

Ergonomía de la Iluminación para el trabajo con computadoras





Dirección de Investigaciones - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad de Mendoza

Guía de recomendaciones para el diseño de iluminación de espacios de trabajo TIC



Equipo de investigación:

Director:

Dr. D.J. Roberto Rodríguez

Integrantes:

Esp. D.J. Del Rosso, Roxana
Esp. D.J. Dumit, Clarisa
D.J. Staneloni, Alejandra
D.J. Peterle, Augusta

Alumnos:

Andino, Marco	Cossari, Dellina
Pagano, Martín	Moreno, Lucía
Ragona, Luisina	Alberti, Antonella
Burgués, Florencia	Fernández, Clara
Villarreal, Florencia	Fioquetta, Emilia

Asesora Externa:

Dra. D.J. Pattini, Andrea

Realizado en el marco del proyecto de investigación:

Estresores visuales y cognitivos en oficinas con Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Estudio de Casos

Mendoza, Noviembre de 2013

Guía de recomendaciones para el diseño de iluminación de espacios de trabajo TIC

Ergonomía Visual en los puestos de trabajo TIC

Desde el punto de vista ergonómico, la iluminación de una oficina debe satisfacer una serie de aspectos para que la actividad a desarrollar por los usuarios se realice con eficiencia, eficacia y satisfacción. Para evitar la aparición de astenopia o del síndrome visual informático se recomienda la realización de micro - pausas laborales activas. Debe fomentarse el cuidado a la salud mediante interrupciones programadas al trabajo y cambios de rutinas. Este mejoramiento de la organización del trabajo podría reducir el estrés laboral. En este sentido, los empleadores deben conocer estos aspectos, de modo que no sólo permitan el cambio en el ritmo de trabajo, sino que lo fomenten de manera ordenada. Se ha encontrado que las "micro-pausas" son benéficas para la salud, sin disminuir en absoluto la productividad laboral.

La realización de una serie de ejercicios oculares sencillos es fundamental. Estos ejercicios se deben realizar sin anteojos ni lentes de contacto, con descansos pequeños y parpadeos entre cada ejercicio. Algunos ejemplos de ejercicios incluirían:

- ▶ Parpadeos: Observar y sentir 10 parpadeos completos (cerrar, abrir, cerrar,...) como si fuera un telón de un teatro que bajay sube.
- ▶ Movimientos oculares mirando un dedo, sin mover la cabeza. Los movimientos pueden ser:
 - ▶ Horizontal a la altura de los ojos, seguir el dedo con la mirada de derecha a izquierda y viceversa, descanso, parpadeos.
 - ▶ Vertical en la línea media de la cara, mirar el dedo moviéndolo hacia el cielo hasta el máximo, parpadeo, luego hacia el suelo, parpadeo, y puede repetirse 1 o 2 veces más.
 - ▶ Circular: Dibujar con la mirada 3 círculos grandes hacia la derecha y 3 hacia la izquierda, descanso, parpadeos. (Procurar tener el brazo estirado y sin tensión).
 - ▶ Parpadeo fuerte: Contracción máxima de los párpados, apretando los ojos, los puños y todos los músculos de la cara. A continuación abrir al máximo los ojos, puños y estirar la cara abriendo la boca. Repetir 5 veces. A continuación realizar siempre parpadeos rápidos.
 - ▶ Parpadeos rápidos, como aleteos de mariposa rápidos durante 5/7 segundos. Al terminar, cerrar los ojos y dejar unos momentos de escucha.
- ▶ Mantener los ojos lubricados (parpadeo) para evitar la sequedad.
- ▶ Medidas de protección de la PVD, como filtros de pantalla).
- ▶ Sentarse adecuadamente y a la distancia y altura adecuadas (medio metro de la pantalla a la altura de los ojos).
- ▶ Colocar todo el material de trabajo tan cerca de la pantalla como sea posible para minimizar los movimientos de la cabeza y de los ojos y también los cambios de enfoque.

El Lecho de Procusto



En la mitología griega, **Procusto** era un bandido y posadero del Ática que tenía su casa en las colinas, donde ofrecía posada al viajero solitario. Mientras dormía, lo ataba a las cuatro esquinas del lecho.

Si la víctima era alta y su cuerpo era más largo que la cama, procedía a **serrar** las partes del cuerpo que sobresalían. Si, por el contrario, era de menor longitud que la cama, lo descoyuntaba a martillazos hasta **estirarlo**.

Procusto continuó con su reinado de terror hasta que el **héroe Teseo** lo retó a comprobar si su propio cuerpo encajaba con el tamaño de la cama. Cuando el posadero se tumbó, Teseo lo ató a la cama y lo torturó para **ajustarlo**, cortándole a hachazos los pies y la cabeza.

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

Iluminación Procústea



Conocer las capacidades, limitaciones y preferencias del ser humano, analizando aquellas características que afectan al diseño del medio ambiente visual para mejorar la eficiencia/eficacia, seguridad, salud y bienestar de usuarios específicos realizando tareas específicas en contextos específicos.

«La Ergonomía es el lugar donde la Ética y la Tecnología se encuentran.»



El trabajo con PVD es un caso paradigmático de sistema de trabajo en el que la adopción de una nueva tecnología introduce nuevos riesgos asociados a la misma.

Demandas Visuales :

- Síndrome Visual Informático
- Deslumbramiento

Demandas Músculo – Esqueléticas:

- Posturas Inadecuadas
- Trabajo Muscular Estático
- Movimientos Repetitivos

Demandas Cognitivas:

- Procesamiento Constante
- Tareas Simultáneas

Demandas Psico-Sociales:

- Tecno-Stress
- Tecno-Fatiga
- Tecno-Adicción
- Tecno-Ansiedad



Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD)

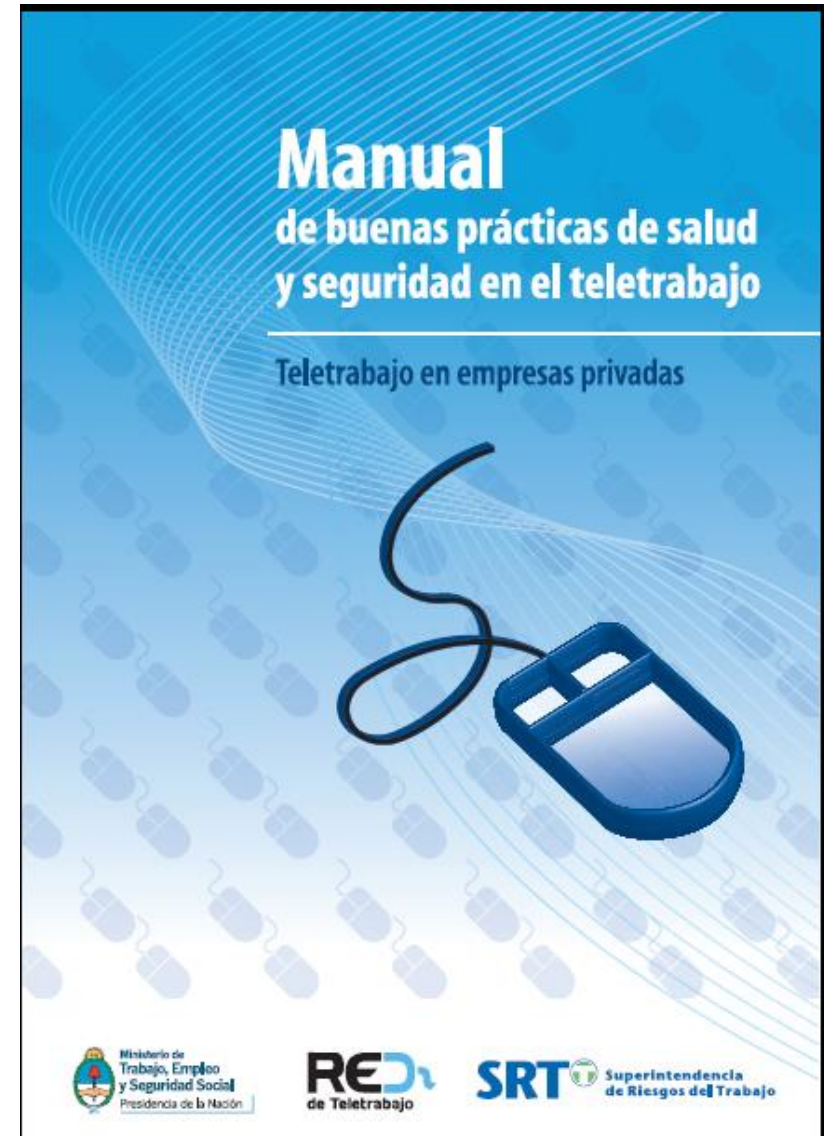
Quien es trabajador PVD?

Resolución 595/2013 MTESS: Creación PROPET

Teletrabajador es toda persona cuyo trabajo es realizado en su domicilio o en lugares distintos del establecimiento del empleador, mediante la utilización de todo tipo de tecnología de la información y de las comunicaciones (TIC).

Decreto 488/97 INSHT (Basado en ISO 9241)

Cualquier persona que habitualmente y durante una parte relevante de su trabajo normal utilice un equipo con PVD. Se entiende por PVD una pantalla alfanumérica o gráfica, independientemente del método de representación visual que utiliza.



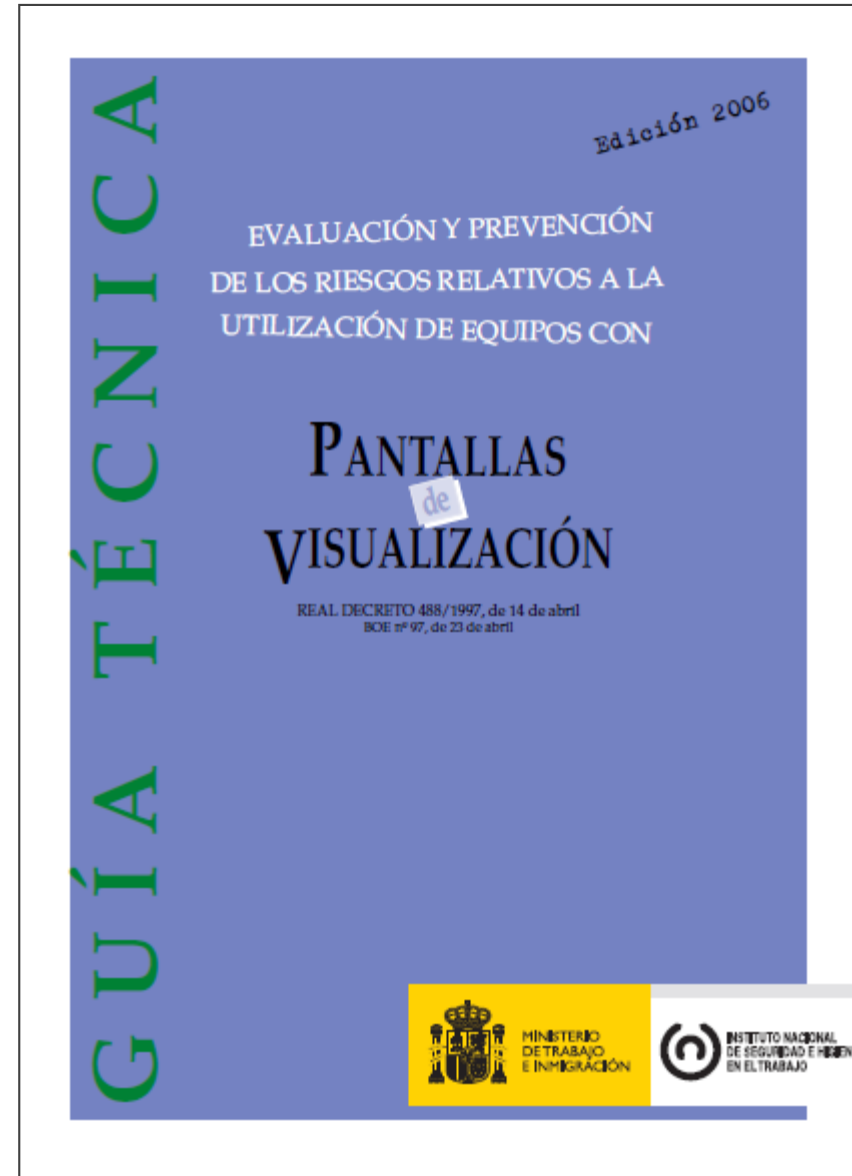
Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD)

Criterios del RD 488/97

Uso efectivo de la PVD por más de 4 horas diarias (o 20 semanales): SON TRABAJADORES PVD

Uso efectivo de la PVD entre 2 y 4 horas diarias (o 10 a 20 semanales): PUEDEN SER SON TRABAJADORES PVD BAJO CIERTAS CONDICIONES

Uso efectivo de la PVD por menos de 2 horas diarias (o 10 semanales): NO SON TRABAJADORES PVD



Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD)

Criterios del RD 488/97

Aquellos que tengan un uso efectivo de la PVD entre 2 y 4 horas diarias (o 10 a 20 semanales) serán considerados trabajadores PVD si cumplen **al menos 5** de estos requisitos:

- a. *Depender del equipo con PVD para trabajar, no pudiendo disponer fácilmente de medios alternativos.*
- b. *No poder decidir voluntariamente si utiliza o no el equipo con PVD.*
- c. *Necesitar una formación o experiencia específicas.*
- d. *Utilizar habitualmente equipos con PVD por períodos continuos de una hora o más.*
- e. *Utilizar equipos con pantallas de visualización diariamente o casi diariamente, en la forma descrita en el punto anterior.*
- f. *Que la obtención rápida de información por parte del usuario a través de la pantalla constituya un requisito importante del trabajo.*
- g. *Que las necesidades de la tarea exijan un nivel alto de atención por parte del usuario*

Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD)

Criterios del RD 488/97

Aquellos que tengan un uso efectivo de la PVD entre 2 y 4 horas diarias (o 10 a 20 semanales) serán considerados trabajadores PVD si cumplen **al menos 5** de estos requisitos:

- a. *Depender del equipo con PVD para trabajar, no pudiendo disponer fácilmente de medios alternativos.*
- b. *No poder decidir voluntariamente si utiliza o no el equipo con PVD.*
- c. *Necesitar una formación o experiencia específicas.*
- d. *Utilizar habitualmente equipos con PVD por períodos continuos de una hora o más.*
- e. *Utilizar equipos con pantallas de visualización diariamente o casi diariamente, en la forma descrita en el punto anterior.*
- f. *Que la obtención rápida de información por parte del usuario a través de la pantalla constituya un requisito importante del trabajo.*
- g. *Que las necesidades de la tarea exijan un nivel alto de atención por parte del usuario*

Del Trabajo con PVD al Trabajo TIC

Perfiles de Usuarios según Rodríguez & Pattini, 2011)

Estudio online caracterización
Usuarios TIC

Muestreo Bola de Nieve
N=333
Alfa Crombach = 0,7

- ¿Carga Mental?
- ¿Preferencias Iluminación?
- ¿Uso de Papel?

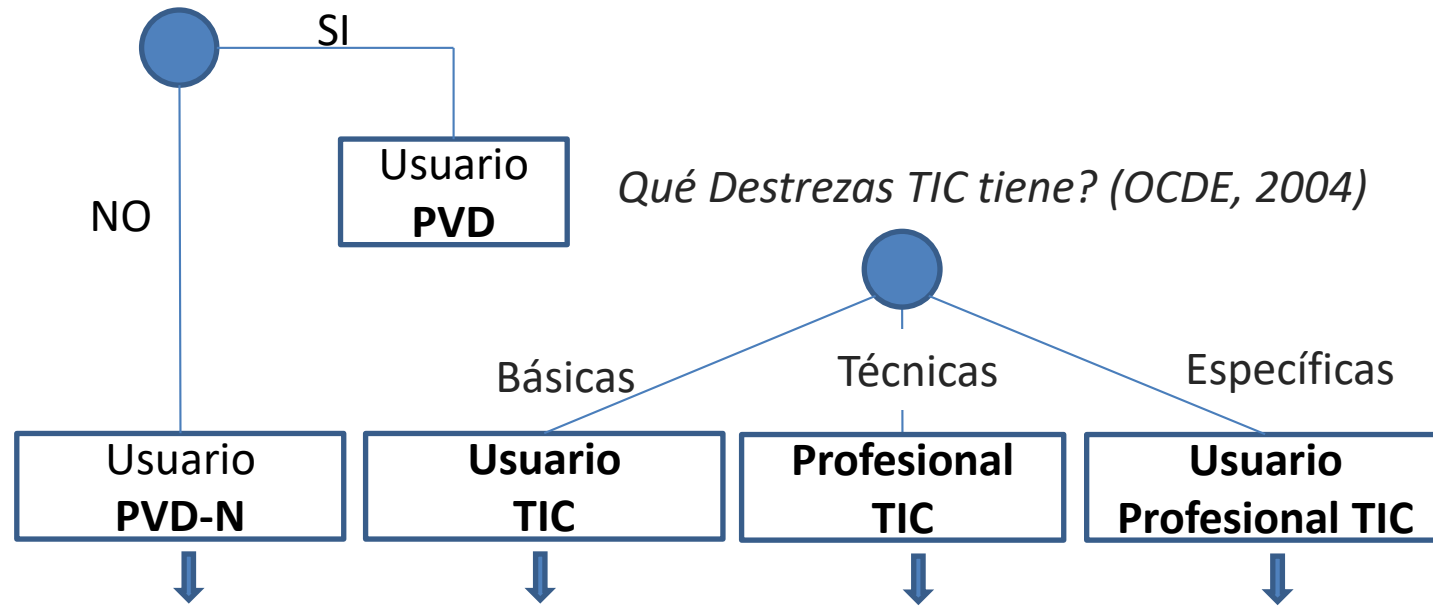


Trabajadores Cuello Azul

Trabajadores Cuello Blanco

Caracterización Usuarios TIC

Es Usuario PVD? (RD 488/97)



Dimensiones Complementarias

- Dependencia
- Aprovechamiento Recursos.
- Actitudes Positivas.

Preferencias Iluminación

- Tipo/Cantidad

Interacción Papel

- Alta/Baja

Carga Mental (RTLX)

- Demanda Física
- Demanda Temporal
- Demanda Mental
- Rendimiento
- Frustración
- Esfuerzo

Caracterización Usuarios TIC

Es Usuario PVD? (RD 488/97)



- Carga Mental
- + Demanda Física
- Rendimiento



- + Carga Mental
- + Demanda Mental
- + Esfuerzo
- + Demanda Temporal
- + Frustración
- + Dependencia
- + Recursos
- + Actitudes

Ambientes muy iluminados
Iluminación Natural + Artificial
Alto Uso de Papel

Del Trabajo con PVD al Trabajo TIC

Usuarios TIC	Profesionales TIC	Usuarios Profesionales TIC
<ul style="list-style-type: none"> + Carga Mental + Esfuerzo + Frustración - Rendimiento - Recursos - Actitudes <p>Alto Uso de Papel</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Carga Mental + Demanda Mental - Demanda Física - Dependencia <p>Bajo Uso de Papel</p>	<ul style="list-style-type: none"> + Carga Mental + Demanda Temporal + Rendimiento + Demanda Física - Frustración - Esfuerzo + Dependencia + Recursos + Actitudes <p>Bajo Uso Papel</p>
<p>Ambientes muy iluminados Iluminación Natural + Artificial</p>		

La Oficina sin Papel, mito o realidad?

Además de los aspectos

- AMBIENTALES
- ECONÓMICOS
- PRODUCTIVIDAD

Es de interés para la **Ergonomía Visual** y la **Ergonomía del Factor Ambiental Iluminación**, el uso de papel en oficinas.

William S. Jevons y la Paradoja de la oficina sin papel:

«aumentar la eficiencia disminuye el consumo instantáneo pero incrementa el uso del modelo lo que provoca un incremento del consumo global.»



Síndrome Visual Informático (SVI)

Conjunto de síntomas visuales, oculares y músculo-esqueléticos resultantes del uso prolongado de computadoras:

Tensión ocular, fatiga ocular, irritación, sensación de ardor, enrojecimiento, visión borrosa y visión doble, lagrimeo, dolor de cabeza, de cuello y hombros, además de sensación de fatiga y molestia ocular.

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.



Síndrome Visual Informático (SVI)

¿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).



Síndrome Visual Informático (SVI)

La última década fue testigo de un crecimiento dramático en la disponibilidad, y la asequibilidad de los dispositivos de medios digitales.

Su utilización para diversas tareas cotidianas mas allá de la actividad laboral ha incrementado el riesgo de ocurrencia de SVI.

Esta mayor exposición es particularmente marcada entre trabajadores de oficina.



PVD y Sistema Circadiano Humano (SCH)

El uso intensivo de dispositivos PVD además de factor de riesgo de SVI, es una fuente directa de estimulación inadecuada del SCH. Dos efectos se han identificado:

(i) *Cambio de fase*, atrasando o retrasando los períodos de sueño y vigilia, por supresión nocturna de melatonina (pico de sensibilidad espectral: 460 nm). Requiere de una exposición prolongada a la luz

(ii) *Supresión aguda de melatonina*, afectando el estado de alerta. Puede presentarse en cualquier momento del día. Requiere de corta exposición y su sensibilidad espectral es diferente al del cambio de fase.



PVD y Sistema Circadiano Humano (SCH)

El uso intensivo de dispositivos PVD además de factor de riesgo de SVI, es una fuente directa de estimulación inadecuada del SCH. Dos efectos se han identificado:

(i) *Cambio de fase*, atrasando o retrasando los períodos de sueño y vigilia, por supresión nocturna de melatonina (pico de sensibilidad espectral: 460 nm). Requiere de una exposición prolongada a la luz

(ii) *Supresión aguda de melatonina*, afectando el estado de alerta. Puede presentarse en cualquier momento del día. Requiere de corta exposición y su sensibilidad espectral es diferente al del cambio de fase.



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



Deslumbramiento

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

(iii) D. Incapacitante (fisiológico)



(iv) D. Molesto (psicológico)



Deslumbramiento Psicológico

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

Escala Glare Sensation Vote (GSV)

- **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)

Deslumbramiento Psicológico

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 softwares específicos e imágenes .rad (Evalglare – Radiance).

40

R.G. Rodriguez et al. / Building and Environment 113 (2017) 39–48

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

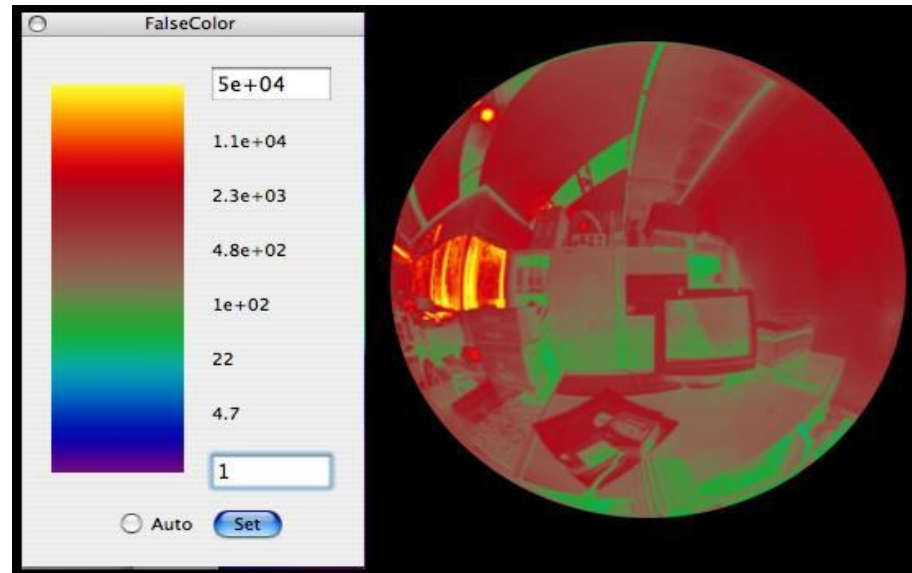
Source [4–8].

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

Deslumbramiento Psicológico

La luminancia es un parámetro fotométrico complejo y oneroso de medir.

-La técnica de HDRI es una alternativa económica, pero requiere de un complejo y riguroso procedimiento de calibración, adquisición, generación y procesamiento.



Deslumbramiento Psicológico – 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:

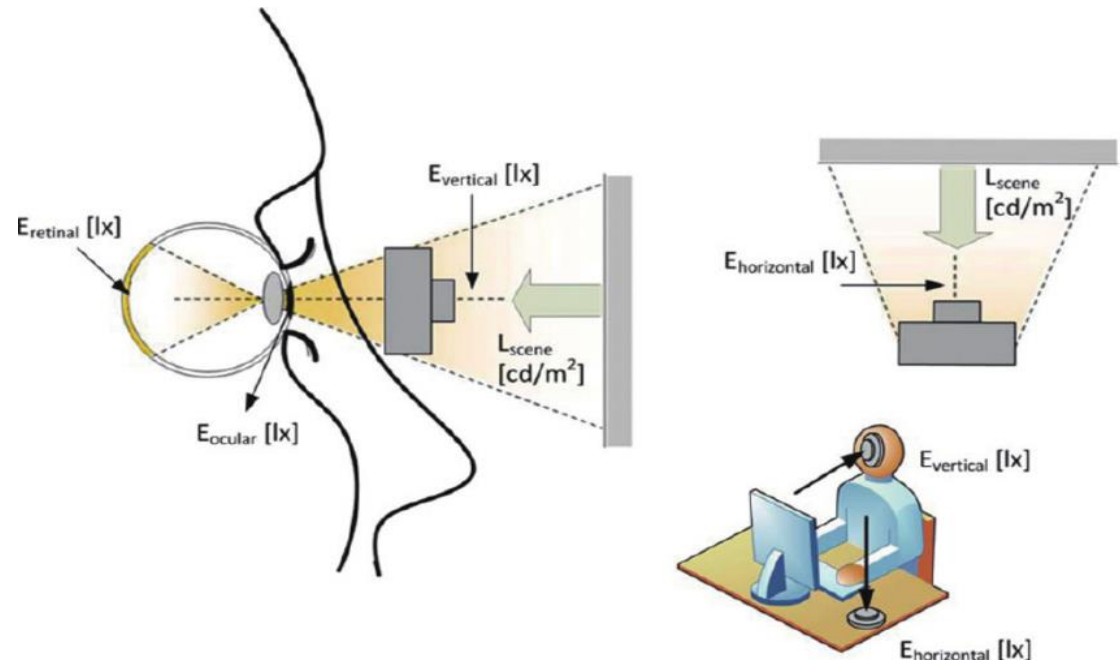
Imperceptible

Notable: 2400 lx

BCD

Molesto: 3500 lx

Intolerable: 4300 lx



según Wienold J, Iwata T, Sarey Khanie M, Erell E, Kraftan E, Rodriguez RG, Garretton 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

Iluminancia Horizontal



Niveles de Iluminancia

Magnitud fotométrica que predomina a nivel mundial en normas, reglamentaciones y recomendaciones de iluminación laboral, sin embargo su peso relativo debe reconsiderarse.



La selección de iluminancias basadas en desempeño ha sido calificada por Boyce (1996) como “un cuento de hadas”.

Niveles de Iluminancia

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.

	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

La IES (Illuminating Engineering Society of North America) busca desde su Lighting Handbook moderar el rol de los niveles de iluminancia en el plano de trabajo como el principal y único criterio en el diseño y evaluación.

Marco Legal y Normativo Argentino

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

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

Marco Legal y Normativo Argentino

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>



iformidad iluminación según Anexo IV.

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

Confort- Rendimiento

Seguridad

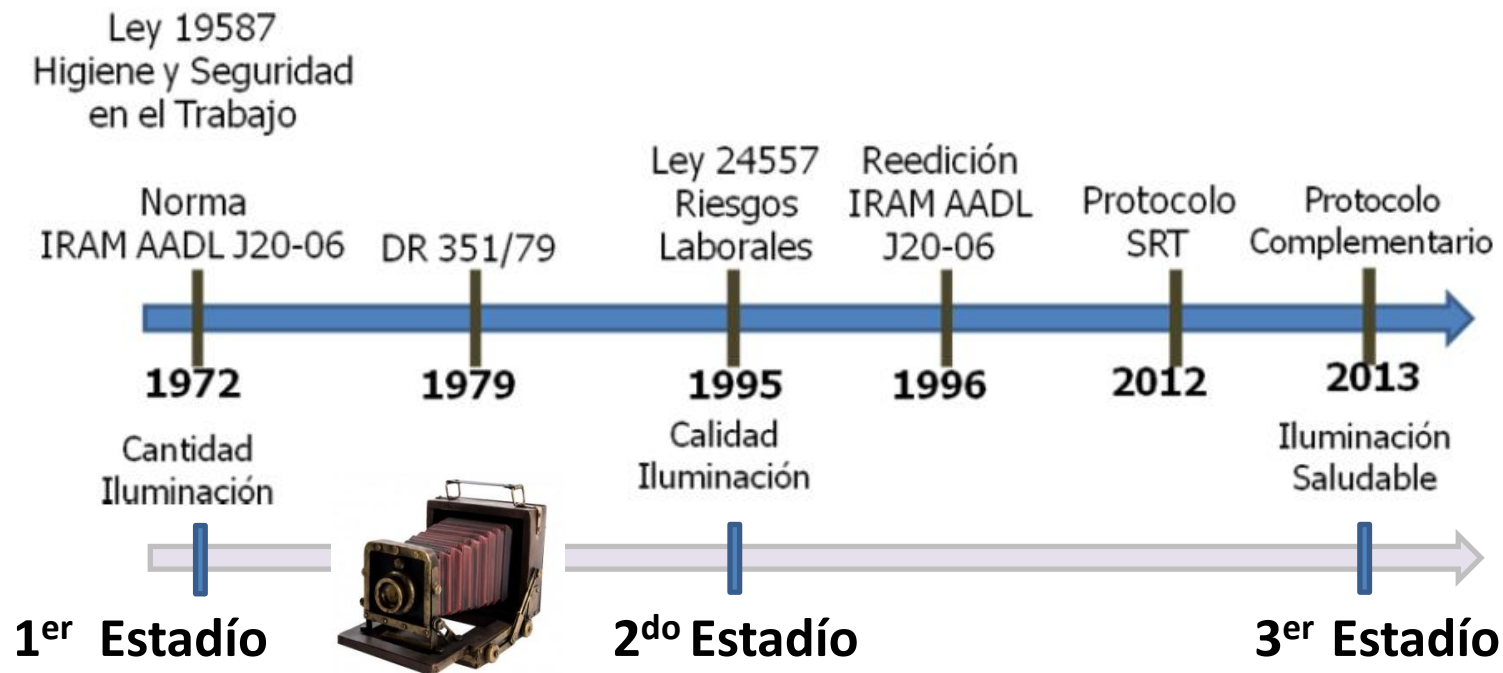
Marco Legal Argentino en contexto

Estándar Europeo EN 12464-1 (ISO 8995:2002)

Especifica requisitos de iluminación para lugares de trabajo interiores en términos de cantidad y calidad.

- Incluye una sección específica para trabajo con PVD.
- Determinación de Deslumbramiento mediante UGR.
- Ponderación de niveles de iluminancia.
- Incluye consideraciones energéticas, supeditadas al rendimiento visual.
- No especifica métricas o criterios de calidad y cantidad de luz natural.

Marco Legal Argentino en contexto



De este desfase surge la necesidad de realizar una profunda revisión y actualización de nuestro marco legal, normativo y metodológico.

En resumen:

- Hemos revisado desde una perspectiva ergonómica las características del trabajo de oficina en el marco de la Sociedad de la información.
- Abordamos nuevas problemáticas asociadas al SVI.
- Propusimos métodos prácticos para la evaluación de Deslumbramiento Psicológico.
- Reflexionamos sobre el peso dado a los niveles de iluminancia.
- Contextualizamos el Marco Legal Argentino en iluminación laboral.

GRACIAS!!

rgrodriguez@mendoza-conicet.gob.ar