

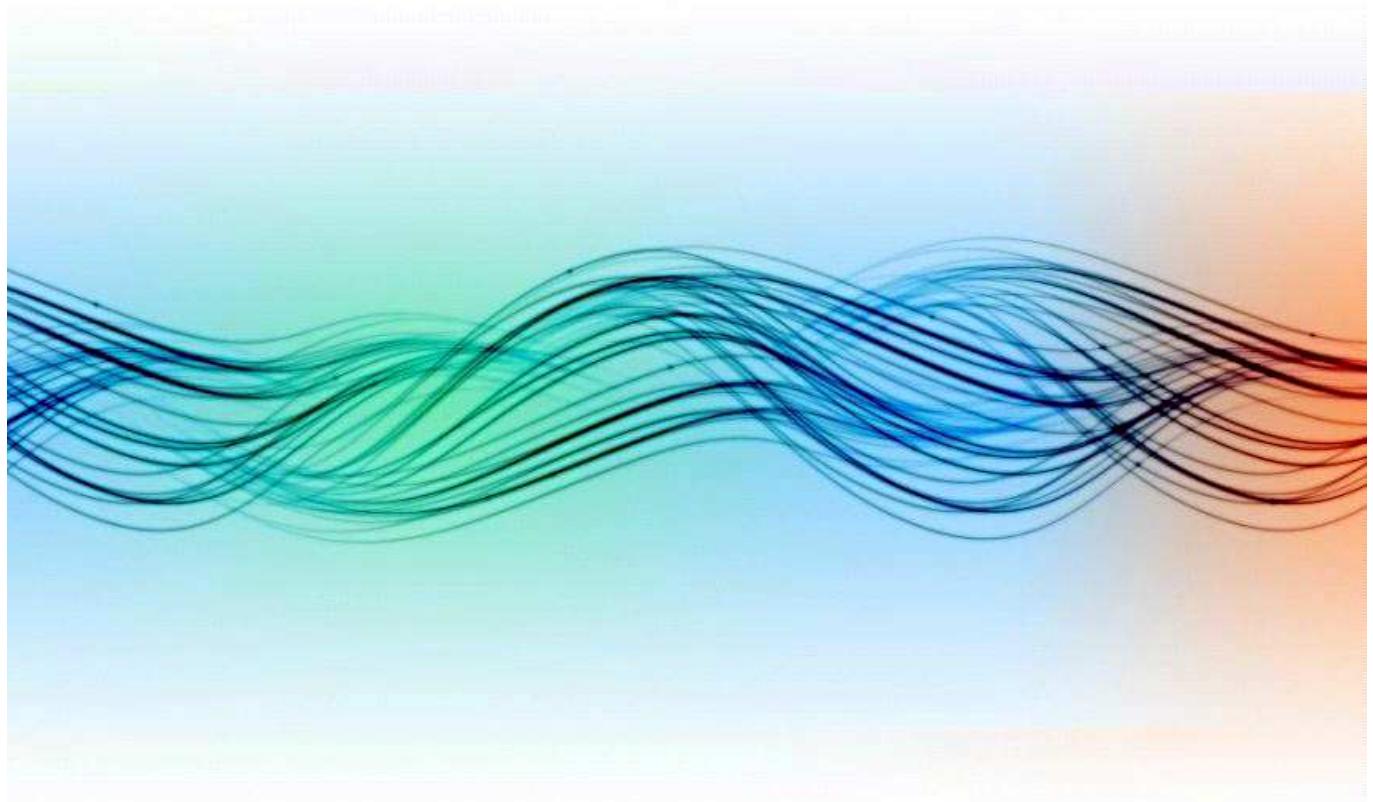
# folla de prevención

**FRANCISCO JAVIER COPA RODRÍGUEZ**

Técnico superior en Prevención de Riesgos Laborales  
Instituto Gallego de Seguridad y Salud Laboral

Edita: Instituto Gallego de Seguridad y  
Salud Laboral - ISSGA  
Coordinación: Alberto Conde Bóveda  
Maquetación: Alberto Conde Bóveda

## RADIACIONES ÓPTICAS ARTIFICIALES INCOHERENTES



### ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Cuando una carga eléctrica oscila o se acelera, genera un fenómeno físico formado por un campo eléctrico y uno magnético perpendiculares entre sí, denominado onda electromagnética, que nosotros podemos

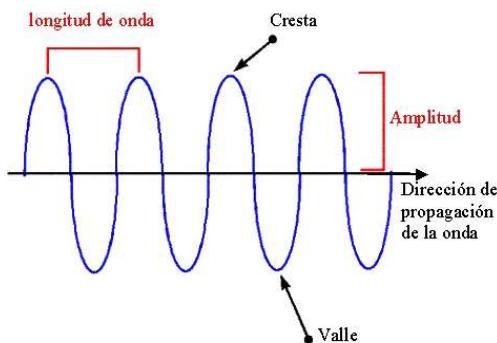
percibir en forma de luz o radiación como por ejemplo la luz visible o las microondas.

En física, una onda consiste en la propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio, por ejemplo, densidad, presión, campo eléctrico o magnético, a través de dicho medio, implicando un transporte de energía sin transporte de materia. El medio perturbado puede ser de naturaleza diversa

como aire, agua, un trozo de metal e, incluso, inmaterial como el vacío. En nuestro caso una onda electromagnética no necesita un medio material para desplazarse, motivo por el cual nos llega la radiación de nuestro Sol a través del espacio.

Un movimiento vibratorio o una vibración, sirve para definir las magnitudes necesarias que definen a un fenómeno como onda, por lo que toda onda podemos caracterizarla mediante 3 magnitudes, que son:

- La **frecuencia [f]** es el número de veces que se repite una vibración por unidad de tiempo. Se mide en Hertzios o ciclos/segundo.
- La **longitud de onda [ $\lambda$ ]** que es la distancia que separa dos puntos con el mismo estado de vibración, por ejemplo, dos crestas o dos valles, y se mide en unidades de longitud (nm).
- La **amplitud [A]** es la distancia vertical entre una cresta y el punto medio de la onda.



La energía de una onda es directamente proporcional a su frecuencia e inversamente proporcional a su longitud de onda. La velocidad a la que se desplaza es la velocidad de la luz cuyo valor en el vacío es de aproximadamente  $3 \cdot 10^8$  m/s y se represente por la letra *c* del latín *celeritas*.

El espectro electromagnético se puede organizar de acuerdo con la frecuencia correspondiente de las ondas que lo integran, o de acuerdo con sus longitudes de onda. Hacia un extremo del espectro se agrupan las ondas más largas, como las correspondientes a las ondas de radio, mientras que en el otro extremo se agrupan las ondas más cortas, pero con mayor energía y mayor frecuencia en Hertz, como las radiaciones gamma y los rayos cósmicos.

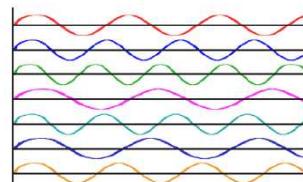
## RADIACIONES ÓPTICAS INCOHERENTES

En nuestro caso particular nos centramos en las radiaciones ópticas que por definición son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre 100 nm y 1mm. Existen 3 tipos de radiaciones ópticas: la radiación *ultravioleta*, *visible* e *infrarroja*.

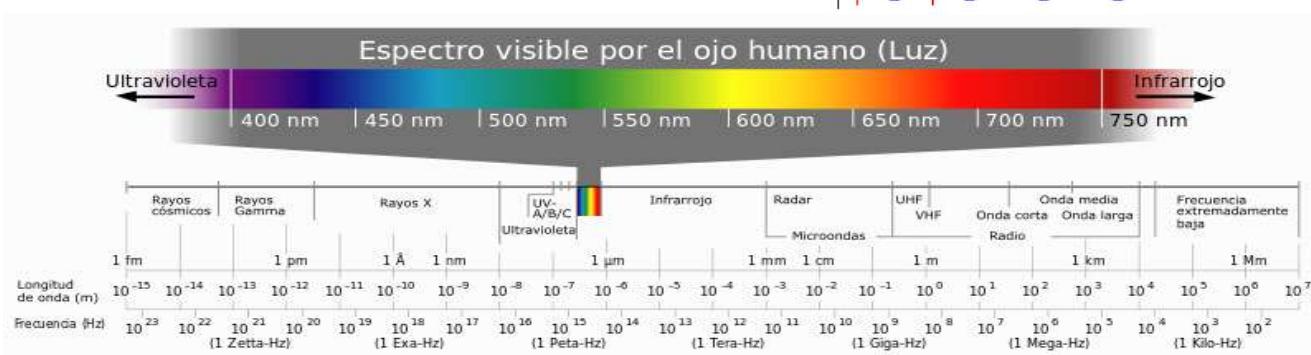
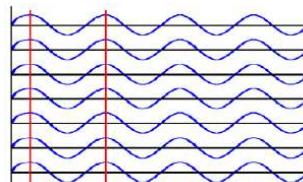
Radiación	Longitud de onda $\lambda$
Ultravioleta 100-400 nm	ultravioleta C 100 nm - 280 nm
	ultravioleta B 280 nm - 315 nm
	ultravioleta A 315 nm - 400 nm
Visible 400-780 nm	violeta 400 nm - 455 nm
	azul 455 nm - 490 nm
	verde 490 nm - 570 nm
	amarillo 570 nm - 590 nm
	anaranjado 590 nm - 620 nm
	rojo 620 nm - 780 nm
Infrarroja 780nm-1mm	infrarroja A 780 nm - 1400 nm
	infrarroja B 1400 nm - 3000 nm
	infrarroja C 3000 nm - 1 mm

Cuando hablamos de radiaciones ópticas incoherentes nos referimos a toda radiación óptica distinta del **láser** que se define como: (*light amplification by stimulated emission of radiation*, amplificación de luz por emisión estimulada de radiación) todo dispositivo susceptible de producir o amplificar la radiación electromagnética en el intervalo de longitud de onda de la radiación óptica.

**Radiación incoherente:** cuando tenemos un conjunto de ondas y ninguna de ellas presenta relación con las otras ondas dentro del haz, se dice que esta radiación es incoherente, es decir, carece de orden interno.



**Radiación coherente:** si todas las ondas que forman un haz se encuentran en fase una con otra en cada punto, tenemos una radiación óptica coherente o un haz láser altamente colimado.



## ■ RADIACIÓN INFRARROJA

Es la radiación que emite cualquier cuerpo por encima del cero absoluto (0 K). Los infrarrojos fueron descubiertos en 1800 por William Herschel, un astrónomo inglés de origen alemán. Herschel colocó un termómetro de mercurio en el espectro obtenido por un prisma de cristal con el fin de medir el calor emitido por cada color. Descubrió que el calor era más fuerte al lado del rojo del espectro y observó que allí no había luz. Esta es la primera experiencia que muestra que el calor puede transmitirse por una forma invisible de luz. Herschel denominó a esta radiación "rayos calóricos", denominación bastante popular a lo largo del siglo XIX que, finalmente, fue dando paso al más moderno de radiación infrarroja.

La radiación infrarroja produce cambios en la energía de vibración de las moléculas, cuya longitud de onda no tiene la suficiente energía como para producir saltos electrónicos en las capas externas de los átomos que forman las moléculas (ionización). Por lo tanto podemos decir que es la radiación directamente relacionada con la temperatura, y los efectos que producen sobre nuestro cuerpo son efectos térmicos, como por ejemplo quemaduras.

Entre las aplicaciones industriales de los infrarrojos se encuentra el secado de pinturas o barnices como ocurre en los talleres de chapa y pintura, la termofijación de plásticos o el templado y laminado del vidrio. Este tipo de radiación la tenemos también en las fundiciones de metales donde la colada alcanza temperaturas elevadas y la radiación de calor es muy importante y en procesos donde es necesario trabajar el metal en caliente como en el laminado o la fabricación de varilla a partir de palanquilla metálica.



## ■ RADIACIÓN VISIBLE

Es la radiación electromagnética que podemos observar a través de nuestros ojos, los cuales nos hacen percibir diferentes colores dependiendo del tipo de longitud de onda que forma la luz visible, estos abarcan del rojo al violeta, motivo por el que las longitudes de onda por encima del rojo se denominan infrarrojo y las que se encuentran por debajo del azul-violeta.

La mayor exposición laboral a radiación visible artificial, la encontramos en:

- **Procesos de soldadura y corte.** Los soldadores y las personas que se encuentran a su alrededor están expuestos no sólo a radiación ultravioleta, sino también, a una intensa radiación visible que puede provocar lesiones agudas en la retina.
- **Metalurgias y fundiciones.** La superficie del metal fundido emite principalmente en el rango visible e infrarrojo debido a la alta temperatura del metal, esta radiación en el caso de acerías puede ser de una tonalidad blanca a rojiza bastante intensa.
- **Lámparas de curado de resinas.** Estas lámparas empleadas para la fotopolimerización de resinas, proceso que se conoce como curado por luz, como las lámparas empleadas por los dentistas, emiten sobre todo en el ultravioleta y en la zona azul del espectro visible.
- **Lámparas de mercurio de baja presión.** Estas lámparas se emplean en tratamientos germicidas, como por ejemplo en el tratamiento de agua, desinfección de instrumentos y esterilización de aire, pues generan principalmente luz UV-C letal para la mayor parte de microorganismos, aunque parte de la radiación también es visible e infrarroja.
- **Lámparas de fototerapia y tratamientos médicos.** En medicina se emplean lámparas en la zona del visible e infrarrojo para diferentes fines tanto diagnósticos como terapéuticos, por ejemplo, en depilación y extracción de varices.
- **Proyectores y otros dispositivos ópticos.** En proyectores cinematográficos y otros dispositivos colimadores de haces luminosos, se utilizan fuentes de luz intensa que ocasiona daños en la retina a distancias cortas.

## ■ RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

En el espectro electromagnético, está situada entre la luz visible y los rayos X. El aire es opaco para los rayos ultravioletas menores a 200 nm. La atmósfera de la Tierra previene que la mayoría de los rayos UV provenientes del espacio lleguen al suelo. La radiación UV-C es completamente bloqueada a unos 35 km de altitud, por el ozono estratosférico y la mayoría de los rayos UV-A (luz negra) llegan hasta la superficie. Los rayos UV-B son responsables de las quemaduras de Sol y el cáncer de piel, aun cuando la mayoría es absorbida por el ozono justo antes de llegar a la superficie. Los niveles de radiación UV-B existentes en la superficie son particularmente sensibles a los niveles de ozono en la estratosfera, la radiación UV-C se emplea como germicida para eliminar microorganismos en cualquier medio. Las principales fuentes de exposición laboral son:

- **Soldadura.** En todos los procesos de soldado como el TIG, el MIG y MAG, con electrodo, arco

sumergido o plasma, se genera una importante radiación ultravioleta que puede provocar foto conjuntivitis y cataratas.

- **Lámparas de curado de resinas.** Sobre todo en procesos industriales de foto curado en la industria de los polímeros plásticos de poliéster y acrílicos.
- **Lámparas germicidas de mercurio.** Empleadas como agentes germicidas en máquinas de envasado y otros procesos, en naves industriales y en sistemas de esterilizado de instrumentos.
- **Lámparas actínicas.** Empleadas en la detección de billetes falsos o en acuarios para favorecer el crecimiento de algas.
- **Lámparas para artes gráficas.** Estas lámparas son las que se emplean en una fotocopiadora o en un scanner, para el secado de tinta, fotograbado, etc

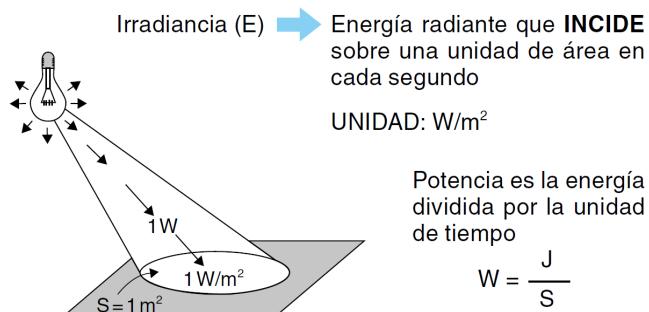


## MAGNITUDES Y UNIDADES DE RADIACIÓN ÓPTICA ARTIFICIAL

Las magnitudes con las que trabajamos son aquellas de las que podemos obtener un resultado práctico como es la comparación con valores límites de exposición, por lo que en el mundo laboral las magnitudes que se manejan son:

### ■ IRRADIANCIA O DENSIDAD DE POTENCIA [E]

Se define como la energía radiante (proveniente de un foco luminoso) que incide sobre una superficie, por unidad de área. Su unidad es el vatio por metro cuadrado [ $\text{W/m}^2$ ].

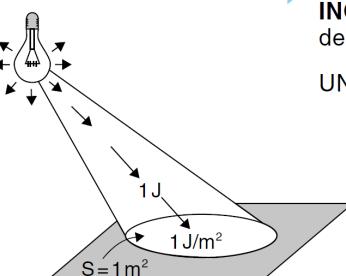


### ■ EXPOSICIÓN RADIANTE [H]

Es la cantidad de energía por unidad de superficie que llega a un lugar determinado. Se calcula multiplicando la irradiancia en  $\text{W/m}^2$  por la duración de la exposición en segundos. Sus unidades son por tanto Julios por metro cuadrado [ $\text{J/m}^2$ ] debido a que si multiplicamos potencia por tiempo lo que obtenemos es trabajo, cuya unidad es el julio.

Exposición radiante (H) → Energía radiante total que INCIDE sobre una unidad de área

UNIDAD:  $\text{J/m}^2$

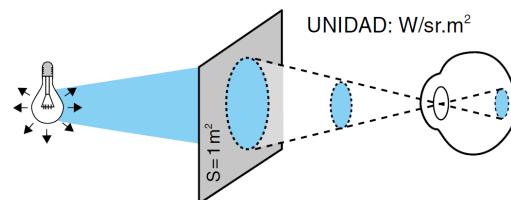


### ■ RADIANCIA [L]

Es el flujo radiante o potencia radiante emitida por unidad de ángulo sólido y por unidad de área. Es un parámetro que nos indica el grado de concentración de un rayo de luz sobre la retina del ojo y la podemos calcular dividiendo la irradiancia, en un lugar determinado, entre el ángulo sólido respecto a la fuente. Se expresa en vatios por metro cuadrado y estereorradián [ $\text{W/m}^2 \cdot \text{sr}$ ].

Radiancia (L) → Energía radiante que INCIDE sobre una unidad de área por segundo y por unidad de ángulo sólido.

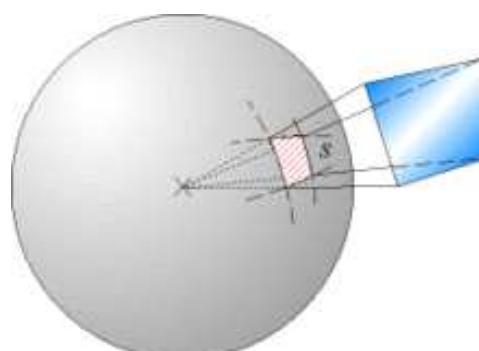
UNIDAD:  $\text{W/sr.m}^2$



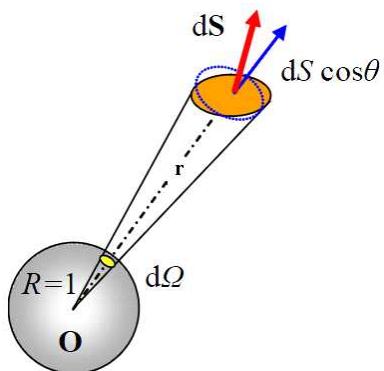
### ■ ÁNGULO SÓLIDO [Ω]

Es la medida de una porción del espacio limitada por la intersección entre la superficie de una esfera y la superficie de un cono cuyo vértice coincide con el vértice de la esfera. Su unidad es el estereorradián [sr].

$$\text{Valor máximo } \Omega = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{ sr} \quad \Omega = \frac{S}{R^2}$$

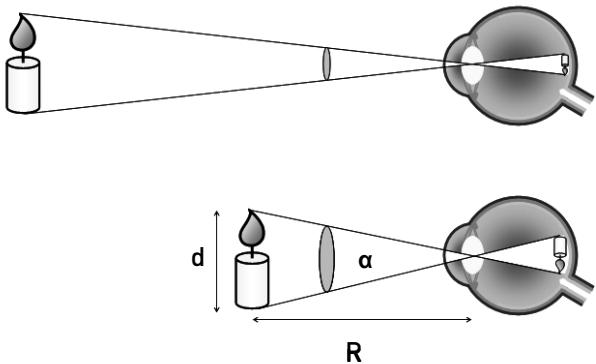


Cuando hablamos de ángulo sólido subtendido, estamos hablando del ángulo sólido formado por la fuente luminosa y el ojo del observador o punto de medida (detector radiométrico). El área de la fuente debe tomarse como su proyección sobre un plano perpendicular a la dirección de observación, siendo el ángulo plano que forma la dirección de la radiación con la normal a la superficie de la fuente [θ].



$$\Omega = \frac{\text{Área de la fuente}}{\text{distancia al detector}^2} = \frac{S \cdot \cos\theta}{R^2} \text{ sr}$$

Si en lugar de trabajar en el espacio lo hacemos en un plano, tenemos el **ángulo subtendido o visual plano** [α], que es aquel formado por la fuente y el ojo de un observador o el punto de medida y se determina como el cociente entre la dimensión mayor de la fuente [d] y la distancia de visión [R]. Como se trata de un ángulo plano se expresa en radianes [rad].



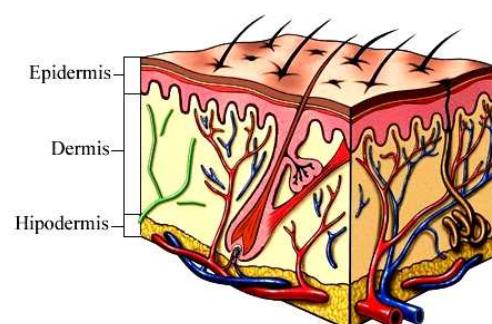
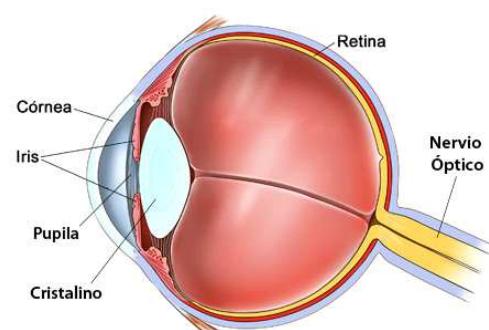
## USO DE LOS VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN

En el **Real Decreto 486/2010**, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales, nos encontramos en su anexo I una serie de valores límite de exposición que vamos a intentar desglosar para hacerlos más comprensibles.

Cuando existe una exposición a una radiación óptica en un puesto de trabajo debemos identificar el tipo de radiación que es: ultravioleta, visible o infrarroja, dependiendo del proceso o del equipo del que proceda. A partir de aquí podemos seleccionar el número de orden indicado en la tabla A1 del RD 486/2010. El problema radica en que un rayo de

radiación incoherente abarca un abanico amplio de longitudes de onda y los efectos sobre la salud varían dependiendo del tipo de radiación recibida. Así, por ejemplo, la luz ultravioleta afecta a la parte superficial de la piel y en el caso del ojo, a la córnea y el cristalino que absorben esta radiación en su capa superficial, produciendo inflamación de la córnea y el tejido conjuntivo. En el caso de luz visible o infrarroja, penetra a través de la córnea y afecta a la retina o parte interna del ojo produciendo quemaduras internas, puede llegar a penetrar también en capas internas de la piel produciendo quemaduras importantes. Esto nos lleva a que en un determinado rango de longitudes de onda podamos emplear varios valores límite aunque lo normal es podernos ceñir a alguno de ellos.

Nº orden	Radiación	Longitud de onda
1	Ultravioleta A,B y C	180-400 nm
2	Ultravioleta A	315-400 nm
3a	Luz azul: ultravioleta A y B y la mayor parte de luz visible. $\alpha \geq 11 \text{ mrad}$	300-700 nm
3b	Luz azul: ultravioleta A y B y la mayor parte de luz visible. $\alpha < 11 \text{ mrad}$	300-700 nm
4	Visible e infrarrojo A	380-1400 nm
5	Infrarrojo A	780-1400 nm
	Infrarrojo A y B	780-3000 nm
7	Visible e infrarrojo A y B	380-3000 nm



## ■ ULTRAVIOLETA A, B Y C (180-400 nm)

Este tipo de radiación, sobre todo las longitudes de onda inferiores a 300 nm, es absorbida por la córnea y las que esta no retiene las captura el cristalino, por lo que nos encontramos con un fenómeno a nivel superficial de ahí que el valor límite sea de exposición radiante o energía por unidad de superficie. La exposición radiante se calcula multiplicando para cada longitud de onda la irradiancia por el tiempo de exposición y por una función de ponderación que nos indica la magnitud del daño producido.

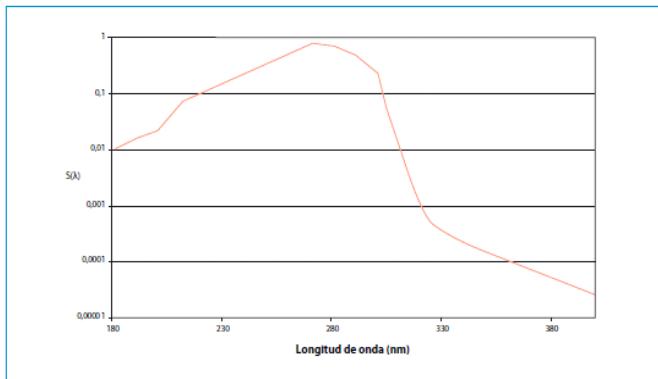
$$H_{\text{eff}} = 30 \text{ J/m}^2 \text{ (8 horas)}$$

$$H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180}^{\lambda=400} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt$$

El valor que se toma es de **exposición radiante efectiva** debido a que tenemos en cuenta una función de ponderación que nos indica los efectos perjudiciales de cada longitud de onda para la piel y los ojos. La función es  $S(\lambda)$  y sus valores vienen tabulados en la tabla A3 del RD 486/2010.

Longitud de onda	$S(\lambda)$
236 nm	0,2510
254 nm	0,5000
270 nm	1,0000

Estos datos nos indican que la longitud de onda de 236 nm produce unos efectos la mitad de dañinos que la longitud de onda de 254 nm y esta a su vez es la mitad de dañina que la de 270 nm que es el máximo valor de  $S(\lambda)$ .



## ■ ULTRAVIOLETA A (315-400 nm)

Para estas longitudes de onda el valor de la función de ponderación  $S(\lambda)$  es prácticamente nulo por lo que el valor límite se expresa simplemente como exposición radiante promediada a 8 horas de exposición.

$$H_{\text{UVA}} = 10.000 \text{ J/m}^2 \text{ (8 horas)}$$

$$H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315}^{\lambda=400} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

## ■ LUZ AZUL (300-700 nm)

El intervalo de 300 a 700 nm comprende parte de los rayos UVA y la mayor parte de la radiación visible y se denomina riesgo de "luz azul", aunque en sentido estricto, la luz azul corresponde al intervalo entre 400 y 490 nm aproximadamente.

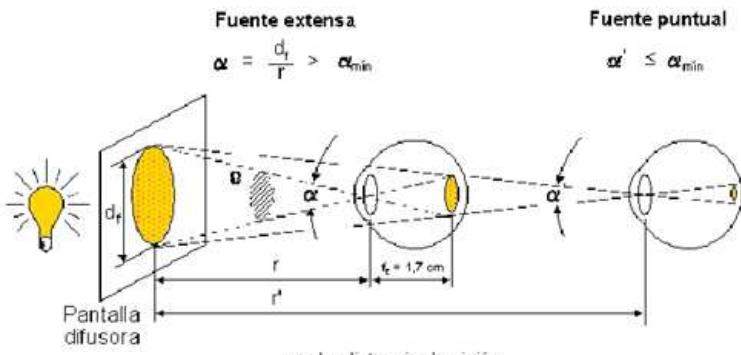
Estos rayos penetran a través del cristalino y se reflejan en una superficie muy pequeña de la retina, por lo que la potencia del rayo se concentra tremadamente, pudiendo aumentar la irradiancia en la retina 500.000 veces con respecto a la que llega al ojo. En casos extremos se puede llegar a un aumento de temperatura en la retina de entre 10° y 20°C dando lugar a daños irreversibles debidos a la desnaturalización de sus proteínas (por ejemplo en exposiciones a radiación láser).

Debido a esto influye mucho el tamaño de la fuente de luz y la distancia a la misma por parte del observador, de ahí que, como valor límite se emplee la radiancia ( $L$ ). Cuando la fuente es suficientemente pequeña ( $\alpha < 11 \text{ mrad}$ ) entonces podemos sustituir el valor de radiancia por el de irradiancia ( $E$ ). Los límites vienen marcados si el tiempo de exposición es menor o mayor de aproximadamente 4 horas (10.000 segundos).

La función de ponderación que empleamos es la  $B(\lambda)$  que indica las lesiones fotoquímicas debidas a la radiación azul

$$L_B = \int_{\lambda=300}^{\lambda=700} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$

$$E_B = \int_{\lambda=300}^{\lambda=700} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda$$



Exposición de los ojos a radiación Visible. Imagen extensa e imagen puntual.

## Valores límite de exposición

3 a	( $\alpha \geq 11 \text{ mrad}$ ) 300-700 (luz azul) <sup>(1)</sup>	Para $t \leq 10.000 \text{ s}$ $L_B = 10^6/t$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)	Ojos: Retina-----fotoretinina
	Para $t > 10.000 \text{ s}$ $L_B = 100$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)		
3 b	( $\alpha < 11 \text{ mrad}$ ) <sup>(2)</sup> 300-700 (luz azul) <sup>(1)</sup>	Para $t \leq 10.000 \text{ s}$ $E_B = 100/t$ (W/m <sup>2</sup> )	
		Para $t > 10.000 \text{ s}$ $E_B = 0.01$ (W/m <sup>2</sup> )	

### ■ VISIBLE E INFRARROJO A (380-1400 nm)

Aquí volvemos a tener el mismo caso anterior en el que los rayos penetran hasta la retina, por consiguiente empleamos la radiancia ( $L$ ) para marcar los valores límite. La función de ponderación del daño producido es  $R(\lambda)$  la cual indica las lesiones térmicas en los ojos debido a la radiación visible e infrarroja. Los valores límite están indicados en función del tiempo que el observador fija la mirada en el foco y de la distancia al mismo o el ángulo plano de visión  $\alpha$ .

$$L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda (\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda$$

4	380 – 1400 (visible e IRA)	Para $t > 10$ s $L_R = (2,8 \cdot 10^7) / C_a$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)	Para: $\alpha \leq 1,7$ mrade $C_a = 1,7$ $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrade $C_a = \alpha$ $\alpha > 100$ mrade $C_a = 100$	<b>Ojos:</b> Retina----quemaduras
		Para $10\mu s \leq t \leq 10$ s $L_R = (5 \cdot 10^7) / (C_a \cdot t^{0,25})$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)		
		Para $t < 10\mu s$ $L_R = (8,89 \cdot 10^8) / C_a$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)		

### ■ INFRARROJO CERCANO A (780-1400 nm)

En este caso la radiación infrarroja A penetra en el ojo hasta la retina, pero a diferencia de la radiación visible, nuestra retina no puede detectar este tipo de radiación y las respuestas naturales del organismo no nos ofrecen protección por lo que esta zona del espectro se denomina “región de riesgo para la retina”. Debido a esto el límite de exposición para puntos cercanos al foco, disminuye al aumentar el valor del ángulo subtendido ( $\alpha$ ), pues la expresión del límite de radiancia está dividido por el coeficiente  $C_a$  que aumenta con dicho ángulo.

5	780 – 1400 (IRA)	Para $t > 10$ s $L_R = (6 \cdot 10^6) / C_a$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)	Para: $\alpha \leq 11$ mrad $C_a = 11$ $11 \leq \alpha \leq 100$ mrade $C_a = \alpha$ $\alpha > 100$ mrade $C_a = 100$	<b>Ojos:</b> Retina----quemaduras
		Para $10\mu s \leq t \leq 10$ s $L_R = (5 \cdot 10^7) / (C_a \cdot t^{0,25})$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)		
		Para $t < 10\mu s$ $L_R = (8,89 \cdot 10^8) / C_a$ (W/m <sup>2</sup> ·sr)		

### ■ INFRARROJO CERCANO A Y MEDIO B (780-3000 nm)

El humor acuoso del ojo absorbe mucha radiación de longitud de onda hasta los 1400 nm, las longitudes de onda mayores son atenuadas por el humor vítreo, de modo que la retina queda protegida. El problema en este caso lo tenemos con el cristalino, que no cuenta con vasos sanguíneos, de modo que no puede controlar su temperatura lo que puede producir una catarata, enfermedad típica de los sopladores de vidrio.

Por estos motivos no trabajamos con radiancia ( $L$ ) sino con irradiancia ( $E$ ). Además, debido a que los valores límite se dan en función del tiempo de exposición no se emplea la exposición radiante ( $H$ ), la cual ya viene integrada respecto al tiempo.

6	780-3000 (IRA e IRB)	Para $t \leq 1.000$ s $E_{IR} = 18.000 \cdot t^{0,75}$ (W/m <sup>2</sup> )	<b>Ojos:</b> Córnea----Quemaduras Cristalino---cataratas
		Para $t > 1.000$ s $E_{IR} = 100$ (W/m <sup>2</sup> )	

*Nota: el valor límite  $E_{IR} = 18000 \cdot t^{0,75}$  en el documento original de la ICNIRP figura con el exponente negativo:  $E_{IR} = 18000 \cdot t^{-0,75}$ .*

### ■ RADIACIÓN VISIBLE, INFRARROJO A Y B (380-3000 nm)

El efecto que nos preocupa en este caso son las posibles quemaduras en la piel debidas a exposiciones cortas de mucha intensidad, pues la radiación recibida es principalmente infrarroja. La magnitud empleada es la exposición radiante ( $H$ ) para piel, en tiempos de exposición cortos < 10 segundos.

$$H_{piel} = \int_0^t \int_{\lambda = 380 \text{ nm}}^{\lambda = 3000 \text{ nm}} E_\lambda (\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt$$

( $H_{piel}$  es pertinente únicamente en el intervalo de la longitud de onda entre 380 y 3 000 nm)

7	380-3000 (visible, IRA e IRB)	Para $t < 10$ s $H_{piel} = 20.000 \cdot t^{0,25}$ (X/m <sup>2</sup> )	Piel----Quemaduras
---	-------------------------------	---	--------------------

## RECUERDE

- ▶ Una radiación óptica incoherente está formada por ondas que no guardan ninguna relación entre sí, por lo que carece de orden interno. Los distintos tipos de ondas se caracterizan por su longitud de onda o frecuencia.
- ▶ Las radiaciones ópticas son principalmente de 3 tipos: ultravioleta, visible e infrarroja.
- ▶ La única radiación que detectan nuestros ojos es la visible, las demás no las podemos ver pero sí detectar sus efectos.
- ▶ La radiación infrarroja es la que más penetra a través de la piel y el visible y el ultravioleta causan daños en córnea y retina.
- ▶ Los valores límite están en función del tipo de daño producido, si este se produce a nivel superficial o en la parte interna del ojo que es la retina.

## NORMATIVA

- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales (BOE, número 99, del 24 de abril de 2010).
- Corrección de errores del Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales (BOE, jueves 6 de mayo 2010).
- Directiva 2006/25/CE, de 5 de abril de 2006, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).

## BIBLIOGRAFÍA

- Guía no vinculante sobre buenas prácticas para la aplicación de la Directiva 2006/25/CE (Radiaciones ópticas artificiales). Publicada por la Dirección General de Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión. <http://ec.europa.eu/social/publications>
- NTP 755. Radiaciones ópticas. Metodología de evaluación de la exposición laboral. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <http://www.insht.es>
- NTP 903. Radiaciones ópticas artificiales: criterios de evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <http://www.insht.es>