

Congreso Nacional del Medio Ambiente  
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

# CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

**Beatriz Arranz Arranz**  
**GRUPO DE TRABAJO GT-5. SALUD Y HABITABILIDAD.**  
#conama2018



- 01** Descripción del parámetro
- 02** Escala urbana
- 03** Escala edificio
- 04** Escala usuario
- 05** Conclusiones
- 06** Bibliografía

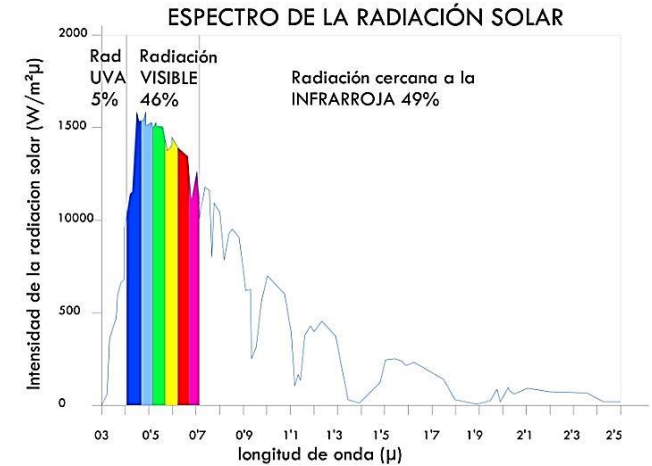
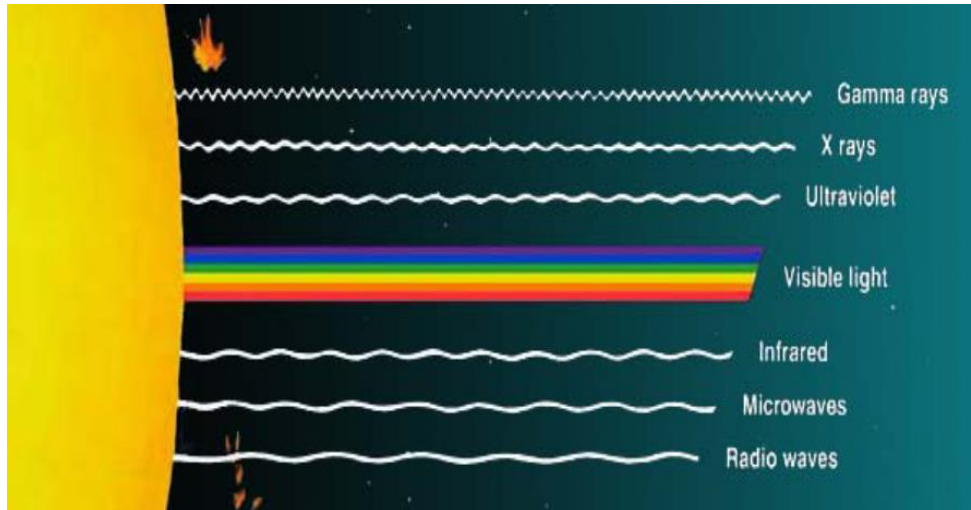


# 01 DESCRIPCIÓN DEL PARAMETRO

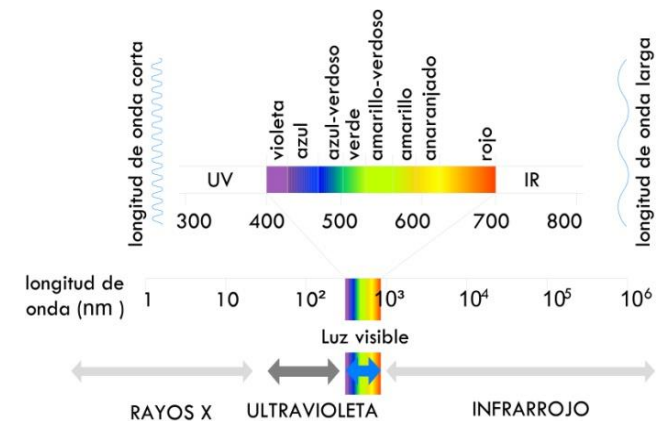


# ¿Qué es la luz?

Llamamos **luz** a la parte del espectro de las radiaciones electromagnéticas que **percibe el ser humano**.



Espectro de la radiación solar.



Espectro visible de la radiación solar



## ¿Qué es la contaminación lumínica?

**Luz artificial que produce degradación en los ecosistemas.**

**Ingeniería y arquitectura:** Aquellas emisiones de flujo luminoso de fuentes artificiales de luz nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para las actividades previstas.



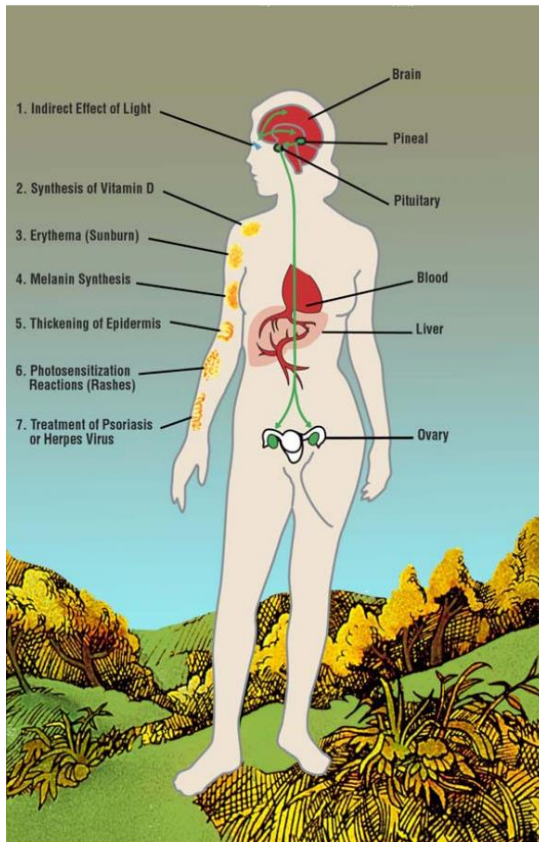
Ejemplo de cielos nocturnos rurales y metropolitanos (*Apaga una luz y enciende una estrella(UNAM)*)



# 02 ESCALA URBANA



## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?



**Percepción del mundo exterior.  
Regulación orgánica humana.**

Terapia luminosa

90% de la población mundial

Hallazgos de las investigaciones  
biológicas y médicas.

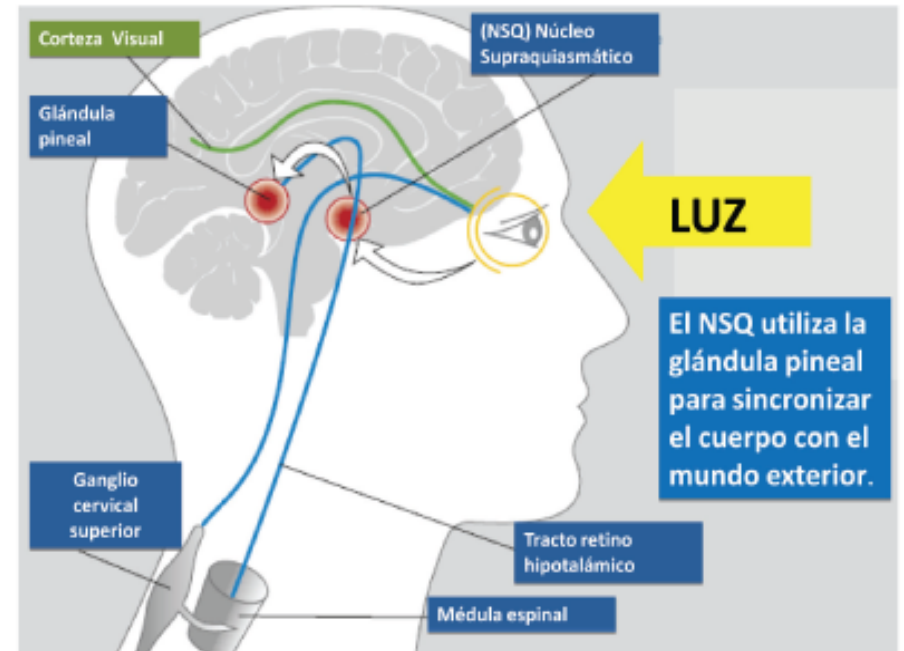
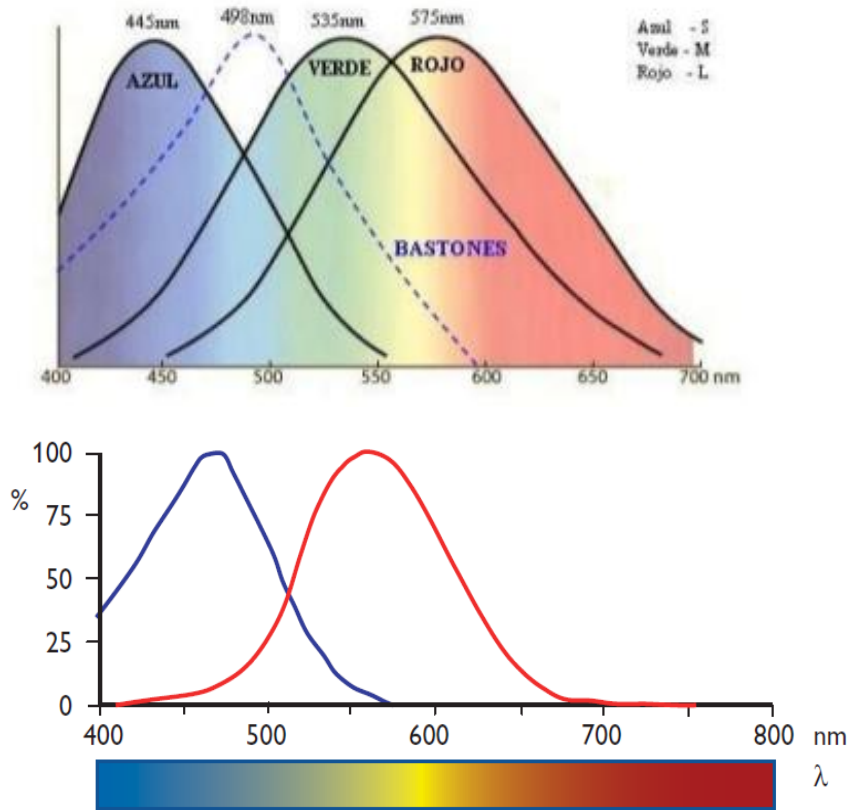
Últimos 30 años

Efectos de la luz en el cuerpo humano.  
"The effects of light on the human body",  
Richard J. Wurtman.





## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?



Illumination to Messages.ELC/CELMA-February, 2012 ,Dipl.Ing. Peter Dehoff

1722 Antony van Leeuwenhoek.

2002 David Berson et al.

(“Photoreception for regulation of melatonin and the circadian system in humans”, Brainard, G.C, 2004.).

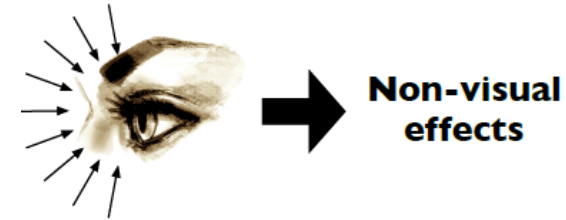
La **curva  $V_\lambda$**  aplicable al sistema de conos es la base de todas las unidades de iluminación, como el lumen, el lux y la candela. Brainard determino la **curva de "acción biológica" espectral**.





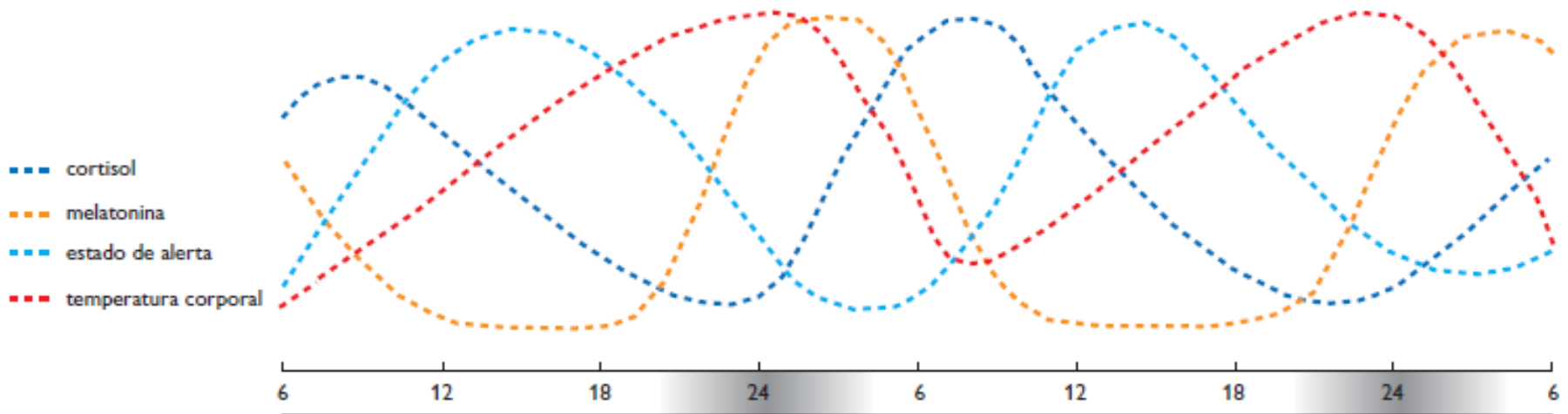
## La luz y los ritmos circadianos

**Variaciones rítmicas** que sufre nuestro organismo de manera regular en ciclos de aproximadamente 24 horas.



Nuestro cuerpo no se comporta igual durante el día y durante la noche.

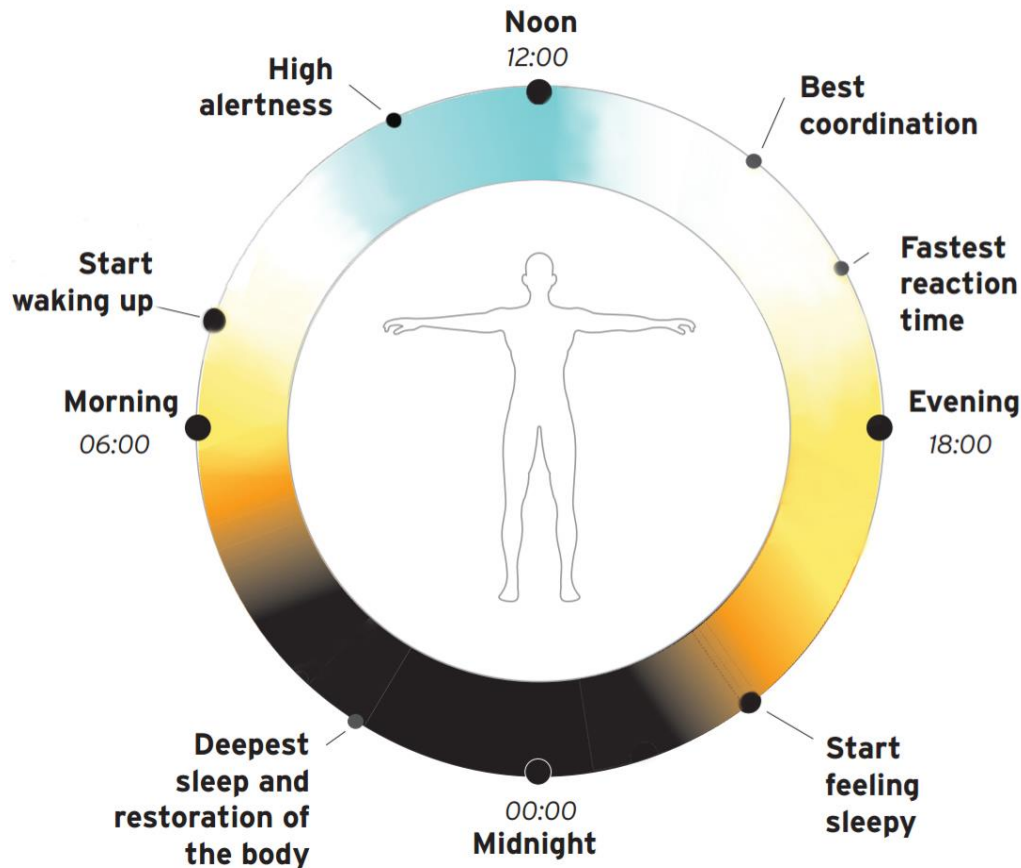
La melatonina es una hormona que actúa directamente sobre el ciclo sueño-vigilia pero, además, se ha descubierto su influencia sobre el sistema inmunológico.





## Necesitamos luz y oscuridad

Hay un periodo del día en el que estamos activos y otro en el que estamos durmiendo  
 La luz es el componente externo que tiene la mayor influencia sobre nuestro reloj interno



### Consecuencias

- Al tener poca sincronización con la luz del sol, tendremos sensación de sufrir jet-lag.
- Tendremos problemas con el sueño y el estado de alerta.
- Alteración hormonal y del sistema inmunológico.
- Alteraciones en el estado de ánimo, rendimiento, bienestar y salud (dolores de cabeza, fatiga, ansiedad).
- El SAD (trastorno afectivo estacional)



## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?

La luz natural proporciona la única luz con el espectro de la radiación completo.

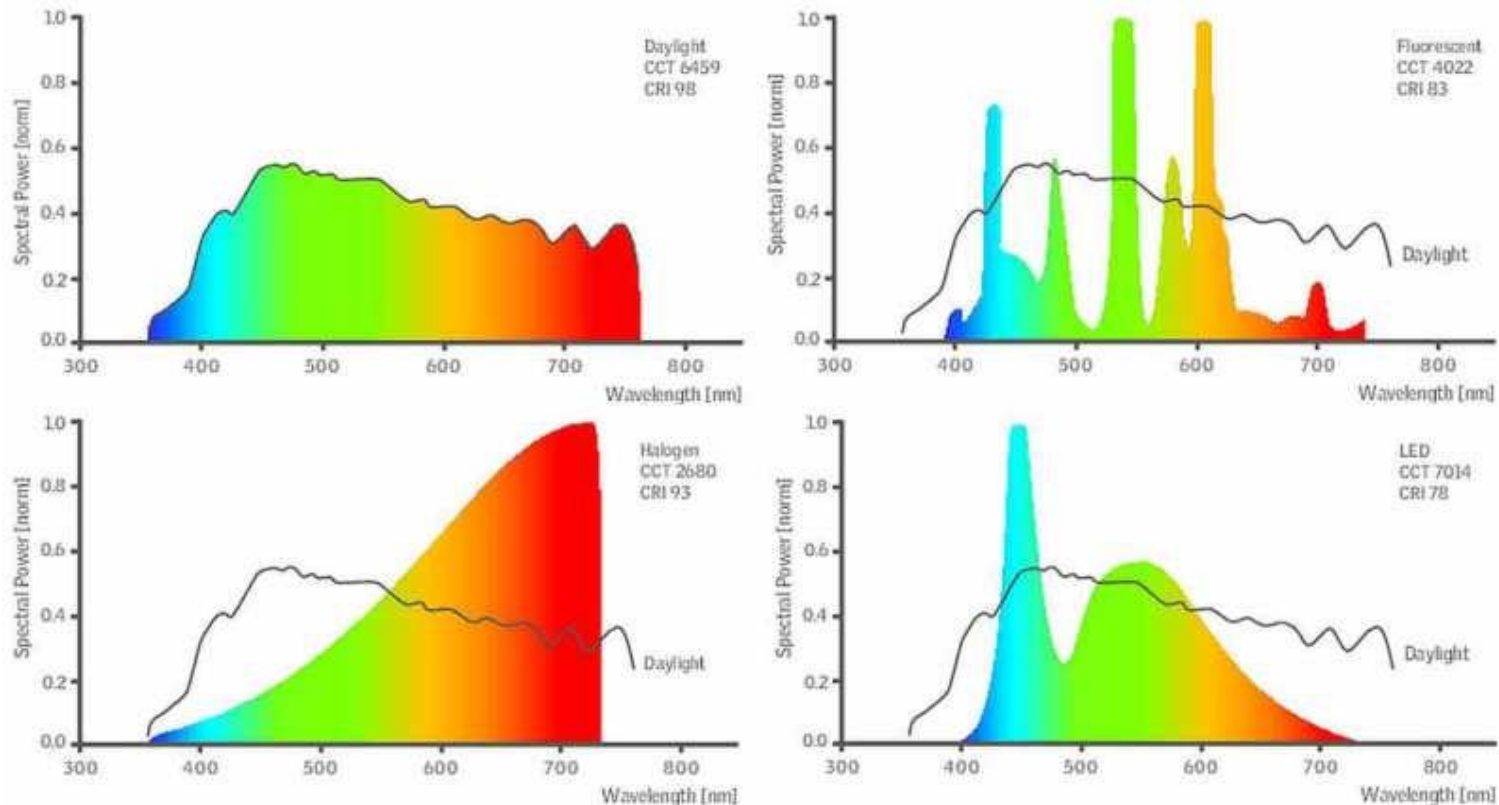
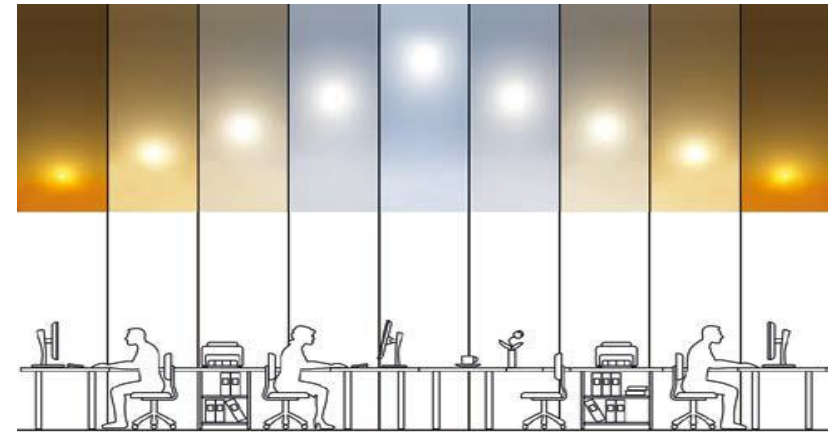


Figura 9: Espectros de distintas fuentes de luz: Arriba izquierda luz natural, arriba derecha fluorescente, abajo izquierda halógena y abajo derecha LED estándar.

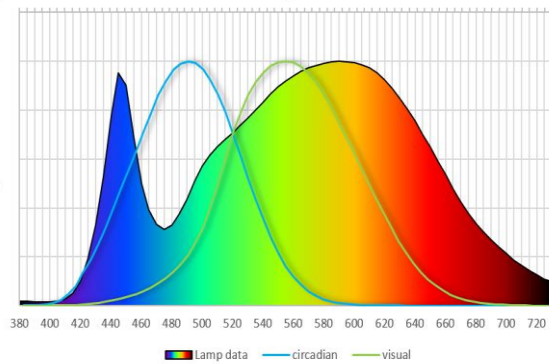


## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?

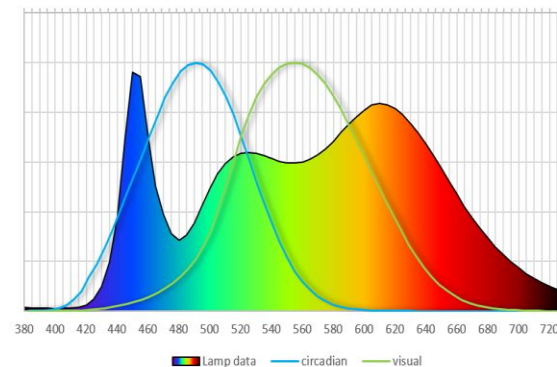
Las luminarias de última generación dinámicas varían a lo largo del día simulando la luz natural y reproducen su espectro en mayor o menor medida dependiendo del modelo.



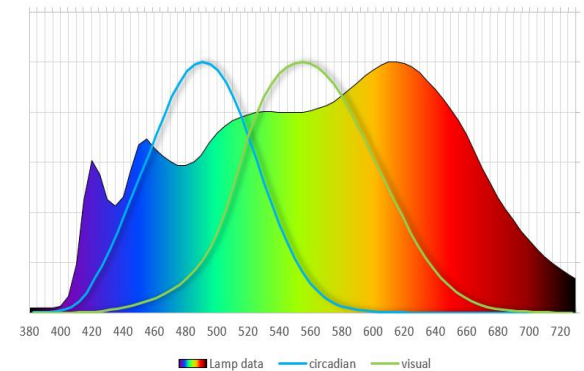
El proceso de la luz natural en el exterior.



DYNAMIC



DYNAMIC HCL



DYNAMIC HCL AVANT



¿Cuáles son los condicionantes o modificadores a nivel urbano?

**Luz natural:**

Variación temporal: Intensidad, contenido espectral y variación temporal.

Lugar y entorno: Latitud, altitud, condiciones de la bóveda celeste y la atmosfera, colores del entorno, orientación, pendiente, fondo del edificio.

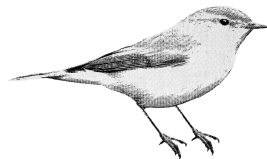
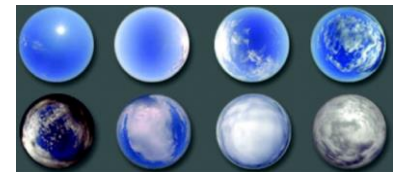
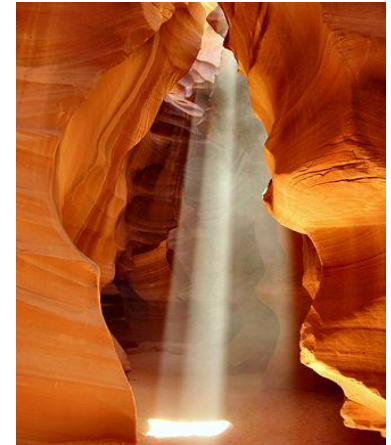
**Iluminación artificial:**

Dirección de la luz, espectro, selección áreas a iluminar, niveles de iluminación, optimización de horarios de encendido.

Regular escenarios de contaminación lumínica extrema.

Racionalizar el uso.

Evitar intrusión lumínica.



Diseño urbano considerando el aprovechamiento de la luz natural.  
Iluminación artificial razonable.



# 03

## ESCALA EDIFICIO



## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?

Hemos evolucionado en el exterior bajo el ciclo luz-oscuridad.  
 Hoy pasamos el **90%** de nuestro tiempo en interiores.  
 Existe una gran diferencia entre la luz del exterior y del interior respecto a su **intensidad, color, dirección, dinámica de la luz y horario.**



... muy poca luz durante el día

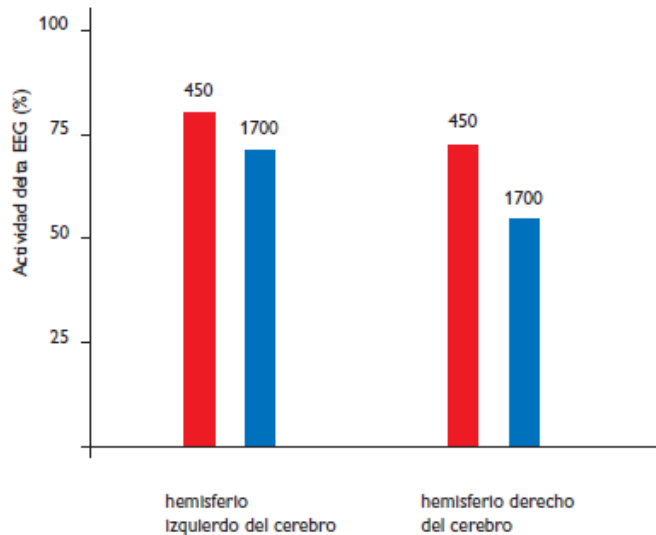


... demasiada luz por la noche



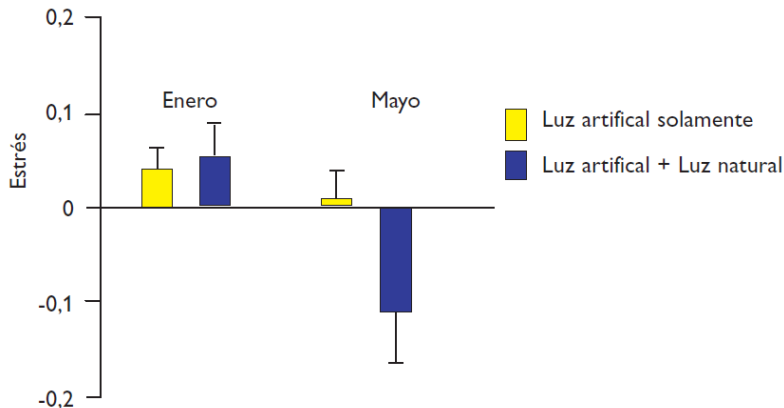


## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?



Actividad delta en el patrón de ondas cerebrales (EEG) de trabajadores de oficinas sometidos a una iluminación de 450 lux y 1700 lux

*(Küller and Wetterberg).*



Nivel de quejas sobre estrés (con dispersión estadística) en un grupo de trabajadores que utiliza bajo luz artificial exclusivamente, o con luz artificial y natural combinadas *(Kerkhof).*

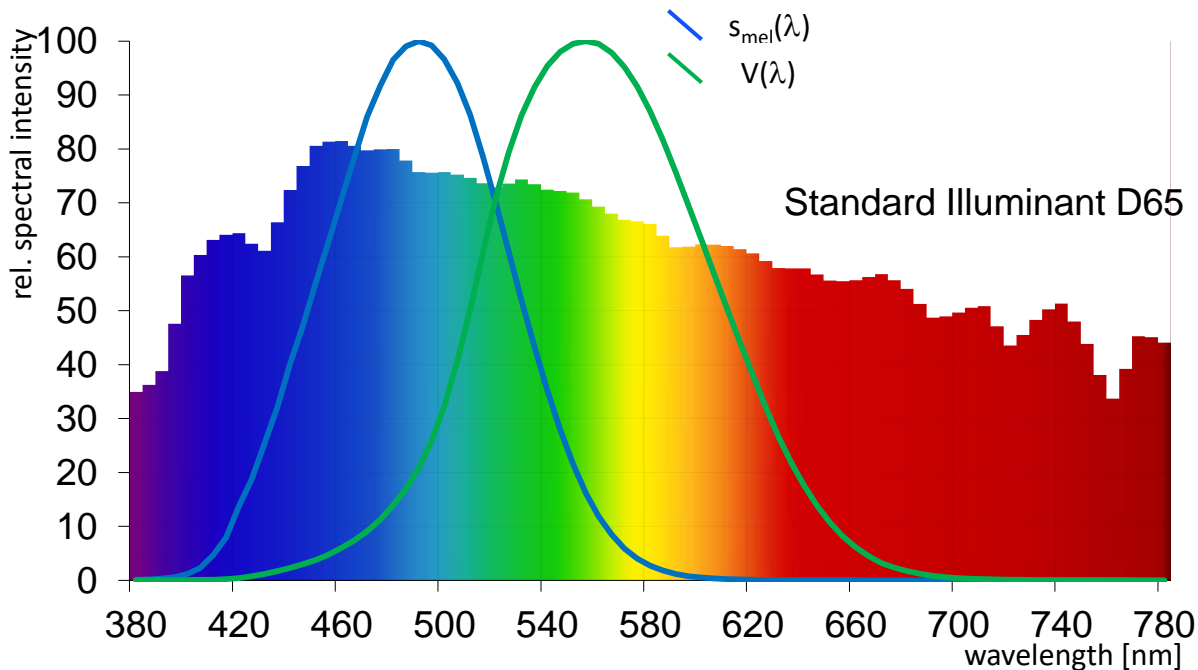




# ¿Qué recoge la norma?

## La métrica de la luz circadiana según CIE DIS 026

Seguiremos utilizando el Lux para estimar los efectos visuales. Para estimar los efectos no visuales utilizaremos el **Melanopic Equivalent Daylight Illuminance (MEDI)**.



Necesitamos que llegue al ojo al menos **240 MEDI de la fuente de luz D65** (o cantidad equivalente) para activarnos y sincronizarnos

**$S_{mel}$  (460-480nm)**



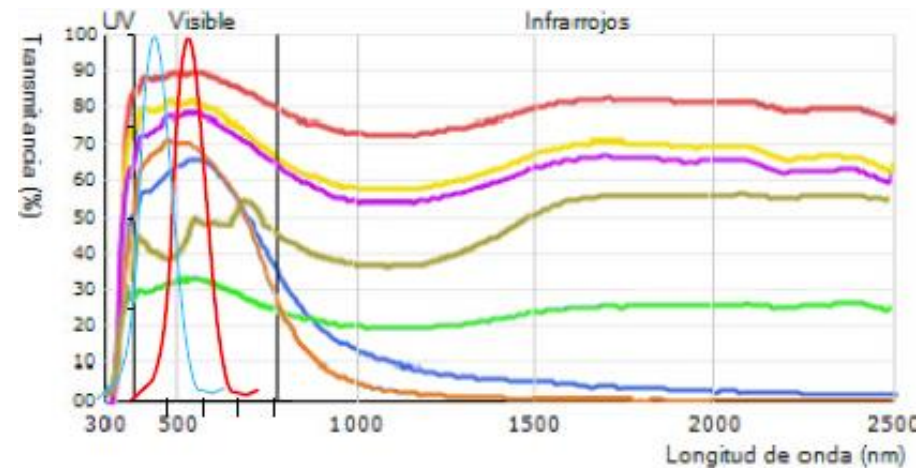
## ¿Cuáles son los condicionantes o modificadores a escala edificio?

### Luz natural

- Fuentes de iluminación: Directa o indirecta
- Disponibilidad
- Ventanas
- Protección solar
- Protección lumínica
- Tipo de vidrio

### Luz artificial

- Brillo de las superficies
- Limitación correcta del deslumbramiento
- Equilibrio entre contrastes
- Sistemas de iluminación y sistemas de control



- Planilux 6mm
- Planilux 6/12/4
- Planilux 6/12/4 con filtro solar en capa 2 (COOL-LITE SR 132)
- Planilux 6/12/4 con filtro solar en capa 2 (COOL-LITE SKN 174II)
- Planilux 6/12/4 con bajo emisivo en capa 3 (PLANITHERM 4S)
- Planilux 6/12/4 con filtro autolimpiable en capa 1 (BIOCLEAN)
- Bronze-planilux 6/12/4



# 04 ESCALA USUARIO

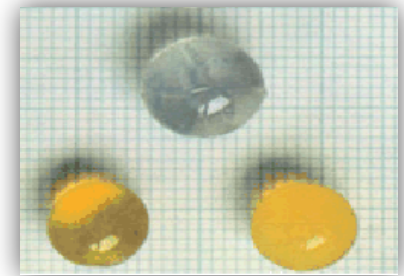


## ¿Qué sabemos sobre cómo afecta este parámetro a la salud?

Es muy importante en la HCL tener en cuenta el genero, la edad y el cronotipo de cada persona para calcular los efectos de la luz.

Según Joan Roberts, hay **receptores de estrógeno y testosterona** en el ojo y en el corteza visual. Las mujeres pueden distinguir más intensamente y mejor los colores azul, verde y amarillo que los hombres. Los hombres perciben mejor los objetos brillantes y a la distancia. Las mujeres prefieren la iluminación "más cálida" y con menor intensidad.

El cristalino es casi transparente hasta los 15 años, después amarillea progresivamente hasta los 40 **filtrando la luz violeta**, posteriormente se vuelve marrón **filtrando la luz circadiana** afectando más a la **sincronización del reloj biológico** de los mayores.



**Las personas mayores necesitan más luz melanópica durante el día para mantenerles despiertos durante la jornada y para que puedan dormir mejor durante la noche.**

**Cada persona tiene su propio ritmo circadiano**, algunas son diurnas, otras nocturnas y por último el tercio restante se queda entre medias.



## ¿Cuáles son los condicionantes o modificadores a nivel de usuario?

### Entorno psicosocial

#### Preferencias del usuario:

- Preferencias del tipo de ventana.
- Influencia de las vistas.
- Preferencias en la configuración de los dispositivos de control solar
- Sistemas manuales/automatizados.
- Niveles de iluminación.



**La visión**



**El cuerpo**



**El estado  
anímico**



Versatilidad en el diseño para poder optar a diversos escenarios.



# 05 CONCLUSIONES



## Conclusiones

- Necesitamos: **Luz** circadiana para estimular nuestros ritmos biológicos y sincronizarnos con el día, **Oscuridad** para dormir, el **ciclo Luz/Oscuridad** regulado..
- En la actualidad se dan las. condiciones para que la **iluminación saludable** esté presente en todos los espacios que habitamos
- Recientes **descubrimientos médicos** nos ayudan a entender como nos afecta la luz, **sistemas constructivos innovadores** nos permiten aprovechar la luz natural y **nuevos sistemas de iluminación artificial** nos proporcionan iluminación artificial “circadiana” de calidad y versátil.
- La normativa está desarrollada en relación a la cantidad de luz para la realización de distintas tareas (ámbitos laborales), sin embargo, no hay normativa de obligado cumplimiento que haga referencia a la **cantidad de luz natural necesaria**.



**[beatriz.arranz@ietcc.csic.es](mailto:beatriz.arranz@ietcc.csic.es)**







## Bibliografía

- [1] Agencia internacional de la energía IEA (International Energy Agency). Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas. (2015)
- [2] Berson, D.M., Dunn, F.A., Motoharu Takao; "Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock", Science, February 8; (2002).
- [3] WJM van Bommel et al. Lighting for work: a review of visual and biological effects. Memorial lecture presented to the Society of Light and Lighting, London, June 2004
- [4] Brainard, G.C., "Photoreception for regulation of melatonin and the circadian system in humans", Fifth International LRO lighting research symposium, Orlando, (2002).
- [5] Richard J. Wurtman "The effects of light on the human body", Scientific American, 1975.
- [6] "Lighting indoor environments: Visual and non-visual effects of light sources with different spectral power distributions" (L.Bellia, F.Bisegna, G. Spada, Building & Environment, 2011)
- [7] Wiskemann A.et al. "Fluorescent lighting enhances tumor formation" (N.W., 1986 Cancer Research and Clinical Oncology)
- [8] Hazell, J. et al. "Fluorescent lighting contributes to agoraphobia" (Psychology & Medicine, 1990)
- [9] O'Leary et al. "Increase in breast cancer rates among night workers exposed to fluorescent light" (American Journal of Epidemiology, 2006)
- [10] Stevens, & Rea "Circadian disruption caused by fluorescent light in the built environment contributes to breast cancer and endocrine disruption" (Cancer Causes and Control, 2001)
- [11] Basso, M.R."Fluorescent lighting caused increased stress in humans". (Jr., Journal of Neuroscience, 2001)
- [12] Küller, R., Wetterberg, L., "Melatonin, cortisol, EEG, ECG and subjective comfort in healthy humans: impact of two fluorescent lamp types at two light intensities", Lighting Research and Technology, (1993).
- [13] Boyce, P.R, et al. "Lighting the graveyard-shift: the influence of a daylight-simulating skylight on the task performance and mood of night-shift workers", Lighting Research and Technology. vol. 44, 1997. no. 3, p. 316-333.



## Bibliografía

- [14] Daurat, A., et al., “Bright light affects alertness and performance rhythms during a 24-hour constant routine”, *Physics and behaviour*, (1993).
- [15] Grunberger, J., et al., “The effect of biologically-active light on the no psyche and thymopsyche on psycho-physiological variables in healthy volunteers”, *Int. J. of Psychophysiology*, (1993).
- [16] Tops, M., et al., “The effect of the length of continuous presence on the preferred illuminances in offices”, *Proceedings CIBSE Conference*, (1998).
- [17] Kerkhof, G.A., “Licht en prestatie”, *Proceedings. Symposium Licht en Gezondheid, Amsterdam*,(1999).
- [18] Partonen, T., et al., “Bright light improves vitality and alleviates distress in healthy people”, *Journal of Affective disorders*, (2000).
- [19] <https://www.cbre.nl/en/healthy-offices-research/juiste-verlichting>
- [20] Galasiu, A.D. et al. “Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review”

**Monroy, M. M.. Manual de diseño de calidad ambiental ICARO.** ISBN: 84-690-0658-4. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento (fondos europeos FEDER). 2003.

Yañe, G. Z. *Arquitectura solar e iluminación natural.* ISBN: 978-84-89150-81-2. Madrid: Munilla-Lería.2008.

**Bluyssen, P.M.. The Indoor Environment Handbook.** How to make buildings healthy and comfortable. ISBN: 978-1-84407-787-8. Reino Unido y Estados Unidos: Earthscan.2009

Licht, U.B. *Lighting Design. Detail.* ISBN: 978-3-7643-7493-8. Munich: Birkhäuser. 2006

LBL. *Tips for daylighting windows.* ISBN: 978-1-58603-709-3. IOS Press. 2009

Grupo de trabajo: CEI, IDAE y CSCAE. *Guía Técnica Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios.* Madrid: IDAE. ISBN: 84-86850-92-4



# ¡Gracias!

#conama2018