

25-5-2020



**RADIACIONES UV,  
LUMINOSAS E  
INFRARROJAS  
PRODUCIDAS POR ARCO  
ELECTRICO EN  
SOLDADURA**

David Prieto De Prado 1º PREV



1. INTRODUCCIÓN .....	2-4
2. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN. CONCEPTOS Y DEFINICIONES PREVIAS .....	4-6
3. SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO. MÁQUINAS Y EQUIPOS. SEÑALIZACIÓN. MARCO NORMATIVO.....	7-12
4. VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN .....	12-17
5. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPOSICIÓN .....	18-23
6. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	23-25
7. FORMACIÓN E INFORMACIÓN .....	26-27
8. MEDIDAS PREVENTIVAS. EPIS.....	27-30
9. CONCLUSIONES.....	30
10. BIBLIOGRAFÍA .....	31



## 1. INTRODUCCION

### ✚ Radiaciones UV, luminosas e Infrarrojas producidas por arco eléctrico en soldadura:

La radiación electromagnética es energía transmitida a través de un medio de propagación (aire, agua...) en forma de onda o partículas que tiene el origen en los cambios del nivel energético de átomos o de moléculas.

Dependiendo de la cantidad de energía que emiten, se dividen en radiaciones ionizantes y radiaciones no ionizantes.

La exposición a campos electromagnéticos en el lugar de trabajo no es tan evidente como pueda ser la relativa al ruido o las vibraciones mecánicas. Sin embargo, su presencia puede provocar alteraciones en el cuerpo humano y, por ello, entraña ciertos riesgos en función de:

- La frecuencia de radiación (a más frecuencia, mayor energía).
- La intensidad de la radiación recibida.

Se pueden originar en fuentes naturales o artificiales. Todos los cuerpos emiten y absorben radiaciones, es decir, las radiaciones interactúan con la materia, siendo éstas de naturaleza ondulatoria. La onda se caracteriza por la **longitud de onda ( $\lambda$ )** y la **frecuencia (f)**.

Diremos pues, que las radiaciones se caracterizan por su frecuencia, (el número de ciclos por segundo en Hz), y la energía o la intensidad en electrovoltios (eV).

La energía está relacionada con la frecuencia, de manera que cuanto más frecuencia de una onda electromagnética, mayor es su energía. De esta manera, se dibuja el espectro electromagnético, que va desde ondas de frecuencia extremadamente baja hasta los rayos X y gamma, pasando por las radiaciones ópticas.

Este tipo de radiaciones las trataremos en este trabajo, el cual, está enfocado en las **radiaciones no ionizantes**, es decir, aquellas radiaciones que no tienen bastante energía para ionizar la materia, y que están comprendidas en la porción del espectro electromagnético que va de 0 Hz hasta 1.660 THz.

En particular, nos centraremos en las radiaciones radiaciones UV, radiación visible e Infrarrojas producidas por arco eléctrico en soldadura.

Dentro del grupo de las radiaciones no ionizantes, podemos distinguir dos subgrupos:

a. Los campos electromagnéticos de 0 Hz hasta 300 GHz.

Las ondas electromagnéticas pueden producir efectos biológicos que a veces resultan perjudiciales para la salud.

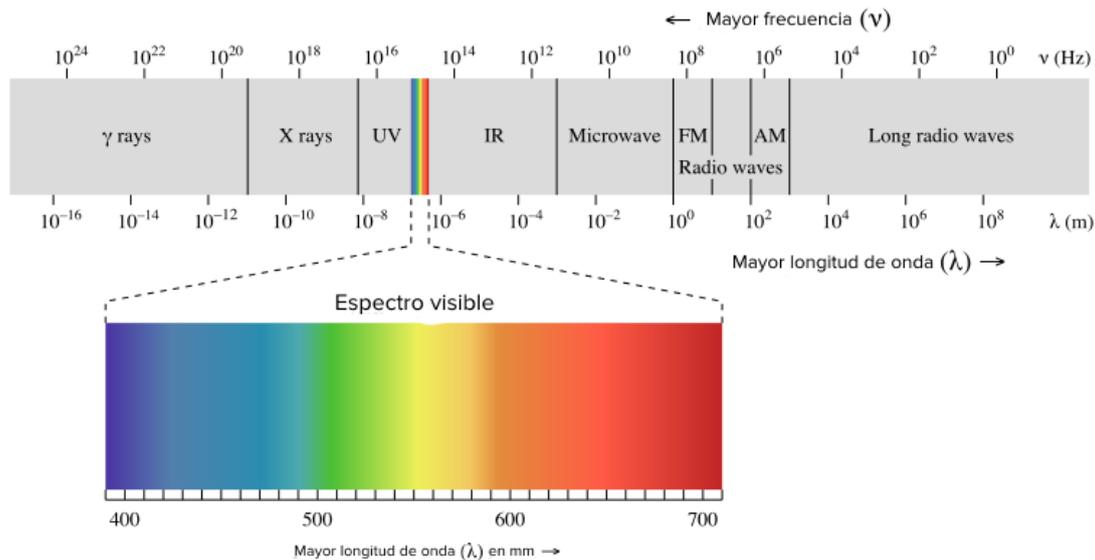
La interacción de los campos electromagnéticos de 0 Hz hasta 300 GHz con el organismo ocasiona efectos diferentes según la frecuencia. No obstante, estas radiaciones tienen en común, entre otros efectos, que inducen corrientes eléctricas a nuestro cuerpo, y que producen calentamiento de la materia, el cual es más evidente cuanto más energía y más frecuencia tiene la radiación.

REGION		FRECUENCIA
Campos electromagnéticos	Radiaciones ELF (extremadamente baja)	0 Hz a 30 KHz
	Radiofrecuencias	30 KHz a 300 MHz
	Microondas	300 MHz a 300 GHz
	Infrarojos	300 GHz a 400 THz
Radiaciones ópticas	Visibles	400 THz a 750 THz
	Ultravioletas	750 THz a 1.660 THz

b. Las radiaciones ópticas de 300 GHz a 1.660 THz.

Las radiaciones ópticas son radiaciones no ionizantes, es decir, no poseen suficiente energía para producir la ionización de la materia. Son radiaciones más energéticas que los campos electromagnéticos, pero de menor energía que las radiaciones ionizantes, cuya longitud de onda está comprendida entre 100 nm y 1 mm.

El espectro de la radiación óptica se divide en las citadas anteriormente radiaciones ultravioleta, radiaciones visibles y radiaciones infrarrojas.



Todas ellas pueden tener un origen natural o artificial y están presentes prácticamente en todas las situaciones donde se desarrolle una actividad laboral.

## RADIACIONES UV, LUMINOSAS E INFRARROJAS PRODUCIDAS POR ARCO ELECTRICO EN SOLDADURA



### 2. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN. CONCEPTOS Y DEFINICIONES PREVIAS

En el presente trabajo, nos centraremos en el estudio de las radiaciones ópticas y concretamente las generadas artificialmente tal y como establece 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, y más concretamente, las que de alguna manera afectan a las radiaciones producidas por el arco eléctrico en trabajos de soldadura.

Las Radiaciones Ópticas Artificiales se encuentran ubicadas en el grupo de las radiaciones no ionizantes.

Se denominan como **Radiaciones Ópticas** a aquellas radiaciones que pertenecen a los rangos Ultravioleta, Visibles e Infrarrojo, y se trata de las longitudes de onda comprendidas entre 100nm y 1mm como ya hemos citado anteriormente. En base a sus características se dividen en:

#### a. Ultravioleta:

La radiación óptica de longitud de onda ( $\lambda$ ) comprendida entre 100 y 400nm.

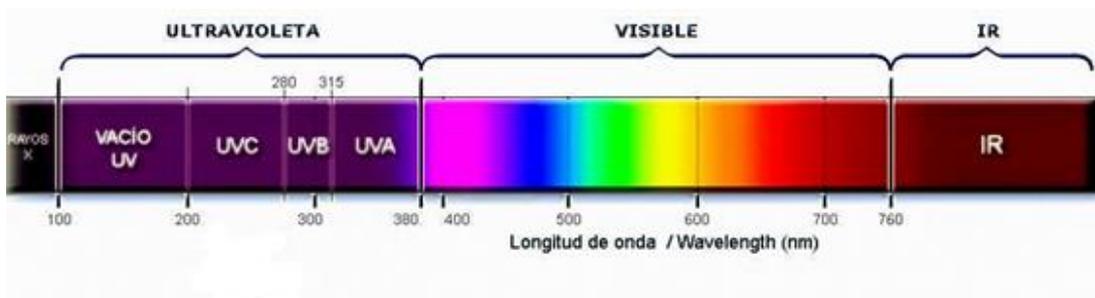
La región ultravioleta se divide en UVA (315 - 400 nm), UVB (280 - 315 nm) y UVC (100 - 280 nm).

**b. Visible:**

La radiación óptica de longitud de onda ( $\lambda$ ) comprendida entre 380 nm y 780 nm.

**c. Infrarroja:**

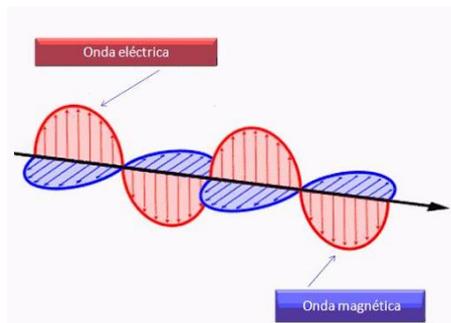
La radiación óptica de longitud de onda ( $\lambda$ ) comprendida entre 780 nm y 1 mm. La región infrarroja se divide en IRA (780 - 1.400 nm), IRB (1.400 - 3.000 nm) e IRC (3.000 nm - 1mm).



A continuación, y con el objetivo de mejor entendimiento del presente documento, se exponen los siguientes conceptos y definiciones:

- a. **ROA:** Radiación óptica artificial.
- b. **Radiación incoherente:** Toda radiación óptica distinta de una radiación láser.
- c. **Valores límite de exposición:** Los límites de la exposición a la radiación óptica basados directamente en los efectos sobre la salud comprobados y en consideraciones biológicas. El cumplimiento de estos límites garantizará que los trabajadores expuestos a fuentes artificiales de radiación óptica estén protegidos contra todos los efectos nocivos para la salud que se conocen.
- d. **Irradiancia (E) o densidad de potencia:** La potencia radiante que incide, por unidad de área, sobre una superficie, expresada en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ).

- e. **Exposición radiante (H):** La irradiancia integrada con respecto al tiempo, expresada en julios por metro cuadrado ( $J/m^2$ ).
- f. **Radiancia (L):** El flujo radiante o la potencia radiante emitida por unidad de ángulo sólido y por unidad de área, expresada en vatios por metro cuadrado por estereorradián ( $W/(m^2 \cdot sr)$ ).
- g. **Estereorradián:** Se define haciendo referencia a una esfera de radio  $r$ . Si el área de una porción de esta esfera es  $r^2$ , un estereorradián es el ángulo sólido comprendido entre esta porción y el centro de la esfera.
- h. **Nivel:** La combinación de irradiancia, exposición radiante y radiancia a la que esté expuesto un trabajador.
- i. **Radiación electromagnética:** Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.



- j. **Radiaciones ionizantes:** La radiación ionizante es un tipo de energía liberada por los átomos en forma de ondas electromagnéticas (rayos gamma o rayos X) o partículas (partículas alfa y beta o neutrones) y que tienen energía suficiente como para modificar la materia a nivel atómico.
- k. **Radiaciones no ionizantes:** Aquellas radiaciones que no tienen bastante energía para ionizar la materia.
- l. **Espectro electromagnético:** Distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.



### 3. SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO. MAQUINAS Y EQUIPOS. SEÑALIZACION. MARCO NORMATIVO DE APLICACIÓN ESPECIFICO

#### ✚ Soldadura eléctrica:

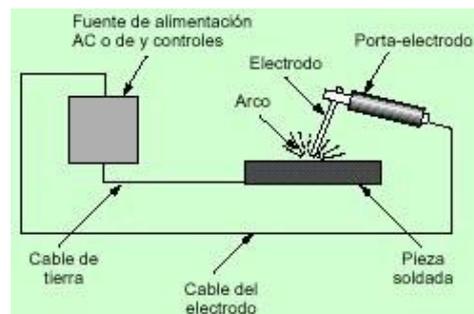
Dentro del campo de la soldadura industrial, la soldadura eléctrica manual al arco con electrodo revestido es la más utilizada. Para ello se emplean máquinas eléctricas de soldadura que básicamente consisten en transformadores que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad necesaria según las características del trabajo a efectuar.

#### ✚ Arco eléctrico:

Para unir dos metales de igual o parecida naturaleza mediante soldadura eléctrica al arco, es necesario calor y material de aporte (electrodos). El calor se obtiene mediante el mantenimiento de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar (masa).

En este arco eléctrico a cada valor de la intensidad de corriente, corresponde una determinada tensión en función de su longitud. La relación intensidad/tensión nos da la característica del arco.

Para el encendido se necesita una tensión comprendida entre 40 y 110 V; esta tensión va descendiendo hasta valores de mantenimiento comprendidos entre 15 y 35 V, mientras que la intensidad de corriente aumenta notablemente, presentando todo el sistema una característica descendente, lo que unido a la limitación de la intensidad de corriente cuando el arco se ha cebado exige, para el perfecto control de ambas variables, la utilización de las máquinas eléctricas de soldadura.



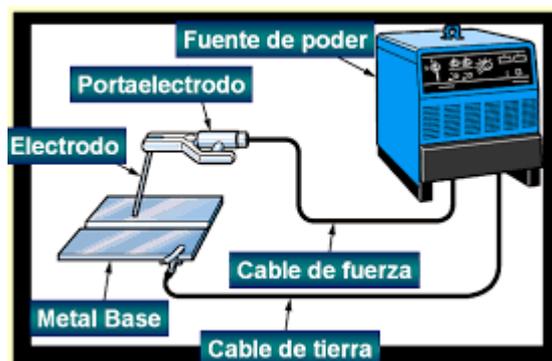
## ✚ Equipos eléctricos de soldar

Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

## ✚ Equipo de soldadura

En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos).

Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el portaelectrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.



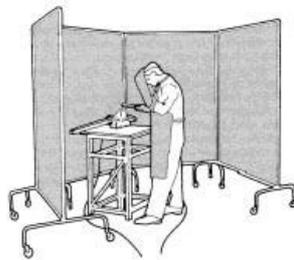
## ✚ Elementos auxiliares

Los principales son los electrodos, la pinza portaelectrodos, la pinza de masa y los útiles como pueden ser los martillos, tenazas, escoplos, etc. el soldador utiliza cepillos de alambre de acero para limpieza de superficies y martillos de punta para romper la cubierta de las escorias o residuos.

## ✚ Señalización

### a) En cuanto al área o lugar de trabajo, tendremos que tener presente:

- Señalizar la zona de trabajo para advertir al resto de los trabajadores.
- Siempre que sea posible trabajar en recintos especialmente preparados para ello, dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.



- En operaciones de soldadura se deberán emplear mamparas de material opaco o translúcido robusto de separación de puestos de trabajo para evitar que las proyecciones afecten a otros trabajadores.
- Tener en cuenta la prohibición de fumar en el lugar de trabajo.

### b) En cuanto al puesto o tarea, tendremos tener en cuenta que:

En función de las operaciones desarrolladas, así como de los métodos y medios utilizados, cada trabajo debe disponer, por escrito, de una normativa de seguridad que minimice los riesgos.

Antes de iniciar su actividad, el conjunto del personal afectado deberá recibir información actualizada sobre:

- **Los riesgos existentes en la operación a desarrollar.**
- **La importancia del cumplimiento de las instrucciones ofrecidas.**
- **Las normas y procedimientos de seguridad**, tanto en lo que se refiere al trabajo en general como al destino, puesto o tarea asignados en particular.

Esta normativa deberá incluir la secuencia de las operaciones a desarrollar para

realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para llevarlo a cabo.

Dada la importancia de una aplicación estricta de los protocolos de trabajo seguro, también se deberá proporcionar al personal afectado, antes de iniciar su actividad y de manera periódica, formación en materia de seguridad a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo existente en su puesto de trabajo.

### Equipos de trabajo

En la adquisición de cualesquiera equipos de trabajo deberá asegurarse el cumplimiento de los requisitos mínimos de seguridad y salud en máquinas y componentes definidos legalmente (**RD 1435/1992 modificado por el RD 56/1995**), sin los cuales no es posible su comercialización:

1. Marcado CE colocado en la máquina de manera clara, visible e indeleble.
2. Declaración CE de Conformidad, documento por el cual el fabricante declara que la máquina comercializada satisface todos los requisitos esenciales de seguridad y salud exigidos legalmente.
3. Manual de instrucciones, redactado en castellano, incluyendo información de utilidad para la instalación y uso de la máquina, así como instrucciones para desarrollar las tareas de mantenimiento de la misma (conservación y reparación).

### Marco normativo de aplicación específico

A continuación se expone la normativa general de referencia de ámbito de aplicación específico para los trabajos realizados por arco eléctrico en soldadura como es la **Directiva 2006/25/CE**, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de radiaciones ópticas artificiales.

Otra fuente de referencia es la American Conference of Governmental Industrial (ACGIH) que, como la Directiva 2006/25/CE, propone valores de exposición para la radiación infrarroja, visible, ultravioleta y láser, basándose en la protección de los ojos y de la piel (lesiones térmicas y fotoquímicas).

Otras normativas de aplicación son:

- **LEY 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- **REAL DECRETO 39/1997**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- **REAL DECRETO 1488/1998**, de 10 de julio, de adaptación de la legislación de prevención de riesgos laborales a la Administración General del Estado.
- **REAL DECRETO 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- **REAL DECRETO 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **REAL DECRETO 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **REAL DECRETO 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **REAL DECRETO 1435/1992**, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. (Incluye la modificación posterior realizada por el REAL DECRETO 56/1995) tal y como se ha citado anteriormente.
- **REAL DECRETO 1407/1992**, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- **REAL DECRETO 773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- **NTP 6:** Radiaciones en soldadura. Guía para la selección de oculares filtrantes
- **NTP 494:** Soldadura eléctrica al arco: normas de seguridad
- **UNE - EN 175:1997:** Protección individual. Equi-pos para la protección de los ojos y la cara durante la soldadura y técnicas afines.

- **UNE - EN 12198 - 1:2001+A1:2008.** Seguridad de las máquinas. Evaluación y reducción de los riesgos debidos a las radiaciones emitidas por las máquinas. Parte 1: Principios generales.
- **UNE - EN 14255 - 1.** Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. Parte 1: Radiación ultravioleta emitida por fuentes artificiales en el lugar de trabajo.
- **UNE - EN 14255 - 2.** Medición y evaluación de exposiciones de las personas a la radiación óptica incoherente. Parte 2: Radiación visible e infrarroja emitida por fuentes artificiales en el lugar de trabajo.
- **UNE - EN 14255 - 4.** Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente.

## RADIACIONES UV, LUMINOSAS E INFRARROJAS PRODUCIDAS POR ARCO ELECTRICO EN SOLDADURA



### 4. VALORES LIMITE DE EXPOSICION

#### 4.1 Valores límite para la radiación UV:

Se proponen dos valores límite de exposición, uno para la banda completa del UV y otro únicamente para la región UVA. Ambos están definidos en términos de exposición radiante  $H$  ( $J/m^2$ ) y referidos a 8 horas.

Tabla 4.1.1. Valores límite para la radiación UV

Núm.	$\lambda$ (nm)	Riesgo	VLE ( $J/m^2$ )	Forma de cálculo
VLE - 1	180 - 400	Queratitis / Conjuntivitis Eritemas / Cáncer piel	$H_{eff} = 30$ Valor referido a 8 h	$H_{eff} = E_{eff} \cdot \Delta t$ Con Ponderación $S(\lambda)$
VLE - 2	315 - 400	Cataratas	$H_{UVA} = 10.000$ Valor referido a 8 h	$H_{UVA} = E_{UVA} \cdot \Delta t$ Sin ponderación espectral

#### El VLE - 1

Protege frente a daños en la piel y los ojos. La exposición radiante está ponderada con la curva  $S(\lambda)$ , a través de la expresión:

$$H_{\text{eff}} = \left( \sum_{180}^{400} E_{\lambda} \cdot S_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \right) \cdot t_{\text{exposición}}$$

Al aplicar la ponderación  $S(\lambda)$ , la parte de la emisión que corresponde a la región del UVA queda anulada, porque los factores de ponderación por encima de 315 nm están muy próximos a cero. Por consiguiente, a pesar de que el VLE - 1 está definido en todo el intervalo UV, **en la práctica bastaría con aplicarlo sólo entre 180 - 315 nm.**

### ✚ VLE – 2

Exclusivo para el UVA, que no incluye ponderación espectral:

$$H_{\text{UVA}} = \left( \sum_{315}^{400} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \right) \cdot t_{\text{exposición}}$$

Teniendo en cuenta que la energía es el producto de la potencia por el tiempo de exposición, es posible calcular la irradiancia y el tiempo de exposición máximos a partir de las siguientes expresiones:

**Para VLE-1:**

$$t_{\text{máx.permitido}} \text{ (s)} \leq \frac{30 \text{ J/m}^2}{(E_{\text{eff}})_{\text{máx}} \text{ W/m}^2}$$

**Para VLE-2:**

$$t_{\text{máx.permitido}} \text{ (s)} \leq \frac{10.000 \text{ J/m}^2}{(E_{\text{UVA}})_{\text{máx}} \text{ W/m}^2}$$

Tabla 4.1.2. Tiempos e irradiancia máximos para VLE - 1	
Tiempo máximo exposición	Irradiancia máx. efectiva $E_{\text{eff}}$ (W/m <sup>2</sup> )
8 h	0,001
4 h	0,002
2 h	0,004
1 h	0,008
30 min.	0,017
15 min.	0,033
10 min.	0,05
5 min.	0,1
1 min.	0,5
30 s	1,0
10 s	3,0
1 s	30
0,5 s	60
0,1 s	300

Tabla 4.1.3. Tiempos e irradiancia máximos para VLE - 2	
Tiempo máximo exposición	Irradiancia máx. UVA $E_{\text{UVA}}$ (W/m <sup>2</sup> )
8 h	0,35
4 h	0,69
2 h	1,39
1 h	2,78
30 min.	5,56
15 min.	11,11
10 min.	16,67
5 min.	33,33
1 min.	166,67
30 s	333
10 s	1.000
1 s	10.000
0,5 s	20.000
0,1 s	100.000

A medida que disminuye el tiempo de exposición, el valor de la irradiancia máxima permitida aumenta.

El intervalo de 300 a 700 nm comprende parte de los rayos UVB, todos los UVA y la mayor parte de las radiaciones visibles, denominándose riesgo «de luz azul». En sentido estricto, la luz azul corresponde únicamente al intervalo de 400 a 490 nm aproximadamente.

#### **4.2 Valores límite para el visible e infrarrojo (300 - 3.000 nm)**

La aplicación de estos VLE es bastante más compleja ya que, además de las curvas de ponderación, entra en juego la geometría de visión que determina la cantidad de radiación que llega a la retina.

Pertenecen a este intervalo: VLE - 3a, VLE - 3b, VLE - 4, VLE - 5, VLE - 6 y VLE - 7.

La explicación de estos se hará atendiendo a su grado de complejidad:

##### **VLE - 7 (380 – 3.000 nm):**

Este límite está destinado a proteger frente a las quemaduras que la radiación visible e infrarroja provoca en la piel.

El cálculo de H piel no incluye ninguna curva de ponderación.

La aplicación práctica del VLE - 7 es muy poco probable ya que:

El valor establecido es tan elevado que no es habitual encontrar fuentes de exposición laboral con irradiancias tan altas.

Está definido para tiempos de exposición muy pequeños. En el caso de que la exposición supere los 10 segundos, la ICNIRP recomienda considerar el riesgo de estrés térmico.

##### **VLE - 6 (780 - 3000 nm)**

Protege al cristalino y a la córnea de lesiones térmicas derivadas de la exposición a IRA e IRB.

Los valores límite dependen únicamente de la duración de la exposición. Se expresan en forma de irradiancias totales (sin ponderar) para la banda del IR.

El VLE para tiempos inferiores a 1.000 segundos tiene el exponente negativo, tal y como aparece en las recomendaciones de ICNIRP que, como se ha mencionado en la introducción de este apéndice, han servido de base para el establecimiento de los valores límite de exposición.

##### **VLE - 5 (780 - 1400 nm) y VLE - 4 (380 - 1400 nm)**

Estos límites se explican de forma conjunta porque protegen frente al mismo riesgo: Las quemaduras en la retina. Se diferencian en que, mientras el VLE - 5 se aplica exclusivamente al IRA (sin estímulo visual), el VLE - 4 sí es detectable por el sentido de la vista. En consecuencia, se debería elegir cuál de los dos VLE aplicar a cada escenario de exposición concreto (*si la fuente radiante emite sólo en el IRA, se utiliza el VLE - 5; pero, si además la emisión incluye la región del visible, se aplicará el VLE - 4*).

Cuando hay estímulo visual, el ojo está protegido por las respuestas naturales de aversión (constricción de la pupila) y el ángulo subtendido disminuye. Por eso los valores de  $\alpha$  son inferiores para VLE - 4.

- **El VLE - 5** se aplica sólo para tiempos de exposición superiores a 10 segundos. Para tiempos menores, se utilizaría la expresión propuesta para VLE - 4.
- **En el VLE - 4**, el tiempo de exposición debe estar comprendido entre 10 segundos y 10  $\mu$ s. En consecuencia, cuando el tiempo esté fuera de este intervalo, se ajustará al extremo correspondiente.

En cuanto a la componente angular, el tamaño de la pupila está limitado, debido a factores anatómicos, entre un máximo y un mínimo y, por ello, los ángulos subtendidos están también acotados:

- **Para VLE - 5**  $\alpha$  no puede adoptar ningún valor inferior a 11 mrad ni superior a 100 mrad.
- **Para VLE - 4** el valor mínimo de  $\alpha$  será de 1,7 mrad y el máximo de 100 mrad.

Las fórmulas para calcular la radiancia para estos dos valores son:

VLE - 5

$$L_R = \sum_{780}^{1400} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

VLE - 4

$$L_R = \sum_{380}^{1400} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

#### **VLE - 3a y VLE - 3b (300 - 700 nm)**

Protegen la retina del riesgo por luz azul. El valor límite varía en función del ángulo subtendido y del tiempo de exposición, dando lugar a cuatro posibilidades.

El valor límite está ponderado con la curva B(λ).

$$L_B = \sum_{300}^{700} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

Radiancia ponderada con B(λ).

$$E_B = \sum_{300}^{700} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

Irradiancia ponderada con B(λ).

El cambio en la magnitud que expresa el valor límite se justifica porque para ángulos subtendidos menores a 11 mrad, las fuentes están lo suficientemente lejanas como para considerar que la radiación penetra en un haz paralelo y, por tanto, la componente angular puede despreciarse. Esta situación de directa de una fuente puntual es poco frecuente y, en consecuencia, el VLE - 3b tiene muy poca aplicación práctica.

Tabla 4.2.4. Valor límite lesión térmica en la piel para la radiación visible + IR

Núm.	λ (nm)	Riesgo	Tiempo exposición	VLE (J / m <sup>2</sup> )
VLE - 7	380 - 3000	Quemadura piel	t < 10 s	H <sub>piel</sub> = 20.000 · t <sup>0,25</sup>

Tabla 4.2.5. Valores límite de exposición para lesión ocular producida por radiación IR

Núm.	λ (nm)	Riesgo	Tiempo exposición	VLE (W / m <sup>2</sup> )
VLE - 6	780 - 3000	Lesión en córnea y cristalino	t ≤ 1.000 s	E <sub>IR</sub> = 18.000 · t <sup>-0,75</sup>
			t > 1.000 s	E <sub>IR</sub> = 100

Tabla 4.2.6. Valores límite de exposición para lesión ocular producida por radiación IRA y visible + IRA

Núm.	λ (nm)	Riesgo	Ángulo subtendido (mrad)	Tiempo exposición	VLE (W / m <sup>2</sup> · sr)
VLE - 5	780 - 1400	Quemadura retina	11 ≤ α ≤ 100	t > 10 s	L <sub>R</sub> = (6 · 10 <sup>6</sup> ) / α
VLE - 4	380 - 1400		1,7 ≤ α ≤ 100	10 μs ≤ t ≤ 10 s	L <sub>R</sub> = (5 · 10 <sup>7</sup> ) / (α · t <sup>0,25</sup> )

Tabla 4.2.7. Valores límite de exposición para el riesgo por luz azul

Núm.	λ (nm)	Riesgo	Ángulo subtendido	Tiempo exposición	VLE
VLE - 3a	400 - 450	Riesgo de fatiga visual	α > 11 mrad	t ≤ 10 <sup>4</sup> s	L <sub>B</sub> = 10 <sup>6</sup> / t (W/m <sup>2</sup> · sr)

VLE - 3b	300 - 700	Fotorretinitis	$\alpha < 11$ mrad	sr)	
				$t > 10^4$ s	$L_B = 100$ (W/m <sup>2</sup> · sr)
				$t \leq 10^4$ s	$E_B = 100/t$ (W/m <sup>2</sup> )
				$t > 10^4$ s	$E_B = 0,01$ (W/m <sup>2</sup> )

Tabla 4.2.8. Valores Límite para las Radiaciones ópticas incoherentes y sus efectos sobre la salud

Nº orden	Longitud de onda $\lambda$ (nm)	Valor límite (unidades)			Parte del cuerpo/Riesgo
1	180-400 (UV A-B-C)	$H_{eff}=30$ (J/m <sup>2</sup> ) <i>valor referido a 8 horas</i>			Ojos: Córnea-fotoqueratitis Onjuntiva-conjuntivitis Cristalino—cataratas Piel: Eritema, elastosis, cáncer de piel
2	315-400 (UVA)	$H_{UVA}=10^4$ (J/m <sup>2</sup> ) <i>valor referido a 8 horas</i>			Ojos: Cristalino-cataractogénesis
3 a	$(\alpha \geq 11$ mrad) 300-700 (luz azul) <sup>(1)</sup>	Para $t \leq 10.000$ s	$L_B=10^6/t$	(W/ m <sup>2</sup> ·sr)	Ojos: Retina -----fotoretinitis
		Para $t > 10.000$ s	$L_B=10$ 0	(W/ m <sup>2</sup> ·sr)	
3 b	$(\alpha < 11$ mrad) <sup>(2)</sup> 300-700 (luz azul) <sup>(1)</sup>	Para $t \leq 10.000$ s	$E_B=100/t$	(W/ m <sup>2</sup> )	
		Para $t > 10.000$ s	$E_B=0,0$ 1	(W/ m <sup>2</sup> )	
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: $\alpha \leq 1,7$ mrad $C_a= 1,7$ $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a= \alpha$ $\alpha > 100$ mrad $C_a= 100$	Ojos: 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)			
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 $C_a= 11$ $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_a= \alpha$ $\alpha > 100$ mrad $C_a= 100$	Ojos: 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)			
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> )	Ojos: Córnea ---- Quemaduras Cristalino-- cataratas		
		Para $t > 1.000$ s $E_{IR}=100$ (W/ m <sup>2</sup> )			
7	380-3000 (visible, IRA e IRB)	Para $t < 10$ s	$H_{piel} = 20.000 \cdot t^{0,25}$	(J/ m <sup>2</sup> )	Piel----Quemaduras



## 5 Evaluación de los riesgos de exposición

### 5.1 Normativa

En cumplimiento de las obligaciones establecidas en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del capítulo II, sección I, del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, en el caso de que los trabajadores estén expuestos a fuentes artificiales de radiación óptica, el empresario deberá evaluar los niveles de radiación a que estén expuestos los trabajadores, de manera que puedan definirse y ponerse en práctica las medidas necesarias para reducir la exposición a los límites aplicables. Para realizar la evaluación, la medición de los niveles de exposición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma teniendo en cuenta, en su caso, para el cálculo de dichos niveles, los datos facilitados por los fabricantes de los equipos conforme a la normativa de seguridad en el producto que les sea de aplicación. (R.D.486/2010 de 23 de abril)

La determinación de la exposición se puede realizar por medición o por estimación. Las medidas de RO entrañan una considerable dificultad debido a la influencia de numerosos factores externos, especialmente en el rango del visible, por eso es de gran utilidad evaluar este riesgo por estimación de la exposición.

La estimación se podrá realizar:

- A partir de los datos facilitados por los fabricantes.
- Por apreciación directa; cuando la exposición esté notablemente por debajo o por encima del VLE.

No sería necesario cuantificar la exposición cuando sea evidente que no se superan los criterios de referencia.

Tampoco sería necesario en los puestos de trabajo donde haya fuentes muy intensas, ya que se excederán los VLE. En estos casos se seguirá el procedimiento específico para determinar las medidas preventivas entre las que se incluirá el uso de EPI adecuados.

Si el resultado de la estimación no es concluyente, se podría elegir entre:

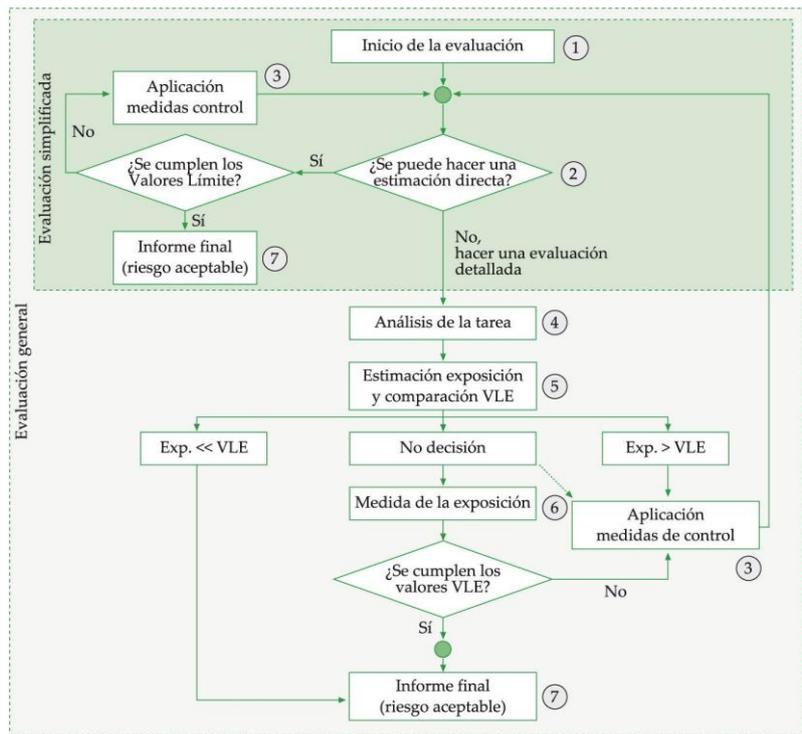
- Adoptar directamente medidas de control para reducir la exposición

- Plantear una estrategia de medición.

Para la evaluación de la exposición a RO incoherente pueden utilizarse las siguientes normas:

- UNE - EN 14255 - 1. Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente. Parte 1: Radiación ultravioleta emitida por fuentes artificiales en el lugar de trabajo.
- UNE - EN 14255 - 2. Medición y evaluación de exposiciones de las personas a la radiación óptica incoherente. Parte 2: Radiación visible e infrarroja emitida por fuentes artificiales en el lugar de trabajo.
- UNE - EN 14255 - 4. Medición y evaluación de la exposición de las personas a la radiación óptica incoherente.

**DIAGRAMA GENERAL DE ACTUACIÓN**



**5.2 Efectos en la salud**

Las radiaciones ópticas, debido a su escaso poder de penetración, sólo producen efectos adversos en los ojos y la piel. El cuerpo humano responde de forma diferente en cada una de las regiones del espectro óptico, ya que la energía de la radiación está relacionada con su rango espectral. El tipo de lesión o patología dependerá de la absorción de esa energía por los distintos tejidos biológicos.

El efecto crítico es aquel que se produce a un menor nivel de exposición y se toma como base para el establecimiento de los valores límite.

#### **Mecanismos de interacción:**

##### **Mecanismos fotoquímicos:**

Cuando la RO tiene energía suficiente para inducir una reacción química. Estos mecanismos siguen el principio de reciprocidad, esto es, hay una relación entre el daño y la dosis recibida (exposición radiante). Por ejemplo: la luz azul puede causar lesiones en la retina por una exposición de corta duración a una fuente muy intensa o por una exposición más prolongada a una luz menos brillante.

-El ultravioleta y la radiación visible, principalmente la luz azul, interaccionan por mecanismos fotoquímicos.

##### **Mecanismos térmicos:**

Producen quemaduras por una elevación parcial o total de la temperatura en el órgano expuesto. A diferencia de la lesión fotoquímica, la lesión térmica no depende de la relación entre la irradiancia y el tiempo de exposición. El factor determinante para la materialización del efecto adverso es, en este caso, la capacidad del tejido para disipar el calor. La aparición de la quemadura estará en función del tamaño de la zona irradiada y de la temperatura alcanzada por los tejidos circundantes (normalmente superior a 45 °C).

-Las radiaciones visibles e IR interaccionan por mecanismos térmicos.

### **5.3 EFECTOS SOBRE LA PIEL**

La penetración de la radiación óptica en la piel depende de la longitud de onda y de sus propiedades ópticas, regidas por los procesos de reflexión, difusión, absorción y transmisión.

#### **Efectos de la radiación ultravioleta sobre la piel**

La mayor parte de la radiación ultravioleta es absorbida en las capas más externas. La radiación UVB se absorbe en la epidermis mientras que la radiación UVA tiene un nivel de penetración mayor.

Los efectos adversos por sobreexposición a radiación UV son: Eritema. Es un enrojecimiento de la piel producido por la vasodilatación de los capilares, en ocasiones acompañado de hinchazón y dolor. Se produce tras pocas horas de exposición y persiste unos días, después aparece un aumento de la pigmentación.

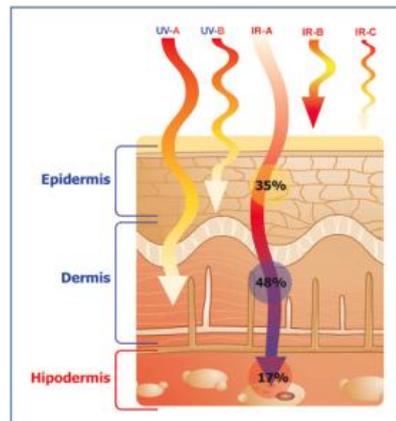
##### **Elastosis:**

Es una degradación de las fibras de colágeno y elastina de la dermis lo que provoca un

envejecimiento cutáneo precoz en el que la piel pierde su suavidad y firmeza.

### Fotocarcinogénesis:

El principal factor inductor de la mayoría de los cánceres primarios de piel es la radiación ultravioleta. Se distinguen dos tipos de cáncer cutáneo: Melanoma (CCM) y No Melanoma (CCNM).

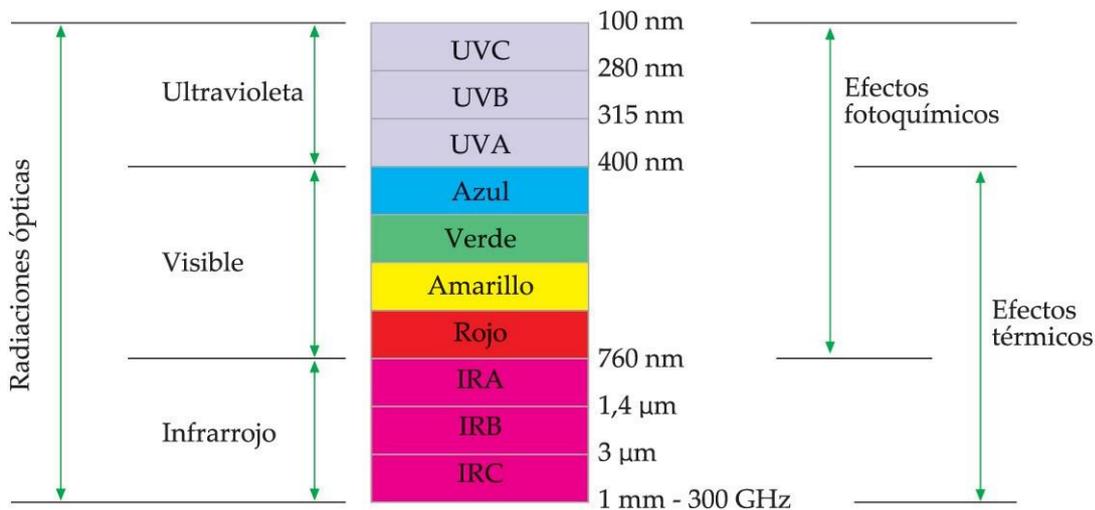


### ✚ Efectos de la radiación visible e infrarroja sobre la piel

El IRA y la radiación visible penetran en la piel hasta alcanzar la dermis e incluso la capa subcutánea. El IRB tiene menor penetración (inferior a 1 mm) mientras que el IRC es totalmente absorbido en el estrato córneo y la epidermis más superficial.

Para evitar que se produzcan *lesiones térmicas* (quemaduras), el organismo dispone de mecanismos de defensa, para disipar el exceso de calor, como, por ejemplo, el aumento del flujo sanguíneo y la transpiración (sudoración). A partir de estudios con voluntarios, se ha cuantificado en 10 segundos el tiempo medio de respuesta frente a este estímulo. La sensación de calor extremo o discomfort térmico protegería de forma natural al trabajador frente a las lesiones térmicas.

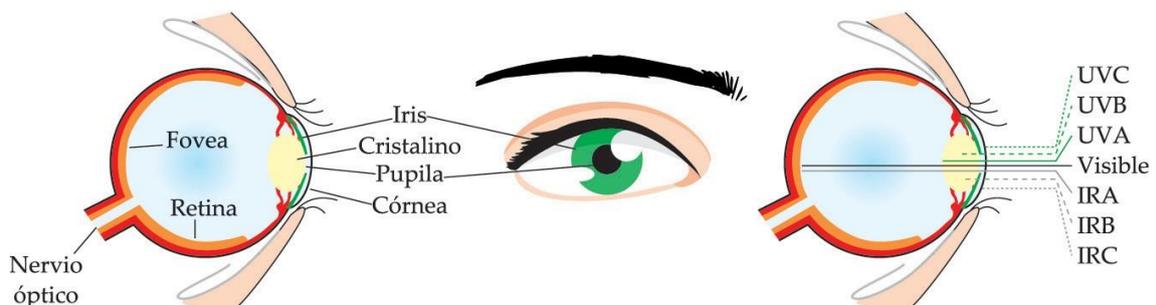
En exposiciones de larga duración (más de 10 segundos), se puede producir un aumento generalizado de la temperatura corporal, lo que podría suponer un riesgo por estrés térmico.



#### 5.4 EFECTOS SOBRE LOS OJOS

Los ojos detectan y focalizan la luz hasta la retina. Para protegerse frente a fuentes visibles excesivamente brillantes disponen de mecanismos de aversión (constricción de la pupila, parpadeo, lagrimeo, etc.) El tiempo medio de estas respuestas de aversión es de 0,25 segundos.

En función de la longitud de onda, la radiación óptica se absorbe en los diferentes tejidos del ojo. La córnea y la conjuntiva absorben la mayoría de las longitudes de onda por debajo de 300 nm, el cristalino absorbe el IRC, UVA e IRB y la retina el visible y el IRA



Penetración de la RO en función de la longitud de onda

Tabla 5.4.1. Resumen de la tabla A.1 del RD 486/2010

LONGITUD DE ONDA (nm)	OJOS	PIEL	Mecanismo de interacción
180 - 400 (UVC, UVB, UVA)	Fotoqueratitis Fotoconjuntivitis Cataratas	Eritema Elastosis Cáncer	Fotoquímico
315 - 400 (UVA)	Cataratas		
300 - 700 (visible)	Fotorretinitis		

380 - 1400 (visible e IRA)	Quemaduras retina	Quemaduras	Térmico
780 - 1400 (IRA)			
730 - 3000 (IRA e IRB)	Quemaduras córnea Cataratas		
380 - 3000 (visible, IRA e IRB)			

### ✚ Efectos de la radiación ultravioleta sobre los ojos

El principal efecto crónico son las cataratas de origen fotoquímico. Se trata de un aumento de la opacidad del cristalino originado por la desnaturalización de sus proteínas. Aunque es una lesión relacionada con el envejecimiento, la exposición a radiación ultravioleta se considera uno de los principales factores de riesgo inductores de esta patología.

Entre los efectos agudos se encuentran la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis (inflamaciones de la córnea y la conjuntiva, respectivamente). Se caracterizan por dolor intenso, irritación, fotofobia, lagrimeo y sensación de arena en los ojos.

### ✚ Efectos de la radiación visible e infrarroja sobre los ojos

La fotorretinitis da lugar a puntos ciegos que pueden ser reversibles o irreversibles ya que si se localizan en la fovea pueden evolucionar hacia una pérdida de agudeza visual considerable. El intervalo de longitudes de onda entre 435 y 440 nm es el más perjudicial, por lo que a este riesgo se le conoce como riesgo por luz azul.

Las quemaduras en la retina se producen por exposición a radiación visible e IRA. Para que se coagule el tejido la intensidad de la radiación deberá ser tal que la temperatura de la retina aumente entre 10 °C y 20 °C.

Las quemaduras corticales (córnea) se producen por exposición a radiación IRB e IRC y en menor medida por IRA. Son el principal efecto adverso asociado a exposiciones agudas.

Cuando la exposición es crónica se pueden llegar a generar cataratas, en este caso de origen térmico, ya que han sido inducidas por radiación IRB e IRC.

## 5.5 Disposiciones encaminadas a evitar o reducir la expresión

Los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen. La

reducción de estos riesgos se basará en los principios generales de prevención establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

Si existe posibilidad de que se superen los valores límite de exposición, el empresario elaborará y aplicará un plan de acción, que se integrará en la planificación de la actividad preventiva, donde incluirá medidas técnicas y/u organizativas destinadas a impedir que la exposición supere dichos valores límite, prestando particular atención a los siguientes aspectos:

1. Otros métodos de trabajo que reduzcan el riesgo derivado de la radiación óptica.
2. La elección de equipos que generen menores niveles de radiación óptica, teniendo en cuenta el trabajo al que se destinan.
3. Medidas técnicas para reducir la emisión de radiación óptica, incluyendo, cuando fuera necesario, el uso de sistemas de cerramiento, blindajes o mecanismos similares de protección de la salud.
4. Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
5. La limitación de la duración y del nivel de la exposición.
6. La disponibilidad del equipo adecuado de protección individual.
7. Las instrucciones del fabricante del equipo, cuando esté cubierto por una directiva comunitaria pertinente.

RADIACIONES UV, LUMINOSAS E INFRARROJAS PRODUCIDAS POR ARCO ELECTRICO EN

SOLDADURA



## 6 Vigilancia de la salud

El empresario garantizará una adecuada vigilancia de la salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes al trabajo con exposición a radiaciones ópticas artificiales, tal y como se contempla en el artículo 22 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, con el fin de la detección precoz de cualquier efecto nocivo así como de la prevención de cualquier riesgo, incluidos los a largo plazo o los riesgos de enfermedad crónica.

La vigilancia de la salud será realizada a través de la organización preventiva que haya adoptado la empresa y conforme al artículo 37.3 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Cuando se detecte una exposición que supere los valores límite, el trabajador o los

trabajadores afectados, tendrán derecho a un examen médico. También tendrán derecho aquellos trabajadores que, como resultado de la vigilancia de la salud, se establezca que padecen una enfermedad o efecto nocivo para la salud identificable, que a juicio de un médico o un especialista de medicina del trabajo sea consecuencia de la exposición a radiaciones ópticas artificiales en el trabajo. En ambos casos:

a) El médico u otro personal sanitario competente deberá:

- Proponer que los trabajadores expuestos se sometan a un examen médico.
- Comunicar al trabajador el resultado que le atañe personalmente. También deberá asesorar al trabajador sobre cualquier medida de vigilancia de la salud a la que sea conveniente someterse tras el cese de la exposición.
- Informar al empresario de cualquier resultado significativo de la vigilancia de la salud, conforme al artículo 22.4 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

b) Por su parte, el empresario deberá:

- Revisar la evaluación de los riesgos efectuada con arreglo al artículo 6.
- Revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos con arreglo a lo dispuesto en el artículo 4.
- Tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquiera otra medida que se considere necesario para eliminar o reducir riesgos de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 4.
- Disponer una vigilancia sistemática de la salud y el examen del estado de salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar.

La vigilancia de la salud incluirá la elaboración y actualización de la historia clínico - laboral de los trabajadores sujetos a la misma con arreglo a lo dispuesto en el apartado 1. El acceso, confidencialidad y contenido de dichas historias se ajustará a lo establecido en el artículo 22, apartados 2, 3 y 4, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y en el artículo 37.3.c) del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. El trabajador tendrá acceso, previa solicitud, al historial que le afecte personalmente.



## 7 Formación e información

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a los riesgos derivados de las radiaciones ópticas artificiales y/o sus representantes reciban la información y formación necesarias sobre el resultado de la evaluación de riesgos prevista en el artículo 6, en particular sobre:

- a) Las medidas tomadas en aplicación del presente real decreto. Es importante que los trabajadores conozcan cuándo y dónde han sido aplicadas las medidas de prevención, así como su efectividad según las características de radiación óptica y el tipo de exposición. Se incluirá información sobre las medidas de tipo técnico (cerramiento, mantenimiento de equipos, etc.), sobre las de tipo organizativo y sobre el procedimiento de trabajo (reducción del tiempo de exposición, señalización, uso de EPI, etc.). Esta información podrá ser complementada con folletos, carteles y medios audiovisuales en los que se recojan, de forma clara, las medidas adoptadas.
- b) Los valores límite de exposición establecidos en el artículo 5 y los riesgos potenciales asociados. Los trabajadores estarán informados de que en ningún caso pueden estar expuestos a valores superiores al límite establecido y de las consecuencias que para su salud tiene la superación de dicho límite.
- c) Los resultados de la evaluación y, en su caso, medición de los niveles de exposición a radiaciones ópticas artificiales efectuados en aplicación del artículo 6 del presente real decreto, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales. Los trabajadores expuestos a las radiaciones ópticas artificiales tienen derecho a conocer el resultado de la evaluación de su puesto de trabajo, el valor de los niveles de radiación, si ha sido necesaria su medición, así como los efectos que para su salud tiene ese tipo de radiación.
- d) La forma de detectar los efectos nocivos para la salud debidos a la exposición y la forma de informar sobre ellos. En base al tipo de radiación a que esté expuesto, el trabajador debe recibir formación para conocer la forma de detectar los efectos nocivos para su salud y se deben establecer los canales de comunicación necesarios para informar sobre los mismos.
- e) Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud, de conformidad con el artículo 10.

- f) Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Pueden aplicarse medidas organizativas en las que se indicarán determinadas pautas de comportamiento a los trabajadores para reducir el riesgo de exposición, elaborándose procedimientos o, en su caso, instrucciones precisas de trabajo en los que se recoja información tal como:
- Métodos de trabajo que limiten el tiempo de exposición.
  - Evitar o limitar la permanencia en las zonas señalizadas de riesgo.
  - Establecer una relación de personas autorizadas a acceder a las zonas de riesgo.
  - Cualquier otra específica que comporte una disminución del riesgo en casos concretos.
- g) El uso correcto de los equipos de protección individual.

## RADIACIONES UV, LUMINOSAS E INFRARROJAS PRODUCIDAS POR ARCO ELECTRICO EN SOLDADURA

### 8 Medidas de protección y EPIS



La selección de un equipo de protección ocular frente a RO pasa por las siguientes etapas:

- Identificar la fuente de radiación óptica
- Determinar la protección requerida

#### **El equipo de protección individual está compuesto por:**

Pantalla de protección de la cara y ojos.

Guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior.

Mandil de cuero.

Polainas.

Calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante.

Casco y cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca, además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.



**Tabla 8.1. Uso recomendado de las diferentes clases de protección para la soldadura eléctrica**

PROCESO DE SOLDADURA ELÉCTRICA	Intensidad de corriente (A)																											
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600							
Electrodos recubiertos	8				9				10				11				12				13				14			
MAG	8								9		10		11				12				13				14			
TIG				8		9			10			11			12			13										
MIG con metales pesados									9		10		11				12		13		14							
MIG con aleaciones ligeras											10		11		12		13		14									
Resanado por arco - aire	10												11		12		13		14		15							
Corte por chorro de plasma									9	10	11	12				13												
Soldeo al arco micro - plasma	4		5		6		7		8		9		10		11		12											
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600							

Nota: El término "metales pesados" se aplica a aceros, aleaciones de acero, cobre y sus aleaciones, etc.

## Elementos de Protección Personal



### Soldadura y técnicas relacionadas

Estos equipos de protección ocular y facial se suelen certificar en base a las siguientes normas:

- UNE - EN 175, que recoge los requisitos de protección relacionados con la montura.
- UNE - EN 169, que establece los requisitos específicos de transmisión para los filtros de soldadura, o bien la norma UNE - EN 379 para filtros de soldadura con coeficiente de transmisión conmutable en el visible (filtros automáticos).
- La UNE - EN 169 establece una guía para seleccionar el grado de protección en función del tipo de soldadura, por llama o eléctrica. Las recomendaciones de los grados de protección de estos filtros se establecen basándose en el tipo de proceso de que se trate, teniendo en cuenta en cada caso, la distribución espectral de la radiación emitida y los VLE correspondientes.
- Para el caso de las soldaduras eléctricas, la intensidad de la corriente es un factor determinante en la selección del grado de protección adecuado. Particularmente en las soldaduras por arco, además de la intensidad también se debe tener en cuenta el tipo de arco y el tipo de metal base.

Las recomendaciones dadas para la selección de los diferentes grados de protección son válidas para condiciones de trabajo medias, en las que la distancia desde los ojos del soldador al cordón de la soldadura es, aproximadamente, de 50 cm y el nivel de iluminación medio es de unos 100 lux.

Cuando las condiciones particulares de trabajo difieran de las mencionadas, se han de tener en cuenta tanto las características del trabajo como las del trabajador para seleccionar el filtro adecuado, considerando los siguientes aspectos:

- La posición del operario con relación a la llama o al arco; por ejemplo: dependiendo de si aquel se inclina sobre el arco o se mantiene a la distancia del

brazo extendido, puede ser necesaria la variación en, al menos, un grado de protección.

- La iluminación ambiental; por ejemplo: si es demasiado baja puede ser necesario seleccionar un grado de protección o dos por debajo del previsto inicialmente.
- Las características del trabajador, por ejemplo, si se encuentra bajo un tratamiento médico que pueda incrementar la sensibilidad de los ojos a la radiación óptica.

Las recomendaciones para seleccionar los filtros de protección automáticos vienen establecidas en la UNE - EN 379, y siguen los mismos criterios que se han indicado para la selección de un filtro de soldadura según la UNE - EN 169.

Por último, hay que indicar que la montura de una pantalla facial para soldadura es un armazón opaco, que suele disponer de una abertura en la que se acopla la “mirilla” o marco portaocular donde se monta el ocular u oculares previstos.

RADIACIONES UV, LUMINOSAS E INFRARROJAS PRODUCIDAS POR ARCO ELECTRICO EN SOLDADURA	
<b>9 Conclusiones</b>	

El objeto de este trabajo es determinar las consecuencias de la exposición a radiaciones UV, luminosas e infrarrojas producidas por arco eléctrico en soldadura, así como las medidas preventivas a tener en cuenta para reducir los daños derivados de la exposición a las mismas. Se debe destacar la dificultad que existe en el proceso de soldadura a la hora de caracterizar el tamaño de la fuente, ya que éste es un punto fundamental a la hora de valorar concretamente el riesgo, concluyendo finalmente que los trabajadores del sector de la industria son los que más señalan la presencia de la mayoría de estos tipos de radiaciones mencionados, fundamentalmente radiaciones ultravioletas posiblemente por la utilización de equipos de soldadura de metales al arco eléctrico. Es por ello de vital importancia, hacer uso de las recomendaciones de los fabricantes de equipos, así como de la implantación de las medidas preventivas ya mencionadas.



## 10 Bibliografía

### Fuentes oficiales:

- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las radiaciones ópticas artificiales
- NTP 6: Radiaciones en soldadura. Guía para la selección de oculares filtrantes
- NT 903: Radiaciones ópticas artificiales: criterios de evaluación
- NTP 494: Soldadura eléctrica al arco: normas de seguridad
- NTP 698: Campos electromagnéticos entre 0 Hz y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral

### Otras fuentes:

- GUÍA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN TRABAJOS DE SOLDADURA. Junta de Extremadura. Servicio de Salud y Riesgos Laborales de Centros Educativos
- Secretaría de Medi Ambient y Salut Laboral de la Unió General de Trebaladors de Catalunya