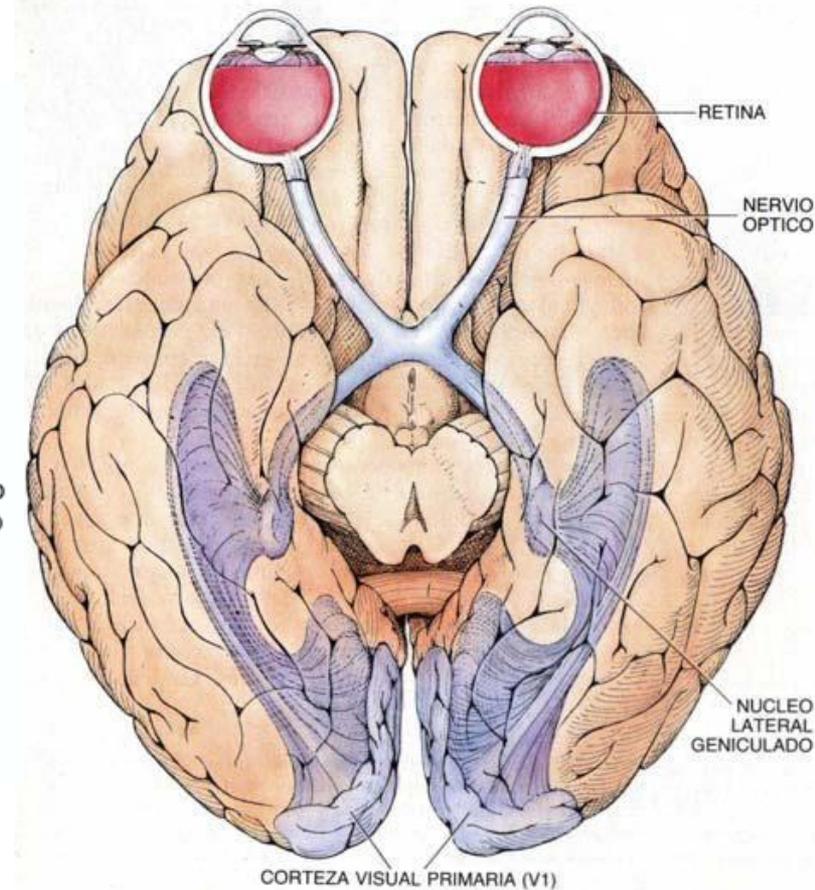
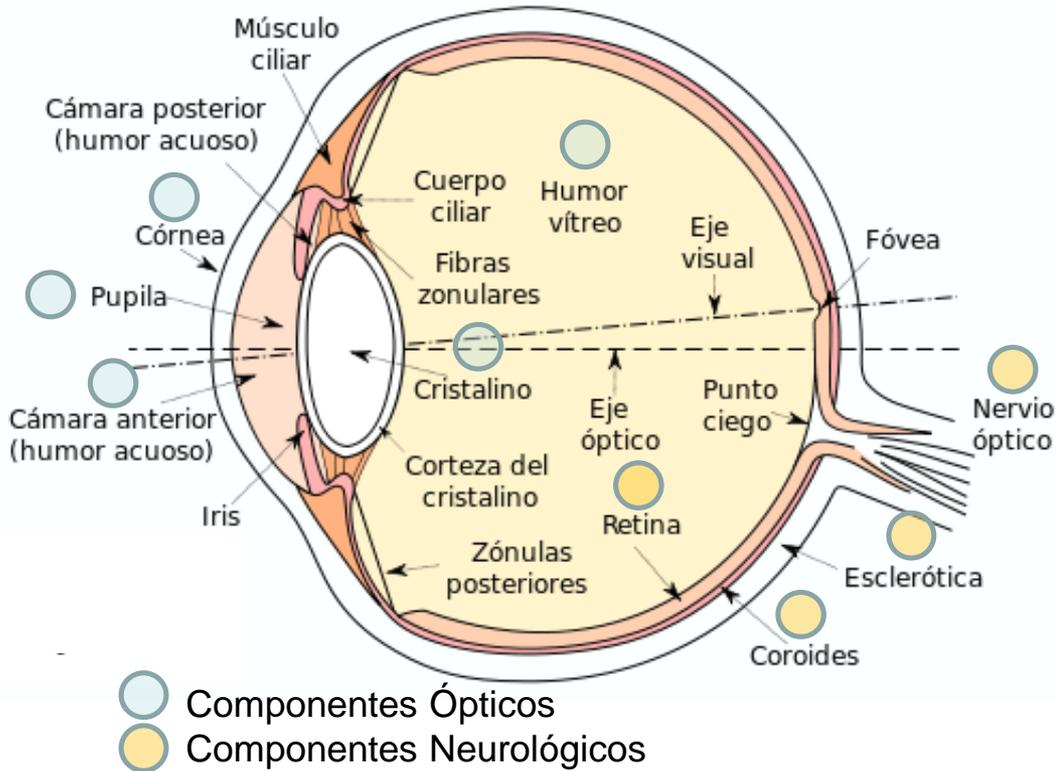
Magnitudes Fotométricas



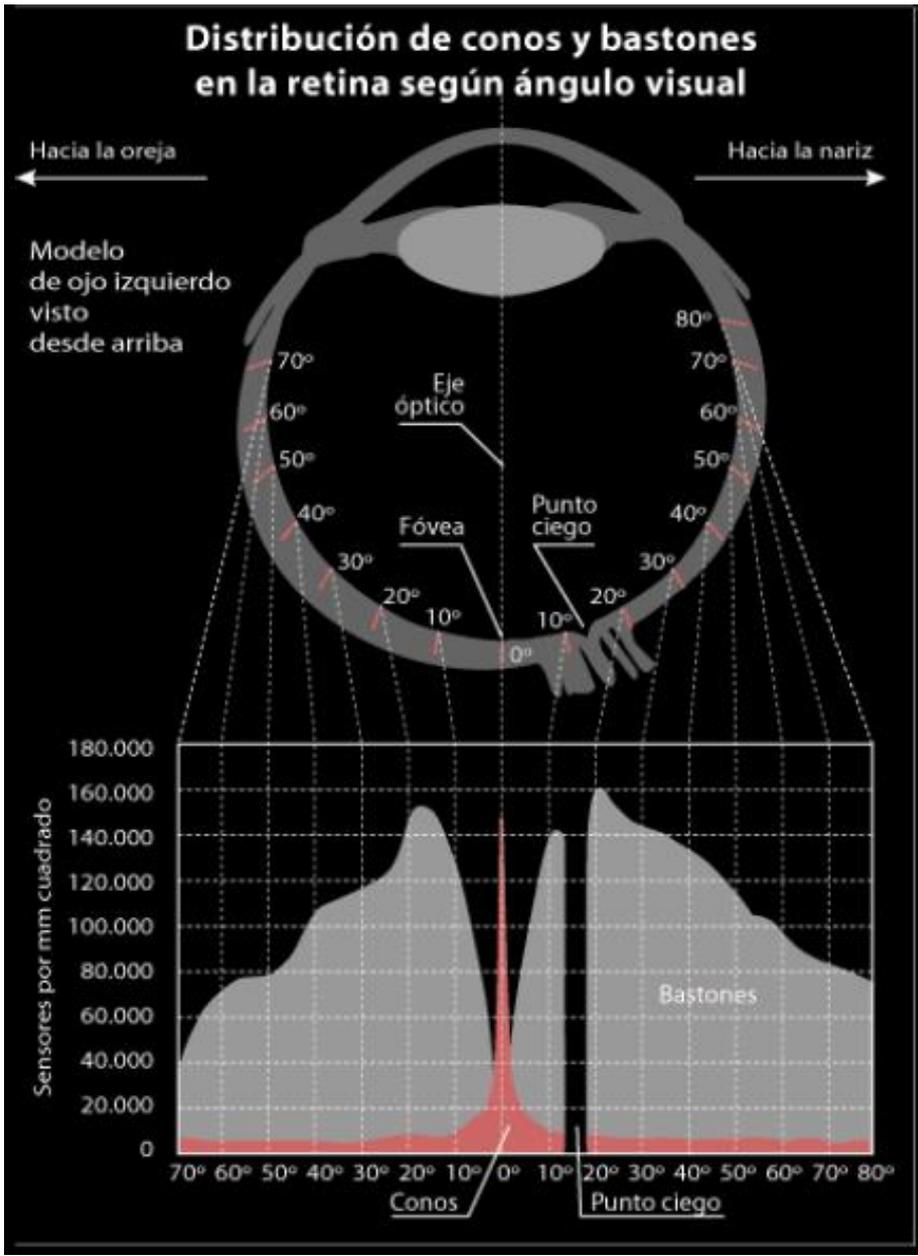
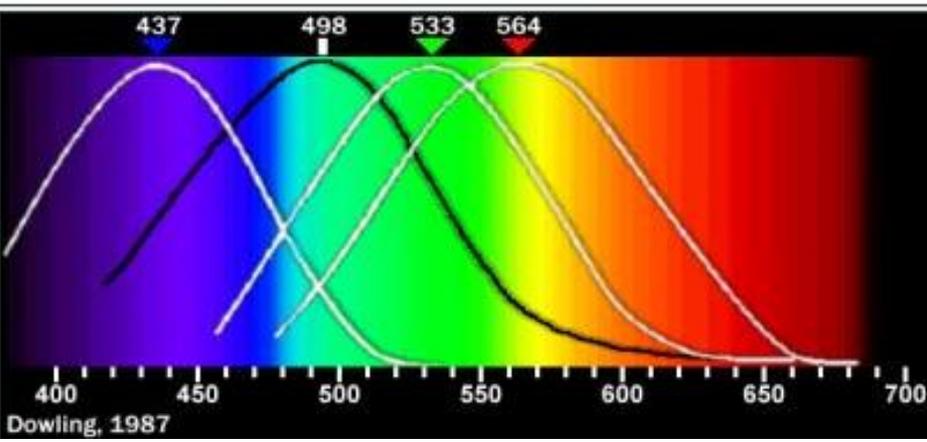
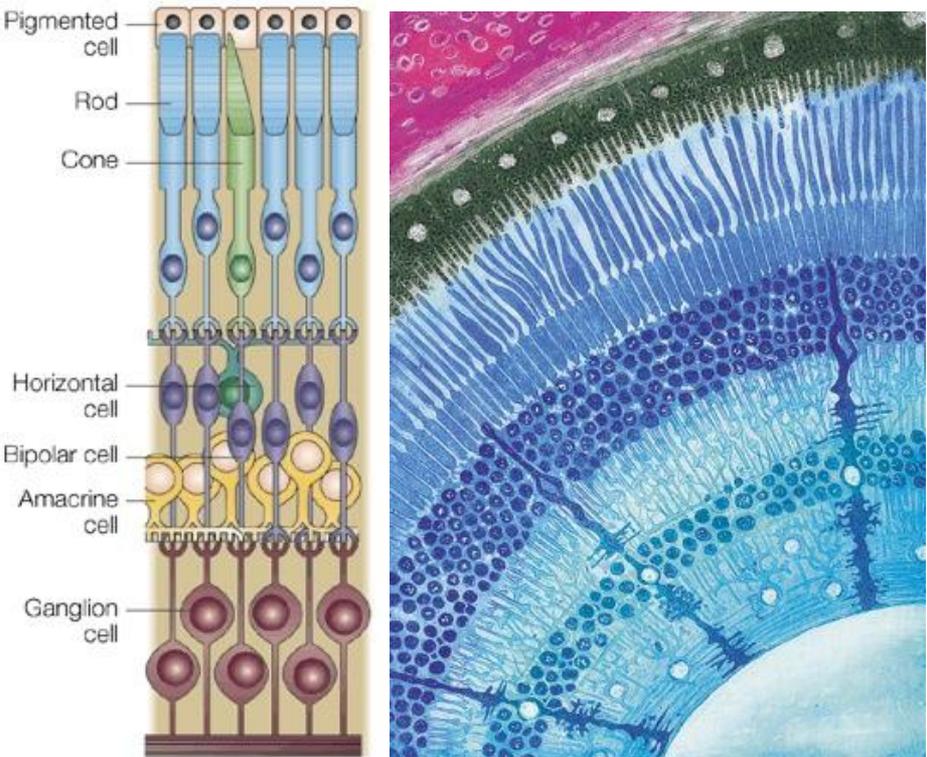
LED SUPERSTAR	A 100	A 100
Potencia (W)	15 W	15 W
Equivalencia incandescentes (W)	100 W	100 W
Tensión (V)	220 V	220 V
Flujo luminoso (lm)	1.521 lm	1.521 lm
Vida útil (hs)	15.000 hs	15.000 hs
Temperatura de color (K)	3.000K 	5.000K
Índice de reproducción de color	>80	>80
Dimerizable	No	No
Código del producto	7014286	7014287
EAN10	4058075051218	4058075051232
EAN40	4058075051225	4058075051249
Modelo de embalaje	Caja	Caja
Unidades por caja	12	12



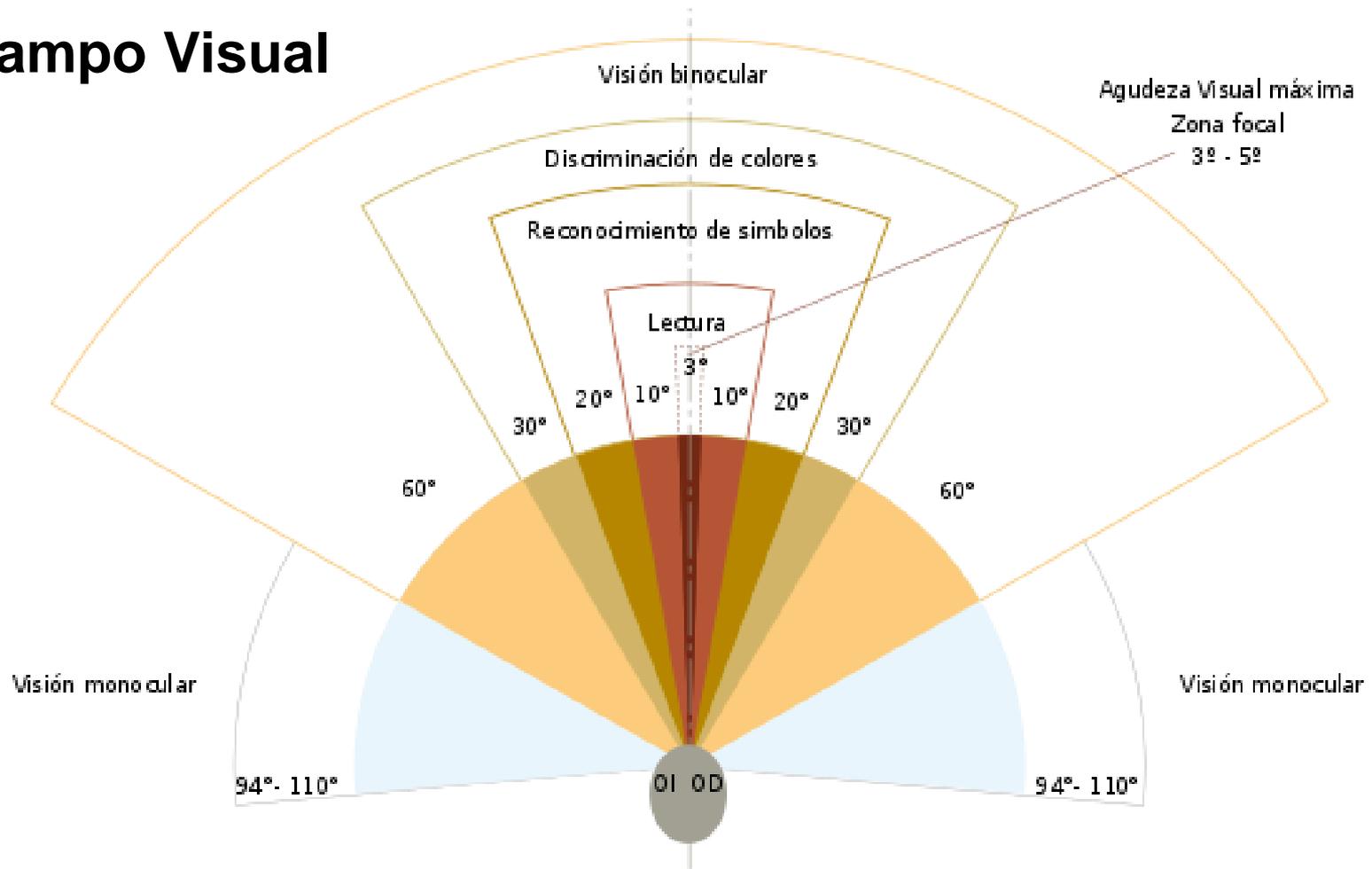
Sistema Visual



Los potenciales de acción resultantes de la actividad retiniana son conducidos por los nervios ópticos desde los fotorreceptores y dirigidos hacia el **núcleo geniculado lateral del tálamo (NGL)**. Este envía la información a la **corteza visual primaria (V1)**, situada en la parte posterior del cerebro, en el lóbulo occipital, donde el campo visual del lado izquierdo está representado en la corteza visual derecha y viceversa. Las fibras nerviosas que se dirigen hacia el NGL forman el **quiasma óptico** al cruzarse entre sí.



Campo Visual

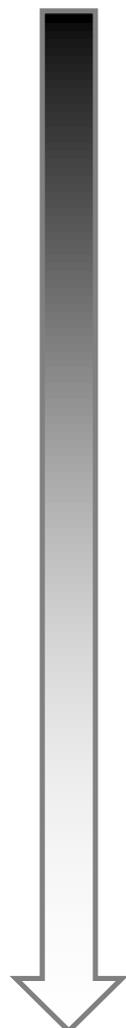


CV Horizontal Total 180° CV monocular: 90° temporal y 60° nasal
CV binocular: 120

CV Vertical Total 130°

CV superior 60°
CV inferior 70°

El sistema visual es capaz de funcionar en un amplio rango de luminancias



Luminancia (cd/m ²)	Diámetro pupila (mm)	Tarea	Función visual
10 ⁻⁶	8,0	Umbral absoluto	Escotópica: pobre agudeza visual, sin visión de color.
10 ⁻⁵			Solo operan los bastones
10 ⁻⁴	6,6	Superficie blanca en una noche sin luna	
10 ⁻³			
10 ⁻²	5,5	Superficie blanca en una noche con luna llena	Mesópica, conos y bastones
10 ⁻¹			
1	4,0	Lectura con dificultad	
10 ¹			
10 ²	2,4	Lectura confortable	
10 ³		Adecuado para tareas visuales de precisión	
10 ⁴	2,0	Luminancia de un papel blanco bajo la luz del sol	Fotópica: buena agudeza visual y visión de color. Conos y bastones
10 ⁵			
10 ⁶	2,0	Filamento de una lampara	
10 ⁷		incandescente	Deterioro de la retina
10 ⁸	2,0	Arco de carbono	
10 ⁹		Sol	
10 ¹⁰		Explosiones solares	

Rango operativo del Sistema Visual

12 unidades logarítmicas:

desde 10^{-6} cd/m² (luz de una estrella) a 10^6 cd/m², (luz del sol)

Nombre	Rango [cd/m ²]	Capacidades	Fotoreceptor activo
Fotópico	> 3	Visión de color Buena discriminación de detalles	Conos
Mesópico	>0,001 y < 3	Visión de color disminuida Reducida discriminación de detalles Corrimiento en la sensibilidad espectral	Conos y bastones
Escotópico	< 0,001	Sin visión de color Muy pobre discriminación de detalles	Bastones

En cada momento el sistema visual cubre un rango de 2 o 3 unidades logarítmicas de luminancia

Adaptación Visual

La adaptación visual puede ocurrir en dos direcciones:

De luz a oscuridad: demanda unos 30 minutos

De la oscuridad a la luz: demanda pocos segundos

Por medio de tres mecanismos de **adaptación visual**.

Neuronal: Ajuste de ganancia (milisegundos y cubre unas 2 a 3 unidades logarítmicas)

Mecánico: Diámetro Pupila (segundos pero cubre menos que 1 unidad logarítmica)

Fotoquímico: Conos/Bastones (minutos y cubre el rango completo de luminancias)

Adaptación Visual

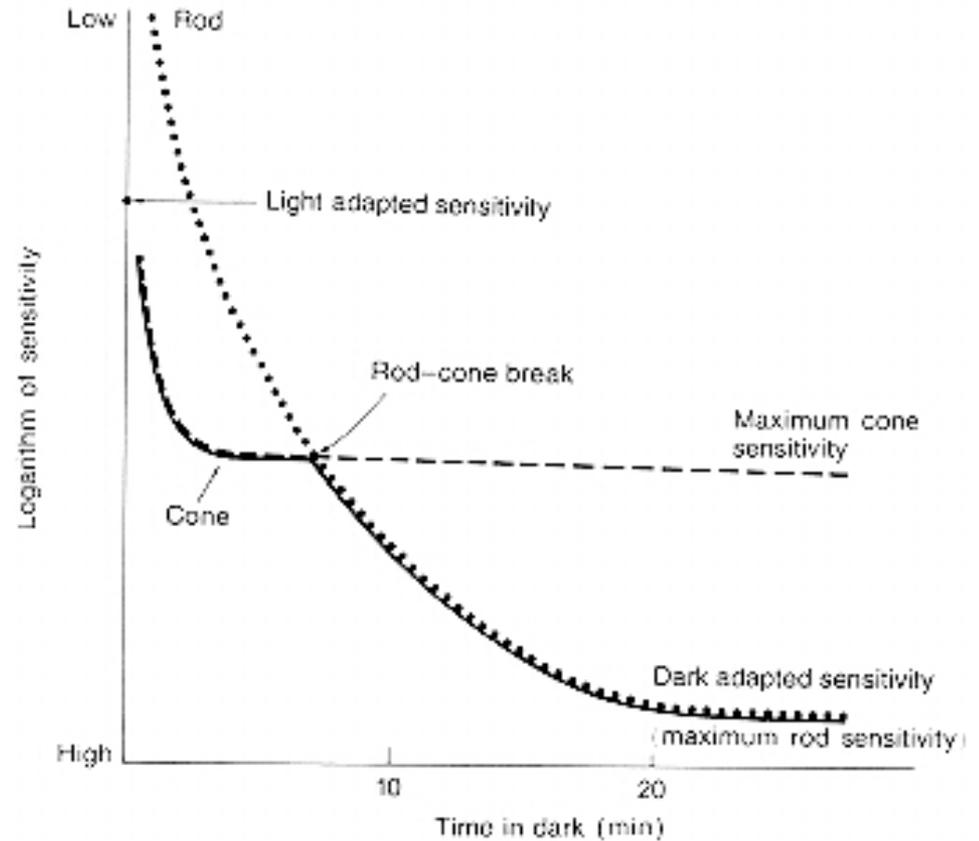
Mecánica: Control pupilar (Capacidad de regulación: 1:16)



Diámetro mínimo: 2 mm



Diámetro máximo: 8 mm



Fotoquímica: Operatividad de conos y bastos



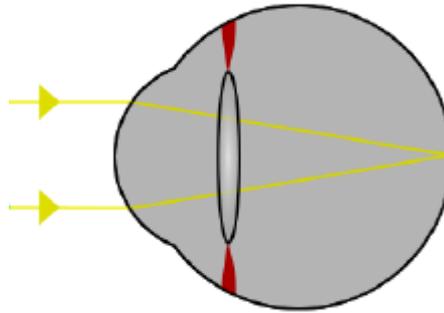
Catedral Metropolitana Brasilia

Oscar Niemeyer

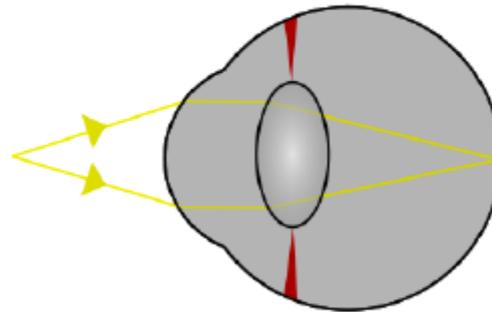


Acomodación Visual

Es la capacidad de enfocar objetos a diferentes distancias. En su estado relajado el ojo está preparado para enfocar objetos lejanos.

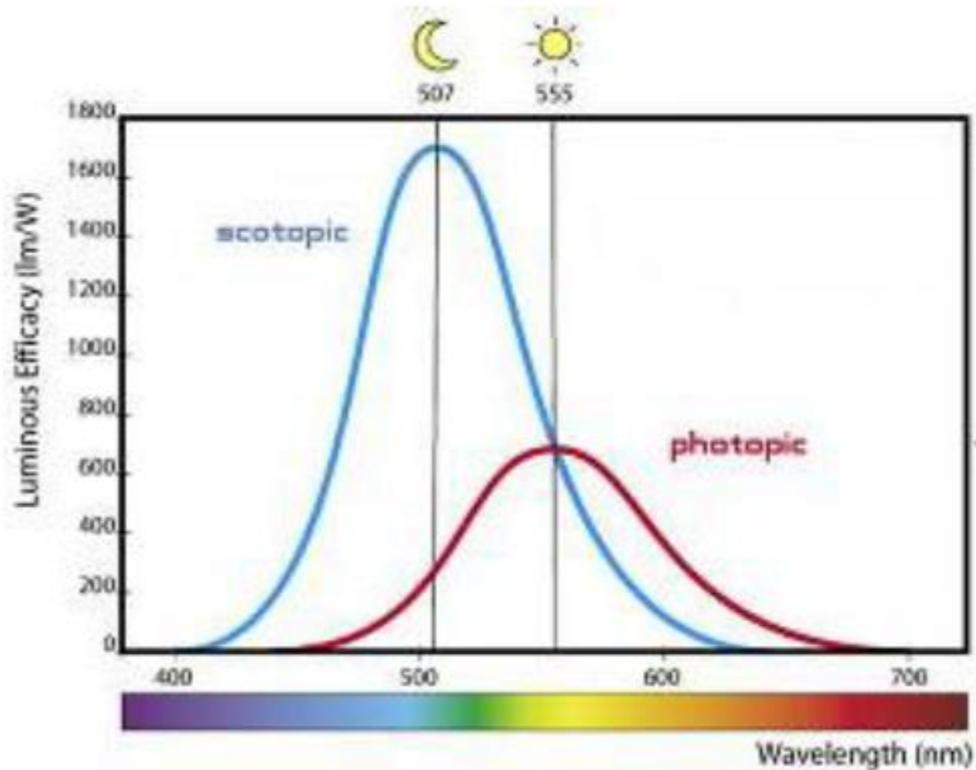


El aumento de potencia se consigue mediante el aumento de espesor y curvatura del cristalino, gracias a la contracción del músculo ciliar



Existen límites a la acomodación. La distancia más próxima a la cual se puede ver con claridad un objetivo se denomina **punto cercano**. Este punto se aleja con la edad.

Visión del Color: El efecto Purkinje



Corrimiento de la sensibilidad espectral hacia los azules en condiciones mesotópicas de iluminación.

Visión del Color: Daltonismo

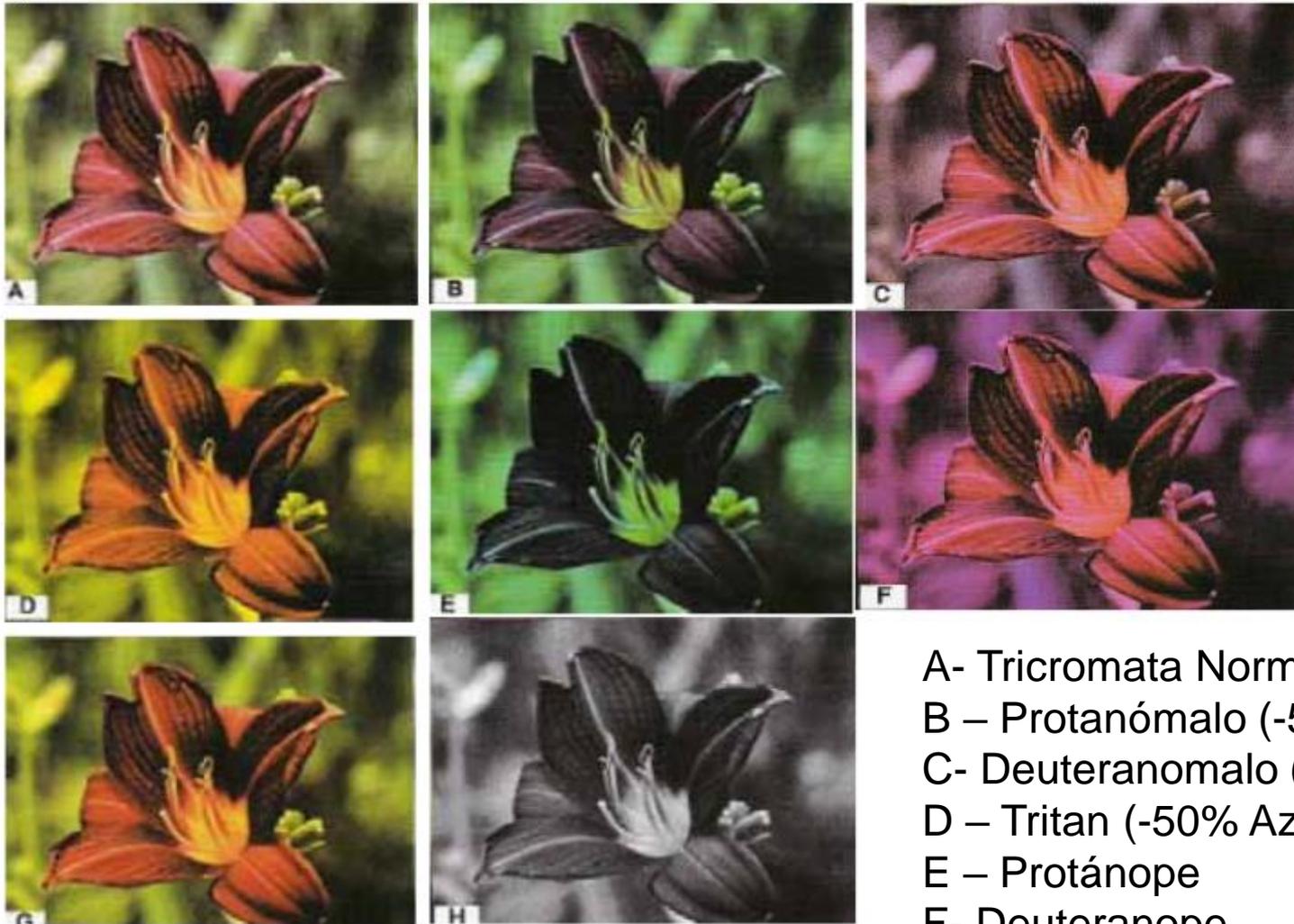
Defecto principalmente genético (cromosoma X) que ocasiona dificultad para distinguir los colores. También puede ser adquirido. El grado de afectación es muy variable.

El Daltonismo es un problema en la vida diaria: valorar el estado de frescura de determinados alimentos, identificar códigos de colores y etiquetas, elegir determinadas profesiones...



Test de Hishihara

Visión del Color: Daltonismo

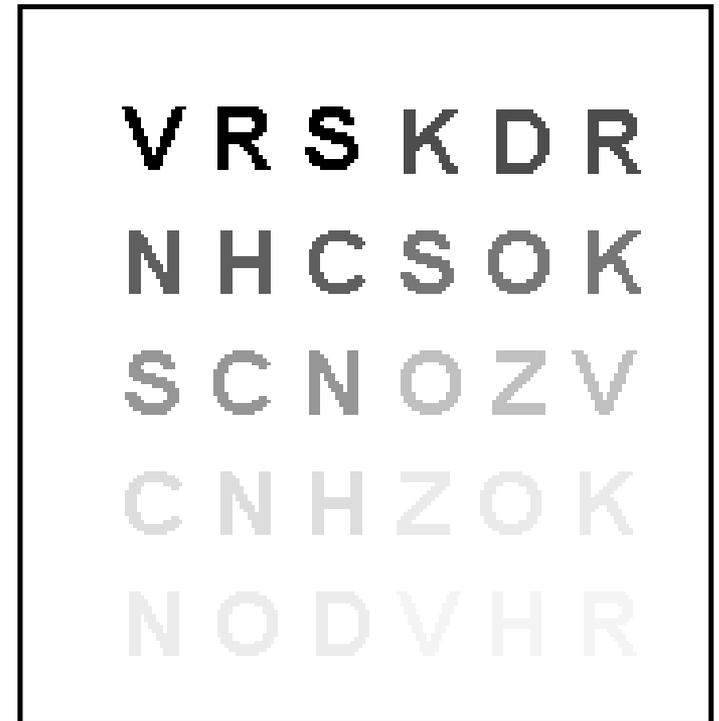


- A- Tricromata Normal
- B – Protanómalo (-50% Rojo)
- C- Deuteranomalo (-50% Verde)
- D – Tritan (-50% Azul)
- E – Protánope
- F- Deuteranope
- G- Tritánope
- H - Acromatopsia

Agudeza Visual

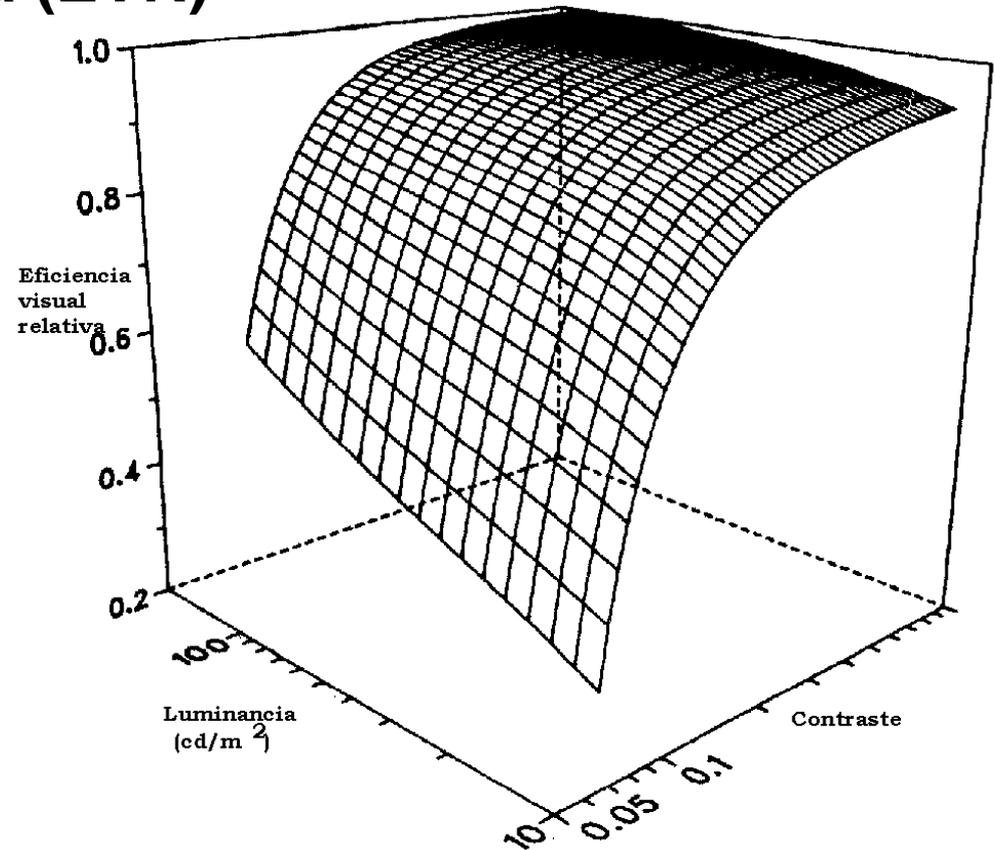
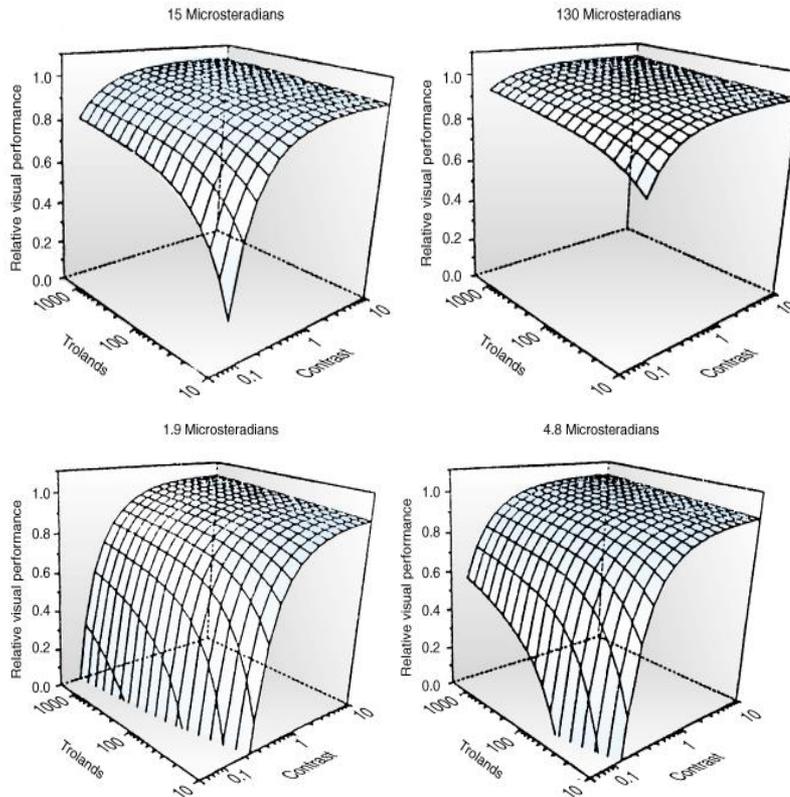


LINEA	AGUDEZA VISUAL
E	20/200
FP	20/100
TOZ	20/70
LPED	20/50
PECFD	20/40
EDFCZP	20/30
DEFPOTEC	20/20



Test de Snellen

Eficiencia Visual Relativa (EVR)



Iguals aumentos de iluminancia retiniana producen incrementos cada vez menores en la EVR hasta que se satura (zona de meseta). El valor de iluminancia para el cual se satura depende de la dificultad de la tarea (tamaño o contraste)

Se logran cambios mayores de EVR aumentando el tamaño o el contraste que aumentando la luminancia. No es posible que una tarea de gran dificultad se realice con un alto rendimiento solamente aumentando la luminancia.

Formas de mejorar el rendimiento visual

Respecto del estímulo:

Aumentar el tamaño del estímulo mediante algún sistema magnificador

Aumentar el contraste de luminancia

Estímulo con bordes claros mejor definido

Hacer que el estímulo se diferencie del resto de los estímulos circundantes sea en su tamaño, contraste, color o forma

Respecto del medio ambiente iluminado:

Aumentar la luminancia de adaptación, aumentando la iluminancia

Evitar fuentes deslumbrantes que produzcan deslumbramiento fisiológico o reflexiones de velo que modifiquen el contraste

Considerar fuentes de alto rendimiento cromático (CRI > 80)

Recomendaciones para mejorar la respuesta visual:

Contraste del objeto 2 veces mayor al umbral

Tamaño del detalle 4 veces mayor a la agudeza visual umbral

Es importante estar lejos de las condiciones umbrales de contraste, tamaño y de iluminancia retiniana...Tenemos que estar en la meseta

El rendimiento visual es un continuo: desde el umbral al supraumbral, en el umbral uno justo ve, cerca del umbral casi siempre ve la tarea pero la precisión está muy limitada y toma un largo tiempo realizarla, en el supraumbral uno ve siempre la tarea y es capaz de adquirir y procesar la información precisamente y rápidamente.

Iluminación Natural

- Factor de bienestar, y asegura una comunicación visual con el exterior.
- Dinámica y Variable
- Fuente preferida
- Alta disponibilidad
- Efectos en la salud



Evolucionamos como especie de hábitos diurnos con el sol como único iluminante.

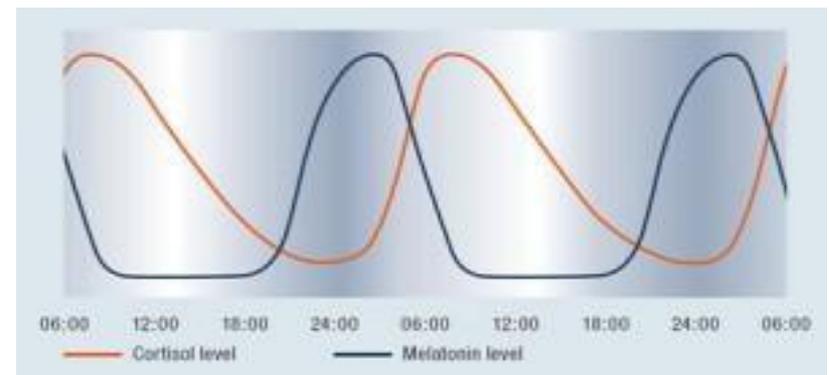
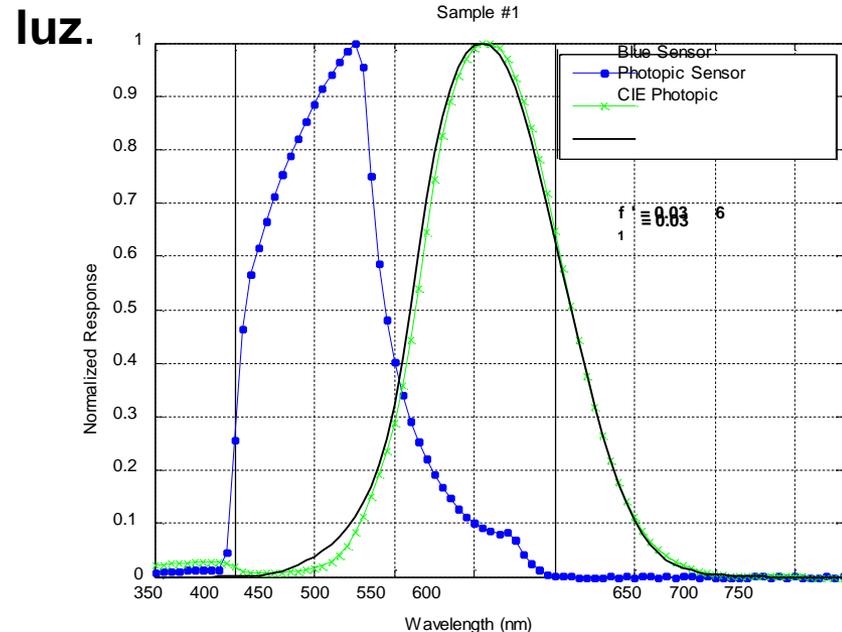


Por ello es la fuente que mejor soporta nuestras funciones visuales y no visuales relacionadas con la luz

Efectos no visuales de la luz – Luz Circadiana

Muchos aspectos de la fisiología humana y el comportamiento dependen de la luz que impacta en la retina. En su conjunto, constituyen los **efectos no visuales de la luz**.

El camino no visual se inicia en la retina, en las **células ganglionares intrínsecamente fotoreceptivas** (ipRGCs), cuyo fotorreceptor es la melanopsina con un pico de sensibilidad espectral de 460 nm. Las ipRGCs sincronizan la actividad neural del núcleo supraquiasmático en el hipotálamo, considerado el **reloj biológico** de los mamíferos. A su vez sincroniza la secreción de melatonina en un ciclo levemente mayor a 24 hs (pico alrededor de las 2 AM). De manera antagónica, la glándula adenohipofisaria segrega cortisol, con un



Efectos no visuales de la luz – Luz Circadiana

Dos efectos principales se han identificado:

- **Cambio de Fase**, atrasando los períodos de sueño y vigilia, por supresión de melatonina en la noche. Requiere de una exposición prolongada a la luz.
- **Supresión aguda de melatonina**: Alteración del estado de alerta, similar a tomar una taza de café. Requiere tiempos cortos de exposición



Consecuencias:

Disrupción circadiana (*Jet lag*, *Jet lag social*, trabajo por turnos, SAD)

Desordenes de humor, alimenticios, menstruales, algunos tipos de cáncer

Asimismo, la luz puede aprovecharse de manera terapéutica (fototerapia)

Cronotipos

Son variaciones en los ritmos circadianos endógenos. Existen dos cronotipos



Búhos (personas nocturnas)



Alondras (personas diurnas)

Estudios sobre la prevalencia de cronotipos dan resultados dispares, siendo además un rasgo que varía con la edad (los adolescentes tienden a ser búhos, los adultos mayores alondras). Aun así se estima que aproximadamente el 15% de las personas son alondras, el 25% búhos, y el 60% restante son intermedios.

CONICET está llevando a cabo un relevamiento nacional de cronotipos:

<http://www.cronoargentina.com/>

Uniformidad

- Es recomendable la uniformidad de iluminación, sin embargo un campo visual completamente uniforme no es deseable.
- El valor recomendado depende del modo de cálculo:

Internacional:

$$E_{\min}/E_{\max} = 0,7$$

Nacional
(FORMULA)

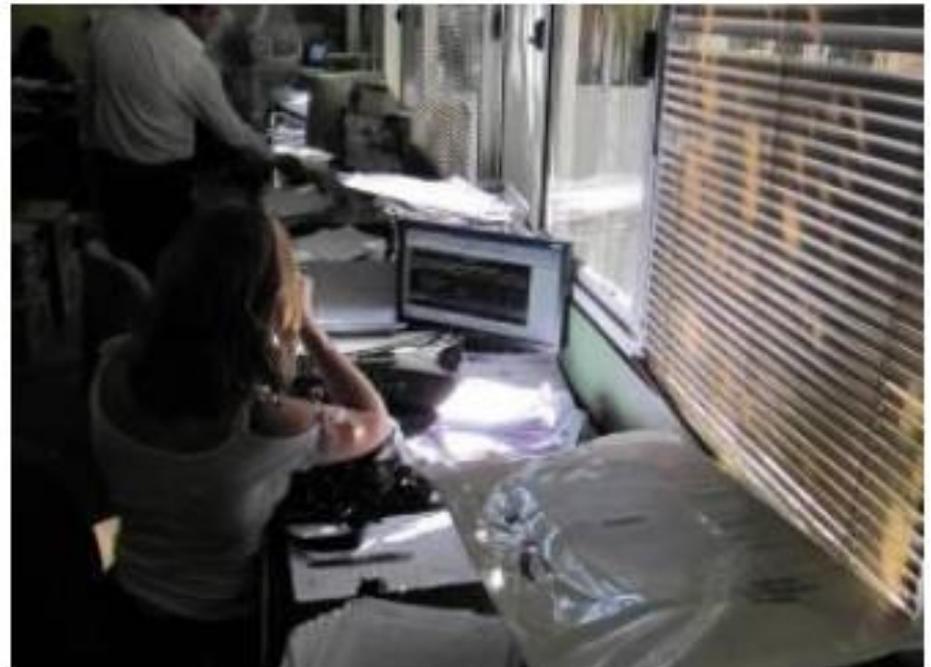


La uniformidad a nivel local debe considerarse como un criterio que asegure suficiente cantidad de luz en toda la superficie, mas que un requerimiento del sistema visual.

Uniformidad

- Falta de uniformidad a nivel de puesto de trabajo puede ser distractor. La mayor uniformidad debe alcanzarse en un área de 1 m² alrededor de la tarea visual.
- En el caso de alternar el punto de fijación (ej: PVD y Papel), el máximo contraste de luminancias es de 15:1
- Es importante considerar la luminancia mínima y máxima, y donde se encuentran dentro del local.

Zona del campo visual	Relación de luminancias con la tarea visual
Campo visual central (cono de 30° de apertura)	3:1
Campo visual periférico (cono de 90° de apertura)	10:1
Entre la fuente de luz y el fondo sobre el cual se destaca	20:1
Entre dos puntos cualesquiera del campo visual	40:1



Disconfort Visual. Causas Generales

Los determinantes del rendimiento visual dependen del área inmediata a la tarea. Los determinantes del Disconfort Visual dependen de todo el campo visual.

La ocurrencia de DV depende de las **Expectativas** y del **Contexto**



Disconfort Visual. Deslumbramiento

Ocurre cuando la capacidad de adaptación del sistema visual es superada. Vos (1999) describe 8 tipos distintos de Deslumbramiento. De ellos, los que ocurren con mayor cotidianeidad son:

(i) de Saturación



(ii) de Adaptación



Disconfort Visual. Deslumbramiento

Otros dos tipos de deslumbramiento estan más relacionados con el rango de luminancias que se presentan simultaneamente en el campo visual.

D. Incapacitante



D. Molesto



Deslumbramiento

- Psicológico (molesto)
- Fisiológico (incapacitante)

$$Glare = \sum_{i=1}^n \frac{L_{si}^{exp} \omega_{si}}{L_b^{exp} P_i^{exp}}$$

Depende de:

Luminancia fuente

Luminancia fondo

Tamaño fuente

Posición fuente

Luminancia adaptación



Discomfort Visual. Deslumbramiento

Esta sensación se puede predecir (proyecto) o evaluar (EPO).

Escala Glare Sensation Vote

- **Imperceptible** (sin sensación de molestia)
- **Notable** (la molestia se puede tolerar todo un día de trabajo)

BCC (Borderline Between Comfort and Discomfort)

- **Molesto** (la molestia se puede tolerar hasta 1 hora)
- **Intolerable** (inmediatamente se toman acciones eliminar la molestia)

Discomfort Visual. Deslumbramiento

La sensación referida por medio del GSV se asocia a puntajes. Existiendo varios modelos matemáticos de predicción. Existen modelos específicos para iluminación natural y para iluminación artificial, con software específicos e imágenes .rad (Evalglare – Radiance).

Table 1
Subjective glare sensations and their corresponding cutoff values for different discomfort glare indexes.

Glare sensation	DGP	DGI	UGR	VCP	CGI	DEO
Unnoticeable	<0.30	<0.18	<13	≥80	<13	≥0.90
Noticeable	≥0.30 < 0.35	≥18 < 24	≥13 < 22	≥60 < 80	≥13 < 22	≥0.77 < 0.90
Disturbing	≥0.35 < 0.45	≥24 < 31	≥22 < 28	≥40 < 60	≥22 < 28	≥0.66 < 0.77
Intolerable	≥0.45	≥31	≥28	<40	≥28	<0.66

Source [4–8].

En Rodriguez R, Yamín J & Pattini A (2017) «An epidemiological approach to daylight discomfort glare». Building and Environment, 113: 39-48.

Los modelos matemáticos de predicción presentan varias limitaciones.

Disconfort Visual. Deslumbramiento

Método UGR (Unified Glare Rating).

Desarrollado en 1995 por la CIE para instalaciones de luz artificial. La normativa Europea adoptó este método en su variante tabulada. El puntaje UGR se presenta en la información técnica de luminarias.

- El UGR se debe calcular para cada instalación en concreto
- El UGR no se puede calcular para: luminarias asimétricas, luminarias orientables, luminarias montadas a una altura inferior a la del ojo, luminarias montadas en la pared
- El UGR no puede ser calculado para áreas con dimensiones diferentes a las expresadas en las tablas.

Disconfort Visual. Deslumbramiento

Método UGR (Unified Glare Rating).

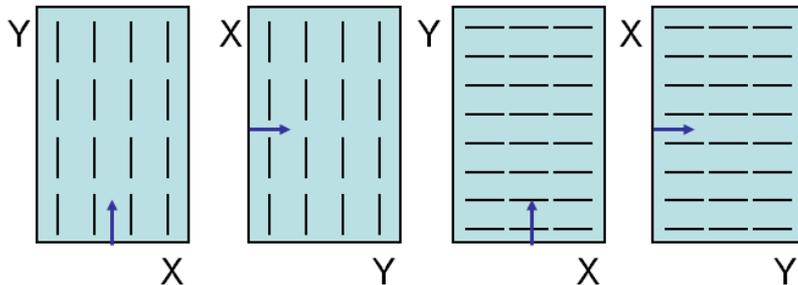
Ejemplo:

Lum: TBS785/149 D7-60

Tamaño habitación 4H x 8H

Factores de reflexión 0.70/0.50/0.20

UGR = 16.3 (16??)



Luminaire : TBS785/149 D7-60
 Lamp : 1 x TL5-49W / 827
 Lampflux : 1 x 4300 lm
 Ballast : Electronic
 Measurement code : LVW1095000
 Measurement date : 1997-07-15
 Measurement status : Preliminary

Unified Glare Rating table

Corrected UGR values						(per 1 x 4300 lm)					
Reflectances:		0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30
Ceiling		0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30
Wall		0.50	0.30	0.50	0.30	0.30	0.50	0.30	0.50	0.30	0.30
Floor or cavity		0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Room dimensions:		Viewed crosswise					Viewed endwise				
X	Y										
2H	2H	15.7	17.0	16.0	17.3	17.6	17.0	18.3	17.3	18.6	18.9
	3H	15.5	16.7	15.9	17.0	17.3	16.8	18.0	17.2	18.3	18.7
	4H	15.4	16.5	15.8	16.8	17.2	16.7	17.8	17.1	18.2	18.5
	6H	15.3	16.3	15.7	16.7	17.0	16.7	17.7	17.1	18.0	18.4
	8H	15.3	16.2	15.7	16.6	17.0	16.6	17.6	17.0	17.9	18.3
12H	15.2	16.1	15.6	16.5	16.9	16.5	17.5	17.0	17.8	18.2	
3H	2H	15.5	16.7	15.9	17.0	17.4	16.8	18.0	17.2	18.3	18.7
	3H	15.4	16.4	15.8	16.7	17.1	16.7	17.7	17.1	18.0	18.4
	4H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.9	16.6	17.5	17.0	17.8	18.2
	6H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.8	16.5	17.3	16.9	17.6	18.1
	8H	15.1	15.8	15.6	16.3	16.7	16.4	17.1	16.9	17.6	18.0
12H	15.1	15.7	15.5	16.2	16.6	16.4	17.0	16.8	17.5	17.9	
4H	2H	15.4	16.5	15.8	16.9	17.2	16.7	17.8	17.1	18.2	18.5
	3H	15.3	16.2	15.7	16.5	16.9	16.6	17.5	17.0	17.8	18.2
	4H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.8	16.5	17.3	16.9	17.6	18.1
	6H	15.1	15.7	15.5	16.2	16.6	16.4	17.0	16.8	17.5	17.9
	8H	15.0	15.6	15.5	16.1	16.5	16.3	16.9	16.8	17.4	17.8
12H	15.0	15.5	15.5	15.9	16.4	16.3	16.8	16.8	17.2	17.7	
6H	2H	15.4	16.4	15.8	16.7	17.1	16.7	17.7	17.1	18.0	18.4
	3H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.8	16.5	17.3	16.9	17.6	18.1
	4H	15.1	15.7	15.5	16.2	16.6	16.4	17.0	16.8	17.5	17.9
	6H	15.0	15.5	15.5	15.9	16.4	16.3	16.8	16.8	17.2	17.7
	8H	14.9	15.4	15.4	15.8	16.3	16.2	16.7	16.7	17.1	17.6
12H	14.9	15.3	15.4	15.7	16.2	16.2	16.6	16.6	17.0	17.5	

Discomfort Visual. Deslumbramiento

Método UGR (Unified Glare Rating).

Cinco clases de calidad

16 19 22 25 28

Diferencias en UGR <1.0 no son visibles

UGR 16

Dibujo técnico

UGR 19

Rellenar, copiar, escribir
mecanografiar, leer,
Proceso de datos,
CAD workstations,
Salas de reuniones

UGR 22

Mostrador de Recepción

UGR 25

Archivos, escaleras

UGR 28

Areas de paso, pasillos

Disconfort Visual. Deslumbramiento

Iluminancia Vertical al ojo

Sintetiza el mejor balance entre confiabilidad, poder de diagnóstico, asequibilidad y aplicabilidad. Es la variable individual que muestra la mejor correlación con la sensación subjetiva de deslumbramiento.

Puntos de corte:

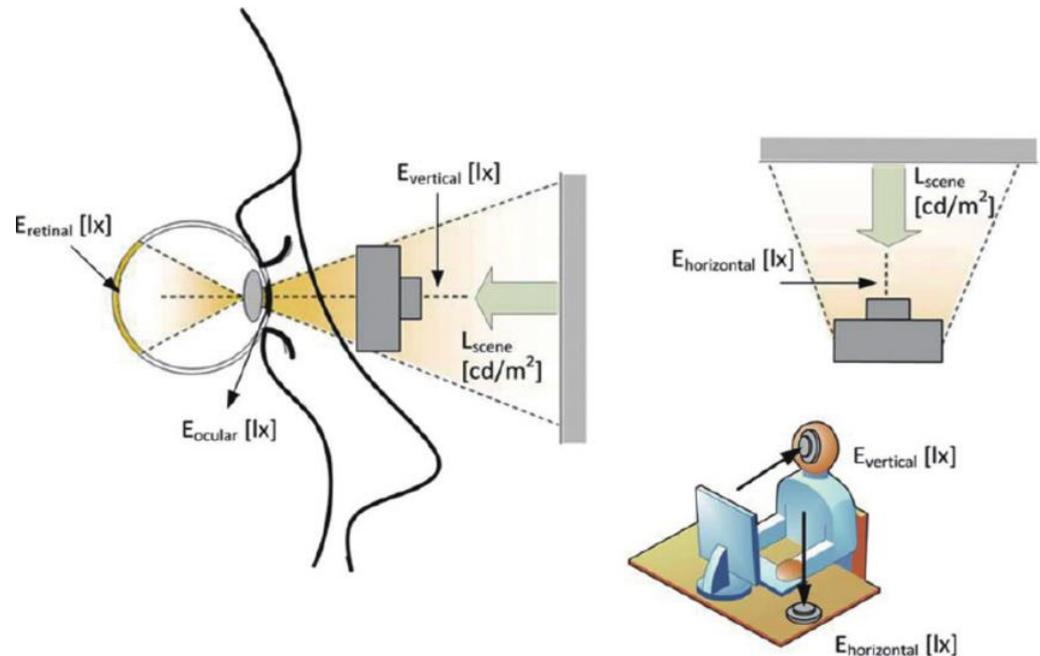
Imperceptible

Notable: 2400 lx

BCD

Molesto: 3500 lx

Intolerable: 4300 lx



según Wienold J, Iwata T, Sarey Khanie M, Erell E, Kraftan E, Rodriguez RG, Garreton JY, Tzempelikos T, Konstantzos I, Christoffersen J, Kuhn TE, Andersen M (2018) "Cross-validation and robustness of daylight glare metrics" Lighting Research and Technology. En prensa

Disconfort Visual. Deslumbramiento

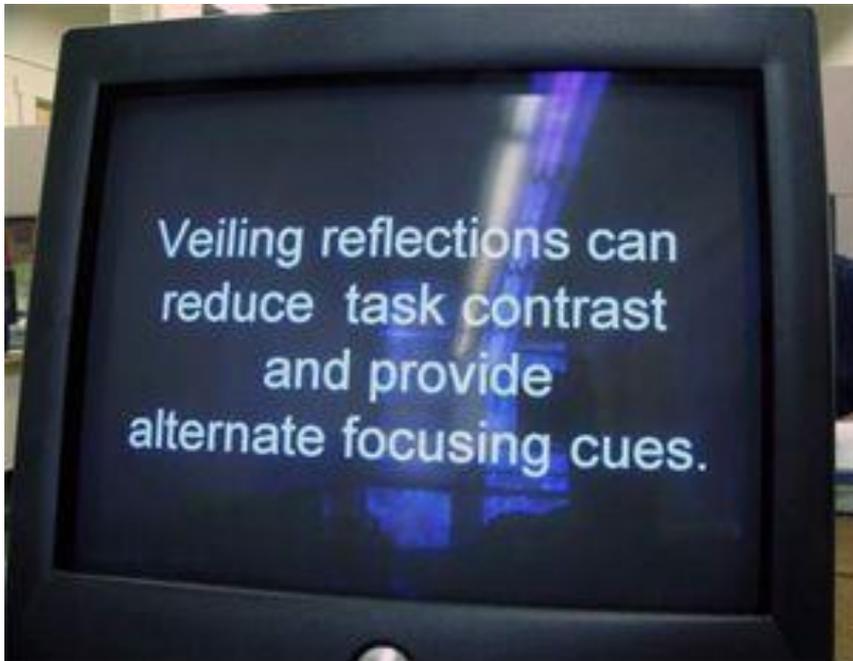
Estrategias de Prevención. Control de los reflejos:

- Uso de acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno. Techos y paredes de tonos claros
- Aumentar el área luminosa de las luminarias.
- Emplear luminarias con difusores

Causas Específicas de Discomfort Visual.

Reflexiones de Velo

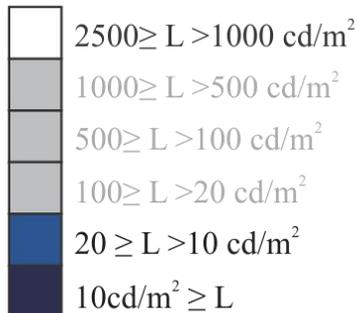
Modifican los contrastes de Luminancia de la tarea.
Ocurren cuando las fuentes de iluminación se reflejan en superficies especulares o semi-especulares, dependen de la geometría del puesto.



Causas Específicas de Disconfort Visual.

Sombras

Suceden cuando la luz en una determinada dirección es obstruida por un objeto opaco. Es de particular importancia en la industria. Un manejo adecuado de sombras permite el modelado de objetos.



Causas Específicas de Discomfort Visual.

Flicker (Parpadeo)

Practicamente toda fuente operando con corriente alterna produce fluctuaciones en cantidad y espectro de luz emitida. Su visibilidad depende de la frecuencia de la instalación, la posición de la fuente en el campo visual y el estado de adaptación visual.

El flicker evoca potenciales en la retina aun cuando no es visible.

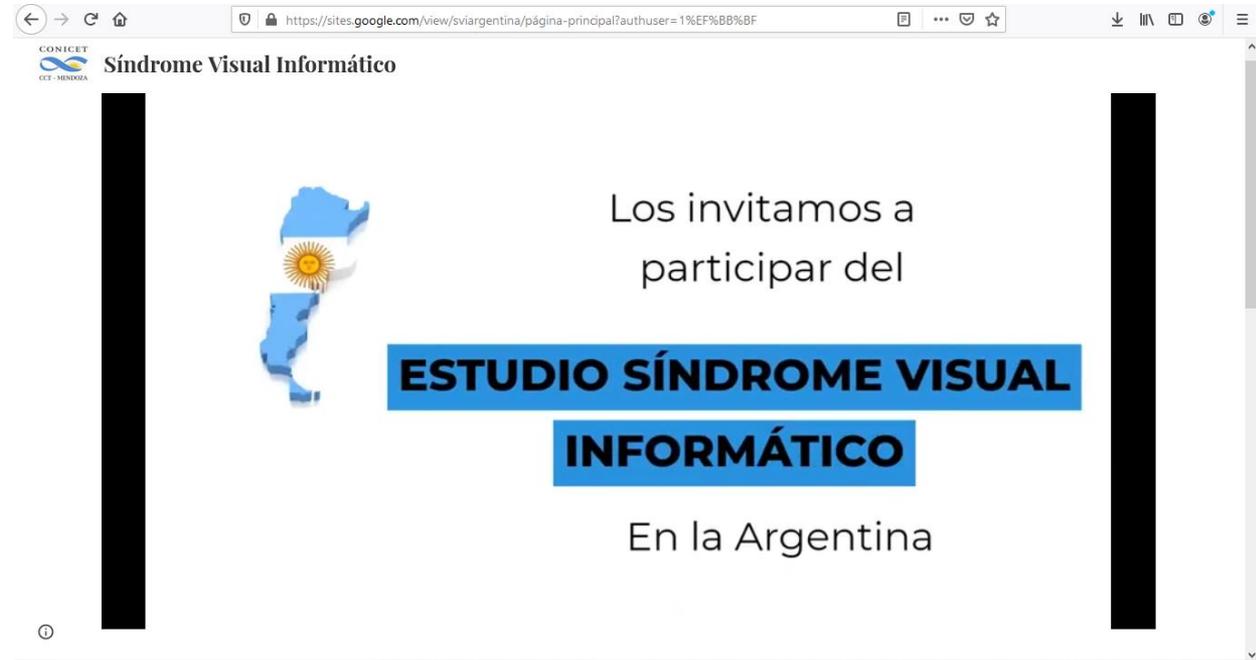
El uso de balastos electrónicos de alta frecuencia reduce los síntomas de dolor de cabeza en oficinas.

La tecnología LED es muy sensible al flicker, debido a su rapido tiempo de respuesta, en el orden de los nanosegundos.

Síndrome Visual Informático (SVI):

Del Inglés CVS (Computer Vision Syndrome) es el término acuñado para describir un conjunto de síntomas visuales, oculares y músculo-esqueléticos resultantes del uso prolongado de computadoras.

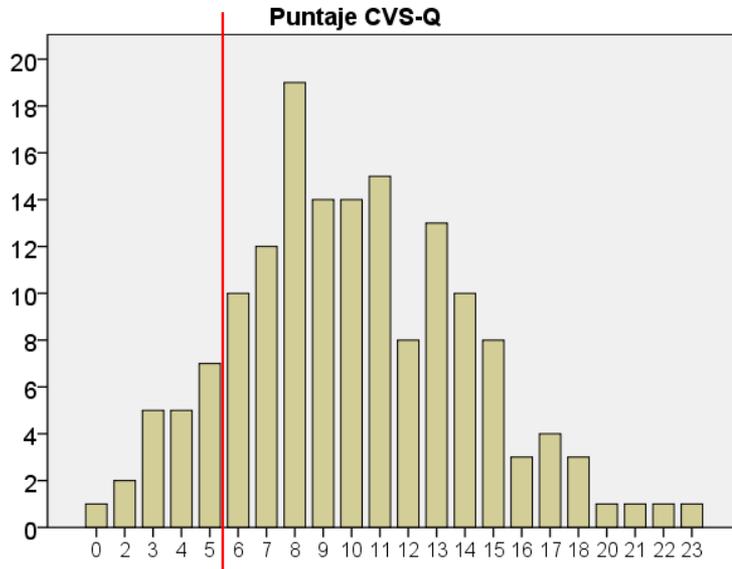
Su prevalencia está entre el 64% y 90% en trabajadores que utilizan la computadora por más de 3 horas al día. La severidad de estos síntomas es dosis-dependiente en función del tiempo de uso de la PVD.



Desde el CONICET llevamos adelante un estudio nacional sobre SVI:

<https://sites.google.com/view/sviargentina/p%C3%A1gina-principal?authuser=1%EF%BB%BF>

SVI - Frecuencia



Media CVS-Q = 10.1 (DS = 4,2)

Tiene SVI?	%
NO	12,7
SI	87,3

Gowrisankaran & Sheedy (2015):
entre 64% y 90%

Table 1. Prevalence of Computer Vision Syndrome (CVS) in studies from different parts of the world

Study/Place	Prevalence of CVS %
Chennai ¹³	81.90
Malaysia ⁶	89.90
Mauritius ¹	59.90
IOM, Nepal ⁷	71.60
IT Workers Kathmandu, Nepal ¹⁰	82.50
Nobel Medical College, Nepal ⁸	92.40

Gowrisankaran S & Sheedy JE (2015). Computer vision syndrome: A review. *Work*, 52(2), 303-314.

Parajuli BR, Koirala S, Bajracharya A. Computer vision syndrome: a rising problem during COVID-19 period amongst students and online workers. *Journal of Patan Academy of Health Sciences*. 2021;8:e1-4.

Conclusiones del estudio

- El teletrabajo es una modalidad laboral emergente en nuestro país, catalizada por la Pandemia
- El 90% de nuestros encuestados fue trabajador PVD. EL 79% realizaba teletrabajo, multidispositivo.
- La exposición laboral fue principalmente con Notebook. La extralaboral con Celular.
- El 82% de los encuestados refirió exposición a PVD mayor a 4 horas diarias en contexto laboral
- El 26% de los encuestados refirió exposición a PVD mayor a 4 horas diarias en contexto no laboral
- La media de CVS-Q fue 10,1; con un 87% de los encuestados mostrando SVI. Ocurrencia acorde a la literatura

Disconfort Visual. SVI

Los principales factores asociados a SVI se originan en el propio funcionamiento del sistema visual del trabajador (e.g. visión binocular, acomodación, errores refractivos) y en el ambiente (e.g. Iluminación, posición y características de la PVD, calidad de imagen) .
Dificultad de la tarea Visual, Supra o sobre estimulación, Distracción, confusión perceptual

¿Qué es?

Afección temporal de los ojos por exposición prolongada e ininterrumpida a la pantalla del computador.

Síntomas

Visión borrosa | sensibilidad a luz intensa | ojos rojos | picazón | fatiga ocular | lagrimeo | sequedad | migrañas

Cómo Combatir

1. Regla del 20 20 20

Cada 20 minutos aparta la mirada de la pantalla por 20 segundos enfocando tus ojos a 20 pies (6 metros).



2. Sin reflejos

Cuida que tu pantalla no tenga reflejos de luz natural o artificial.



3. Parpadear voluntariamente

y mantener los ojos cerrados por 20-30 segundos de vez en cuando. En caso de ojos secos usar lágrimas artificiales.



4. Usar lentes

con tratamiento específico para computador (antirreflejo).



Medidas Preventivas

ERGONOMÍA VISUAL EN EL MARCO DEL TELETRABAJO QUEDATE EN CASA UTILIZANDO BUENAS PRÁCTICAS LABORALES



El teletrabajo es una la modalidad laboral en la que la tarea se desempeña total o parcialmente en un lugar distinto a la oficina central donde se encuentra el empleador mediante el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

A su vez la ergonomía busca (a partir de su carácter preventivo e integral) reducir el riesgo de accidentes laborales e índices de siniestralidad, promover la salud, seguridad y el bienestar de los trabajadores, mejorar el ambiente y condiciones de trabajo, y lograr un mayor compromiso, motivación y desempeño por parte los empleados. El teletrabajo, como un caso particular de trabajo con TIC, es un sistema de trabajo en el que la adopción de una nueva tecnología introduce nuevos riesgos asociados a la misma: riesgos visuales, músculo-esqueléticos y psicosociales.

Documento elaborado por:

Lic. Laura Piedrahita
Becaria Doctoral CONICET

Dr. Roberto Rodríguez
Investigador Adjunto CONICET

Dra. Andrea Pattini
Investigadora Principal CONICET

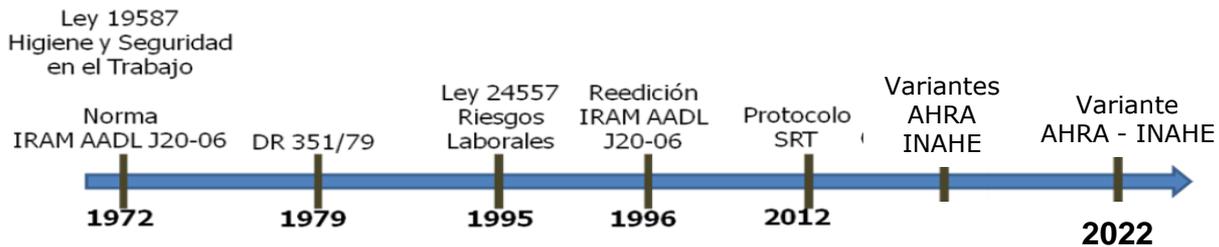
Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE)
CCT MENDOZA CONICET - Abril 2020

Iluminación Laboral

Un ambiente visual laboral **adecuado a las capacidades y limitaciones** de la visión humana, coadyuvará al desarrollo de la actividad con un **rendimiento apropiado en forma segura, saludable y con confort.**

Ergonomía e Iluminación Laboral

- Ley 19587 (Art. 6)
- Normas IRAM AADL (J 20-06:1972)
- Decreto Reglamentario 351/79 (Art. 71 al 76; Anexo IV)
- Resolución SRT 84/12
- Variante AHRA
- Variante INAHE
- Variante AHRA – INAHE
- Nueva IRAM AADL 2006



Ergonomía e Iluminación Laboral

1979 – Decreto Reglamentario 351/79 (Cap. XII; Anexo IV)

Características de la iluminación	Beneficio Esperado
Art. 71.1 Reproducción de colores.	<i>Rendimiento</i>
Art. 71.2 Efecto estroboscópico.	<i>Rendimiento-Seguridad</i>
Art 71.3 Cantidad de iluminación.	<i>Rendimiento</i>
Art 71.4 Deslumbramiento directo o reflejado.	<i>Confort</i>
Art. 71.5 Uniformidad iluminación, sombras y contrastes	<i>Confort – Rendimiento</i>
Art. 72. Fuentes monocromáticas o de espectro limitado.	<i>Rendimiento</i>
Art. 73 Nivel i luminancia según Anexo IV.	<i>Rendimiento</i>
Art. 74 Relaciones iluminancias según Anexo IV.	<i>Confort – Rendimiento</i>
Art. 75 Uniformidad iluminación según Anexo IV.	<i>Confort- Rendimiento</i>
Art. 76 Iluminación de emergencia.	<i>Seguridad</i>



Su contenido es una 'instantánea' del estado del arte de la luminotecnia en un contexto tecnológico, económico y ambiental nacional e internacional específicos

Ergonomía e Iluminación Laboral

2012 - Resolución 84/12 SRT

PROTOCOLO PARA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL AMBIENTE LABORAL									
⁽¹⁸⁾ Razón Social:					⁽¹⁹⁾ C.U.I.T.:				
⁽²⁰⁾ Dirección:			⁽²¹⁾ Localidad:		⁽²²⁾ CP:		⁽²³⁾ Provincia:		
Datos de la Medición									
Punto de Muestreo	⁽²⁴⁾ Hora	⁽²⁵⁾ Sector	⁽²⁶⁾ Sección / Puesto / Puesto Tipo	⁽²⁷⁾ Tipo de Iluminación: Natural / Artificial / Mixta	⁽²⁸⁾ Tipo de Fuente Luminosa Incandescente / Descarga / Mixta	⁽²⁹⁾ Iluminación: General / Localizada / Mixta	⁽³⁰⁾ Valor de la uniformidad de Iluminancia E mínima \geq (E media)/2	⁽³¹⁾ Valor Medido (Lux)	⁽³²⁾ Valor requerido legalmente Según Anexo IV Dec. 351/79

La Resolución de la SRT es una herramienta útil para sistematizar el registro de niveles de iluminancia en un plano horizontal por el método de grillado, permitiendo realizar un análisis **cuantitativo y parcial** de la iluminación **artificial** en espacios de trabajo.

La iluminación de **buena calidad** es mucho más que asegurar un nivel suficiente y uniforme de iluminación artificial en el plano de trabajo

Método de la cuadrícula variante AHRA - INAHE

Ing. Alberto Riva
Dr. DI Roberto Rodríguez



AHRA

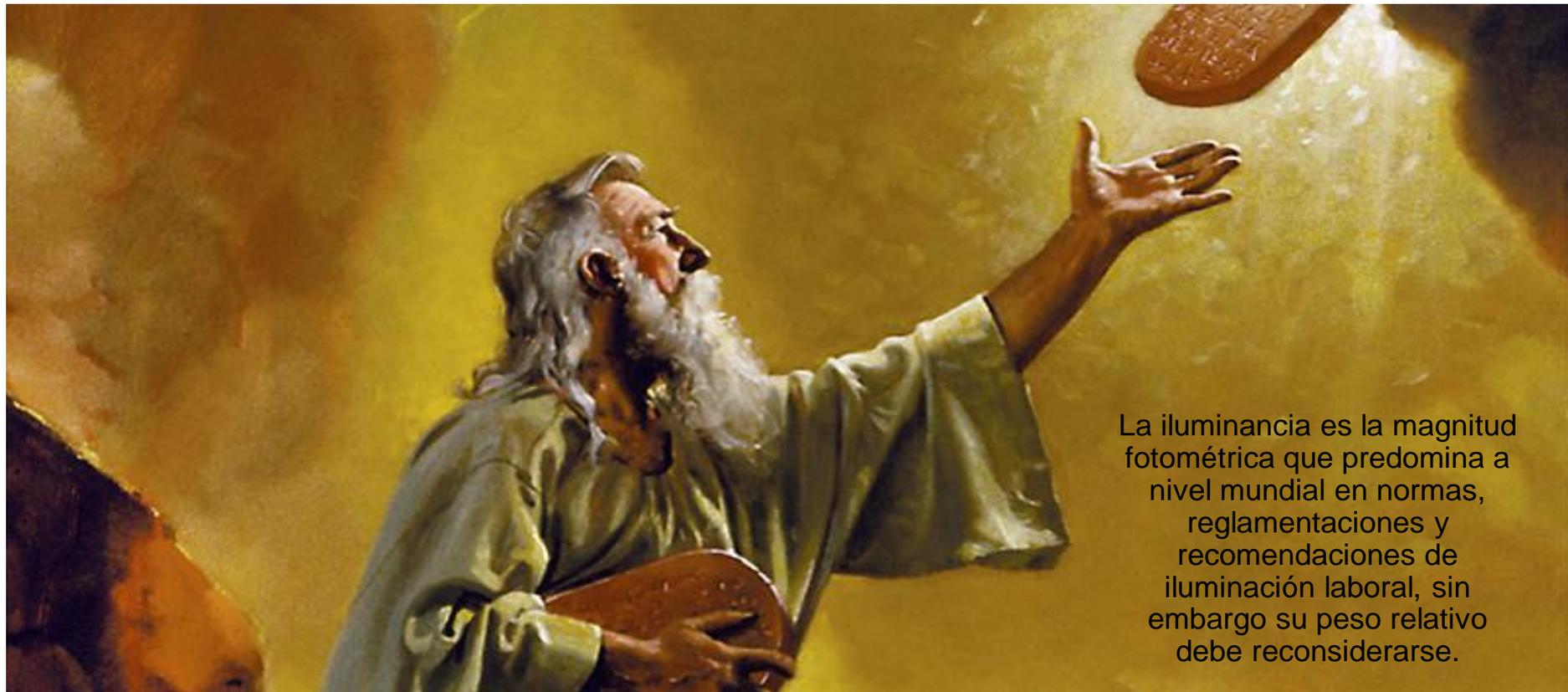
Asociación de Higienistas
Ocupacionales y Ambientales
de la República Argentina

I N A H E



CONICET

*16 de Mayo
Día Internacional de la Luz*



La iluminancia es la magnitud fotométrica que predomina a nivel mundial en normas, reglamentaciones y recomendaciones de iluminación laboral, sin embargo su peso relativo debe reconsiderarse.

Al revisar los niveles de iluminancia recomendados a lo largo de la historia en diferentes países son fruto de consenso, siendo influenciados por factores económicos, tecnológicos y sociales. La tendencia global es moderar el rol de los niveles de iluminancia en el plano de trabajo como el principal y único criterio en el diseño y evaluación.

	Australia	Austria	Bélgica	Brasil	China	República Checa	Dinamarca	Finlandia	Francia
local									
OFICINAS	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux	lux
general	160	500	300-750	750-1000	100-150-200	200-500	50-100	150-300	425
PC	160	160	500		150-200-300	300-500	200-500	150-300	250-425

¿Se puede reemplazar...?



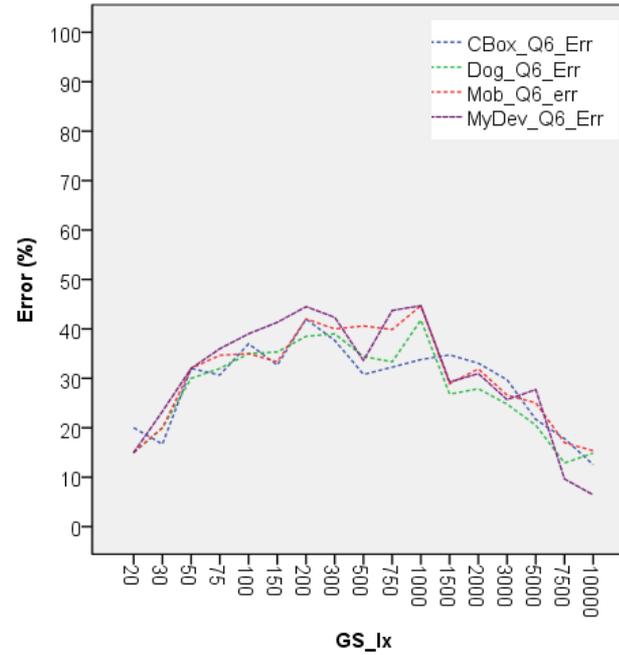
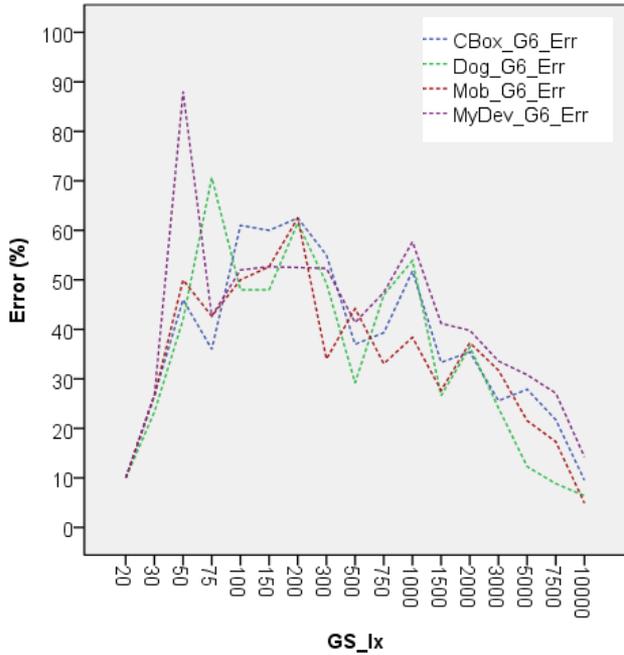
El avance en las tecnologías de comunicación móvil ha hecho posible dispositivos cada vez más **versátiles**, **potentes**, **ubicuos** y **asequibles**.

En conjunto con una creciente capacidad de procesamiento, de memoria, y el acceso a aplicaciones gratuitas, han convertido los teléfonos inteligentes en una herramienta de **gran potencial** en diversas áreas como el comercio, la salud, o la educación, impactando en normas sociales, culturales y en nuestro comportamiento como individuos.

**¿Se puede
reemplazar a un
luxómetro?**



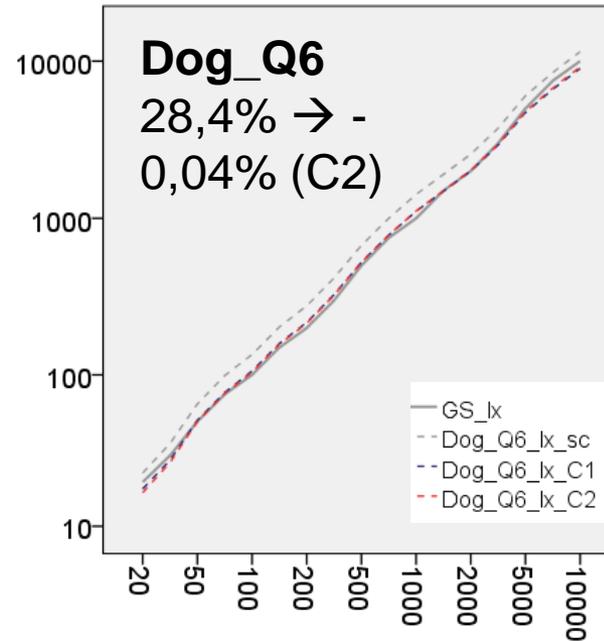
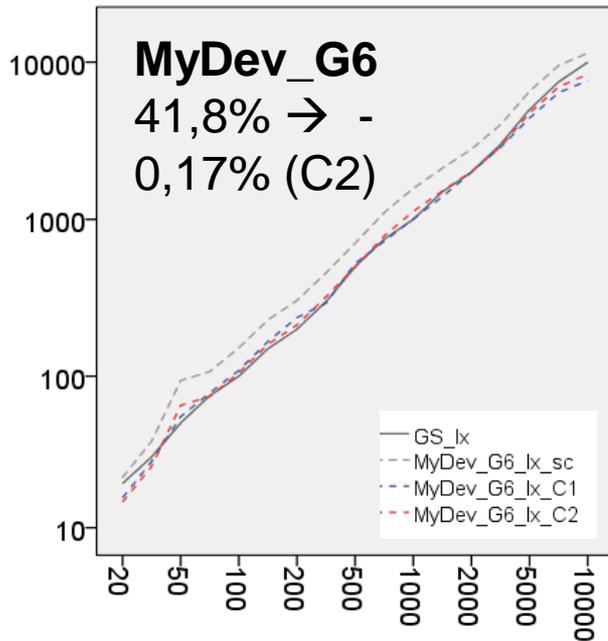
RESULTADOS – SIN CALIBRACIÓN



	CBox	Dog	Mob	MyDev
Q6	29,1%	28,4%	30,7%	30,9%
G6	37,6%	35,2%	34,4%	41,8%

- Sobre-estimación de Iluminancias
- Mayor error (43,1%) en rango 100-1000 lx
- Error por dispositivo:
 - Q6 = 20,4%
 - G6 = 21,8%
- Error por aplicación:
 - Dog= 18,1%
 - Mob= 20,9%
 - Cbox= 22,1%
 - MDev= 23,2%
- Variabilidad sin significación estadística

RESULTADOS – CALIBRACIÓN



	CBox		Dog		Mob		MyDev	
	Q6	G6	Q6	G6	Q6	G6	Q6	G6
C1	-2,96%	1,57%	0,36%	-0,95%	-0,91%	-2,125	-0,04%	1,41%
C2	0,01%	0,01%	-0,04%	-0,46%	0,11%	-0,32%	-0,1%	-0,17%

C1: FC_Media

$$FC = E_{lux} / E_{app}$$

- Requiere una sola medición
- Asociación entre magnitud de error y distancia a la iluminancia de calibración
- Error medio: -0,45% (DS= 1,88)

C2: Función Potencia

$$E_{cal} = aE_{app}^n$$

- Requiere desde tres mediciones.
- Error medio: -0,08% (DS=0,21)

CONCLUSIONES

Nuestros criterios de calibración mostraron un mejor desempeño en relación a la literatura.

¿Cuánta incertidumbre se puede tolerar en la práctica? (Green et al., 2018):

Si el relevamiento de iluminancia se realiza en el marco de una Evaluación Post Ocupacional, se recomienda un margen de error del 1%. Este requisito lo cumplen los criterios C1 y C2.

Si se busca conocer si la iluminancia se encuentra dentro de un rango, un 5% de error probablemente sea aceptable.

Si la situación no se encuadra en una verificación legal, como por ejemplo en estudios de preferencias el error puede alcanzar un 10%.

Considerando las clases de luxómetros según DIN 5032 (DIN, 2014), y su relación costo-beneficio, el uso de aplicaciones en teléfonos inteligentes para medir iluminación puede sustituir a luxómetros Clase B o C.

Que hacer (y no hacer) para medir iluminancia con un smartphone

SI

- Instalar la aplicación más fácil de usar.
- Elegir un criterio de calibración específico de acuerdo con sus necesidades específicas.
- Considerar que un luxómetro es un estándar de oro imperfecto.
- Usar un filtro en dispositivos Android para mediciones de iluminancia en exteriores.
- Conocer el entorno visual

NO

- Medir iluminancia con sin realizar un procedimiento de calibración.
- Calibrar con iluminancias aleatorias.
- Utilizar filtro para mediciones de iluminancia en interiores.
- Usar un SF como instrumento de medición para la investigación científica.
- Olvidar: Todo lo que se necesita es un instrumento confiable ... y un método.

**Gracias por su
atención!!!!**

Dr. Roberto G Rodriguez (INAHE –
CONICET)
rgrodriguez@mendoza-conicet.gob.ar