LÁSER

Silvia Martín Sánchez 1ºPrev

ÍNDICE

Introducción …… Página 3.

Clasificación y caracterización de la radiación …… Páginas 4 y 5.

Marco normativo ……Página 6.

¿Cómo puede ser la exposición láser? …… Página 7.

Unidades de medida de una exposición láser …….. Página 7.

Valores límite de exposición …….. Páginas 8, 9 y 10.

Evaluación de los riesgos de exposición …… Páginas 10, 11, 12 y 13.

Efectos en la salud …….. Páginas 12 y 13.

Riesgos producidos por el láser …….. Página 13.

Exposición durante el embarazo y lactancia …… Páginas 13 y 14.

Disposiciones encaminadas a evitar o reducir el riesgo …… Página 14.

Vigilancia de la salud …….. Página 15.

Formación e información …….. Página 15.

Medidas de protección colectiva e individual …….. Páginas 16 y 17.

Conclusiones …… Página 18.

Webgrafía …….. Pagina 19.

INTRODUCCIÓN

Existen varios agentes físicos, es decir, las diferentes formas energéticas que cada una dependiendo de su naturaleza así como su manera de actuar en el organismo. Estas formas energéticas pueden producir efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.

Las diferentes formas energéticas se pueden manifestar a través de una forma calorífica, mecánica, electromagnética, por ejemplo.

Los más comunes son ruido, vibraciones, estrés térmico y estrés por frío y radiaciones ionizantes y no ionizantes.

En este caso nos centraremos en las radiaciones ópticas artificiales, en las cuales se define a las radiaciones ópticas como toda radiación electromagnética cuya longitud de onda oscila entre los 100nm y 1mm. Dado que este tipo de radiaciones no tienen una energía para ionizar la materia viva se consideran radiaciones no ionizantes.

En este tipo de radiaciones se pueden diferenciar entre las que se utilizan en un proceso, como puede ser una esterilización con rayos ultravioletas, y las que surgen de un subproducto de una actividad, como puede ser la radiación ultravioleta en soldadura.

Estas radiaciones están presentes en muchos puestos de trabajo pero no presentan riesgos para la salud en todos los casos.

Algunos ejemplos donde son comunes este tipo de radiaciones son en soldadura con arco eléctrico, sectores alimentarios o farmacéuticos dados que posen lámparas de descarga alta y baja presión, en el soplado de vidrios donde existen fuentes incandescentes, los trabajadores de nivelación de obras, de investigación y los médico-quirúrgicos ya que están expuestos a láseres así como trabajos al aire libre como construcción, agricultura, estaciones de esquí y muchos más donde están expuestos al sol, es decir, a radiaciones ultravioletas.

CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN.

Algunas definiciones previas:

- Radiación: es la propagación de energía en forma de unas ondas electromagnéticas a través del vacío o de un medio material.
- Átomo: es la unidad constituyente más pequeña de la materia.
- Electrón: es una partícula que está alrededor del átomo y posee una energía negativa.
- Radiación no ionizante: es aquella que no tiene una determinada energía para arrancar un electrón del átomo.
- Coherente: igualdad de frecuencia y fase.

La radiación láser proviene de un dispositivo láser que tiene una emisión inducida para poder generar una radiación electromagnética en el intervalo de la longitud de onda de la radiación óptica produciendo un haz de luz.

La radiación láser tiene tres propiedades:

- Es monocromático: la radiación tiene una sola longitud de onda.
- Tiene una alta coherencia, por ello las ondas de láser son más o menos paralelas debido a esta coherencia.

Características de un haz de luz láser

- Longitud de onda: depende de la composición química del medio activo.
- Duración de la emisión: puede ser continua, más de 0’25 segundos, o en impulsos/tren de impulsos menor de 0’25 segundos.
- Potencia: diferente para cada tipo de láser.

Clasificación de los láseres según la norma UNE EN 60825-1/ A2-2002

Se agrupan según su grado de peligrosidad.

- Clase 1: son seguros si las condiciones de utilización son adecuadas.
- Clase 1M: seguros cuando se usan en condiciones adecuadas pero no son seguras si se utilizan a través de un instrumento óptico, como puede ser una lupa.
- Clase 2: son láseres visibles. Los reflejos de aversión protegen al ojo incluso usando instrumentos ópticos.
- Clase 2M: también visibles. Los reflejos de aversión protegen al ojo pero si usan instrumentos ópticos no son seguros.
- Clase 3R: son láseres que si su visión es directa son muy peligrosos.
- Clase 3B: láseres cuya visión directa del haz de luz es peligrosa.
- Clase 4: láseres que pueden causar daños tanto en los ojos como en la piel. Pueden producir incendios.

Todo láser se debe clasificar para ello se deben utilizar unas etiquetas identificativas, esto recae sobre el fabricante del láser.

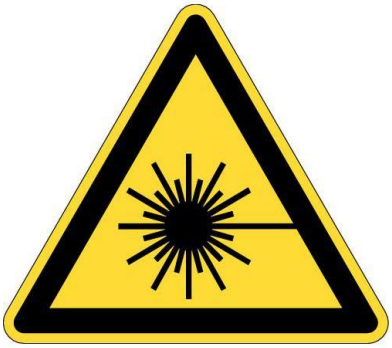
Las etiquetas deben ser legibles, visibles y fijas durante la vida del láser. En algunos casos no es posible etiquetar a los láseres pero deben aparecer en el embalaje del láser o en los papeles de información que se proporcionan al usuario.

La norma establece distintos tipos de etiquetas:

- ✓ De advertencia.
- ✓ Explicativas.
- ✓ De apertura.

También etiquetas en los paneles de acceso a los equipos láser.

La etiqueta explicativa, informa sobre la clase a la que pertenece el láser y contiene frases de advertencia en función del riesgo que supone la utilización del equipo.



-Señal de advertencia.-

MARCO NORMATIVO

El 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.

Este real decreto hace referencia al artículo 6 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en el cual se establece que las normas son las que deben ir concretando los aspectos de las medidas preventivas, estableciendo las medidas mínimas que deben adoptarse para la protección de los trabajadores. Entre esas medidas están las destinadas a la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales durante el trabajo.

A su vez la seguridad y salud de los trabajadores han sido tratadas en diversos convenios de la Organización Internacional del Trabajo, destaca el Convenio número 155, de 22 de junio de 1981, que trata de la seguridad y salud de los trabajadores y el medio ambiente de trabajo.

El Real Decreto 486/2010 tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y salud derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales. El ámbito de aplicación de dicho real decreto es para los trabajadores expuestos a las radiaciones ópticas artificiales que cumplan las siguientes características:

- ✓ Radiaciones de origen artificial.
- ✓ Radiaciones producidas en el trabajo.
- ✓ Radiaciones que sean nocivas para los ojos y la piel.

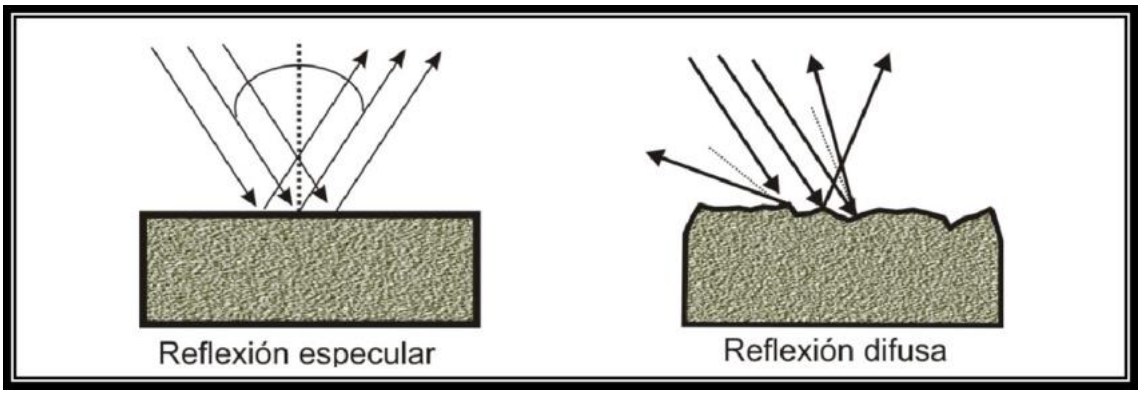
También trata en el resto de artículos los valores límite de las radiaciones ópticas artificiales, la evaluación de los riesgos que tiene, la información y formación que deben tener los trabajadores, la vigilancia de la salud y los equipos de protección individual para los trabajadores.

La norma UNE EN 60825-1/2015 la cuál regula la seguridad en los productos láser así como la comercialización de estos productos.

¿CÓMO PUEDE SER LA EXPOSICIÓN LÁSER?

La exposición puede ser:

- Directa, por reflexión especular: los rayos luminosos caen en una superficie reflectora muy plana y son reflejados de modo que el ángulo incidente es igual al ángulo reflejado.
- Reflexión difusa: es la reflexión de la luz desde una superficie, de manera que un rayo incidente es reflejado en muchos ángulos.



-Imagen de la reflexión especular y la reflexión difusa.-

LAS UNIDADES DE MEDIDA DE UNA EXPOSICIÓN A LA RADIACIÓN LÁSER

Las diferentes unidades de medida vienen dadas por la norma CEI-825-84.

Las unidades son:

- Irradiancia→ flujo radiante por superficie receptora. Se mide en w/cm² (vatio por centímetro cuadrado).
- Exposición radiante→ energía total incidente por unidad de superficie receptora. Se mide en J/ cm² (julios por centímetro cuadrado).
- Radiancia→ Potencia radiante de una superficie emisora de radiación por unidad de superficie y por unidad de ángulo sólido.
- Radiancia integrada→ integral de la radiancia durante un tiempo de exposición determinado, expresada como energía radiante por unidad de área de la superficie emisora y por unidad de ángulo sólido de emisión.

La exposición directa de los láseres continuos se mide en términos de irradiancia y para láseres de impulso en términos de exposición radiante.

Y cuando la visión del láser no es puntual o es una reflexión difusa de un haz se utiliza para los láseres continuos la radiancia y para los láseres de impulso la radiancia integrada.

VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

Los valores límite para la radiación láser son el nivel máximo al cual el ojo o la piel de los trabajadores pueden resultar expuestos sin que aparezcan daños.

Estos valores se encuentran en el Anexo II del Real Decreto 486/2010. A través de unas tablas y fórmulas.

Las tablas son las siguientes según el RD 486/2010:

A. Tabla B.1 Valores límite de exposición de los ojos al láser ($T_{Exposición} \geq 10s$)

Longitud de onda λ (nm) (1)		Apertura	VALOR Límite — Duración 10^{-1} ---10^{2}	Duración 10^{2} ---10^{4}	Duración 10^{4} ---$3\cdot10^{4}$	Efecto
UVC	180-280	3.5 mm	$H=30$ (J/m²)			Lesiones fotoquímicas y térmicas
UVB	280-302	3.5 mm	$H=30$ (J/m²)			Lesiones fotoquímicas y térmicas
	303		$H=40$ (J/m²)			
	304		$H=60$ (J/m²)			
	305		$H=100$ (J/m²)			
	306		$H=160$ (J/m²)			
	307		$H=250$ (J/m²)			
	308		$H=400$ (J/m²)			
	309		$H=630$ (J/m²)			
	310		$H=1\cdot10^{3}$ (J/m²)			
	311		$H=1{,}6\cdot10^{3}$ (J/m²)			
	312		$H=2{,}5\cdot10^{3}$ (J/m²)			
	313		$H=4{,}0\cdot10^{3}$ (J/m²)			
	314		$H=6{,}3\cdot10^{3}$ (J/m²)			
UVA	315-400	3,5 mm	$H=1\cdot10^{4}$ (J/m²)			Lesiones fotoquímicas y térmicas
Visible (2)	400-600	7mm	$H=100\cdot C_B$ (J/m²) $\gamma = 11$ mrad (3)	$E=1\cdot C_B$ (W/m²) $\gamma = 1{,}1\cdot t^{0,5}$ mrad (3)	$E=1\cdot C_B$ (W/m²) $\gamma = 110$ mrad (3)	Lesiones de la retina (fotoquímica)
	400-700		Si $\alpha \leq 1{,}5$ mrad Si $\alpha > 1{,}5$ mrad y $t \leq T_2$ Si $\alpha > 1{,}5$ mrad y $t > T_2$	Entonces $E=10$ (W/m²) Entonces $H=18\cdot C_E\cdot t^{0,75}$ (J/m²) Entonces $E=18\cdot C_E\cdot T_2^{-0,25}$ (W/m²)		Lesiones de la retina (térmica)
IRA	700-1400	7 mm	Si $\alpha \leq 1{,}5$ mrad Si $\alpha > 1{,}5$ mrad y $t \leq T_2$ Si $\alpha > 1{,}5$ mrad y $t > T_2$	Entonces $E=10\cdot C_A\cdot C_C$ (W/m²) Entonces $H=18\cdot C_A\cdot C_C\cdot C_E\cdot t^{0,75}$ (J/m²) Entonces $E=18\cdot C_A\cdot C_C\cdot C_E\cdot T_2^{-0,25}$ (W/m²)		Lesiones térmicas
IRB e IRC	1400- 10^{6}	Véase(4)	$E=1000$ (W/m²)			Lesiones térmicas

(1) Si aparecen dos límites para la longitud de onda del láser, se aplicará el más restrictivo.

(2) En el caso de una fuente pequeña con un $\alpha \leq 1{,}5$mrad, los valores límite de E para la radiación visible (400 a 600nm) se reducen a los límites térmicos para $10 \leq t < T_1$ y a los límites fotoquímicos para exposiciones mayores. Los valores de T_1 y T_2 véase el apartado B de este anexo. Los valores límite para las lesiones de retina fotoquímica también pueden expresarse como $G=10^{6}\cdot C_B$ ($J\cdot m^{-2}\cdot sr^{-1}$) para $10 < t \leq 10\,000$s y $L=100\cdot CB$ para $1\ t > 10\,000$s. Para medir G y L, γ_m, debe emplearse como campo visual para el cálculo de los promedios. La frontera oficial entre la radiación visible y la infrarroja es de 780 nm según la CIE. (La notación G la utiliza CEN, Lp la utiliza CEI y CENELEC) (G, radiancia integrada, es la integral de la radiancia con respecto a un tiempo de exposición, expresada como energía radiante por unidad de área de la superficie radiante y por unidad de ángulo sólido de emisión, en julios por metro cuadrado por estereorradián ($J\cdot m^{-2}\cdot sr^{-1}$)

(3) γ: Ángulo del cono límite del campo visual de medición expresado en milirradianes (mrad); γ_m, campo visual de medición (mrad). Si $\alpha > \gamma$, entonces $\gamma_m = \alpha$ (si se emplea un campo visual de medición mayor , el riesgo resulta sobrevalorado.) Si $\alpha < \gamma$, γ_m debe ser lo suficientemente amplio para incluir la fuente en su totalidad, pero no está limitado de otro modo y podría ser mayor que γ
α : ángulo subtendido de una fuente en milirradianes (mrad). Abertura límite: la superficie circular sobre la que se calculan los promedios de la irradiancia y la exposición radiante.

(4) Para λ entre 1.400 y 10.000 nm el diámetro de apertura es 3,5mm. Para λ entre 10^{3} a 10^{6} el diámetro de apertura es 11 mm

-Tabla 1 para calcular los valores límites de exposición para los ojos.-

Tabla B.2 Valores límite de exposición de los ojos al láser ($T_{Exposición} < 10s$)

Longitud de onda λ (nm) (1)		Apertura	VALOR Límite – Duración 10^{-13}–10^{-11}	10^{-11}–10^{-9}	10^{-9}–10^{-7}	10^{-7}–$1{,}8\cdot10^{-5}$	$1{,}8\cdot10^{-5}$–$5\cdot10^{-5}$	$5\cdot10^{-5}$–10^{-3}	$5\cdot10^{-3}$–10	Efecto
UVC	180-280	1 mm para t<0,3s; $1{,}5\cdot t^{0,375}$ para 0,3<t<10s	$E=3\cdot10^{10}$ (W/m²) (Véase nota 2)		H= 30 (J/m²)					Lesiones fotoquímicas y térmicas
UVB	280-302				H= 30 (J/m²)					Lesiones fotoquímicas y térmicas
	303				H= 40 (J/m²)	Si $t < 2{,}6\cdot10^{-9}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	304				H= 60 (J/m²)	Si $t < 1{,}3\cdot10^{-8}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	305				H=100 (J/m²)	Si $t < 1{,}0\cdot10^{-7}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	306				H=160 (J/m²)	Si $t < 6{,}7\cdot10^{-7}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	307				H= 250 (J/m²)	Si $t < 4{,}0\cdot10^{-6}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	308				H= 400 (J/m²)	Si $t < 2.6\cdot10^{-5}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	309				H= 630 (J/m²)	Si $t < 1{,}6\cdot10^{-4}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	310				$H=1\cdot10^{3}$ (J/m²)	Si $t < 1{,}0\cdot10^{-3}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	311				$H=1{,}6\cdot10^{3}$ (J/m²)	Si $t < 6{,}7\cdot10^{-3}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	312				$H=2{,}5\cdot10^{3}$ (J/m²)	Si $t < 4{,}0\cdot10^{-2}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	313				$H=4{,}0\cdot10^{3}$ (J/m²)	Si $t < 2{,}6\cdot10^{-1}$ entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
	314				$H=6{,}3\cdot10^{3}$ (J/m²)	Si t < 1,6 entonces $H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (3)				
UVA	315-400				$H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (J/m²)					Lesiones fotoquímicas y térmicas
Visible e IRA	400-700	7 mm	$H=1{,}5\cdot10^{-4}\cdot C_E$ (J/m²)	$H=2{,}7\cdot10^{4}\cdot t^{0,75}\cdot C_E$ (J/m²)	$H=5\cdot10^{-3}\cdot C_E$ (J/m²)	$H= 18\cdot t^{0,75}\cdot C_E$ (J/m²)				Lesiones térmicas
	700-1050		$H=1{,}5\cdot10^{-4}\cdot C_A\cdot C_E$ (J/m²)	$H=2{,}7\cdot10^{4}\cdot t^{0,75}\cdot C_A\cdot C_E$ (J/m²)	$H=5\cdot10^{-3}\cdot C_A\cdot C_E$ (J/m²)	$H= 18\cdot t^{0,75}\cdot C_A\cdot C_E$ (J/m²)				
	1050-1400		$H=1{,}5\cdot10^{-3}\cdot C_C\cdot C_E$ (J/m²)	$H=2{,}7\cdot10^{5}\cdot t^{0,75}\cdot C_C\cdot C_E$ (J/m²)	$H=5\cdot10^{-2}\cdot C_C\cdot C_E$ (J/m²)		$H= 90\cdot t^{0,75}\cdot C_C\cdot C_E$ (J/m²)			
IRB e IRC	1400-1500	Véase (4)	$E=1\cdot10^{12}$ (W/m²) (2)		$H=1\cdot10^{3}$ (J/m²)			$H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (J/m²)		Lesiones térmicas
	1500-1800		$E=1\cdot10^{13}$ (W/m²) (2)		$H=1\cdot10^{4}$ (J/m²)					
	1800-2600		$E=1\cdot10^{12}$ (W/m²) (2)		$H=1\cdot10^{3}$ (J/m²)			$H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (J/m²)		
	2600-10^{6}		$E=1\cdot10^{11}$ (W/m²) (2)		H=100 (J/m²)	$H= 5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$ (J/m²)				

(1) Si aparecen dos límites para la longitud de onda del láser, se aplicará el más restrictivo.
(2) habida cuenta de la falta de datos para estas duraciones de los pulso, se recomienda la utilización de límites de irradiancia para 1ns establecidos por la ICNIRP
(3) En caso de múltiples pulsos, las duraciones del pulso láser de los pulsos producidos en un intervalo T_{min} (Tabla B.7) deberán ser sumado y el valor del tiempo resultante sustituirse por t en $5{,}6\cdot10^{3}\cdot t^{0,25}$
(4) Cuando $1400 \leq \lambda < 10^{5}$ el diámetro de apertura es 1mm para $t \leq 0{,}3$ y $1{,}5\cdot t^{0,375}$ para $0{,}3 < t < 10$ .Cuando $10^{5} \leq \lambda < 10^{6}$ el diámetro de apertura es 11mm.

-Tabla 2 para calcular los valores límite de exposición para los ojos.-

Tabla B.3 Valores límite de exposición de la piel al láser

Longitud de onda λ (nm) (1)		Apertura	VALOR Límite – Duración <10^{-9}	10^{-9}–10^{-7}	10^{-7}–10^{-3}	10^{-3}–10^{1}	10^{1}–10^{3}	10^{3} – $3\cdot10^{4}$	Efecto
UV (A,B,C)	180-400	3,5 mm	$E=3\cdot10^{10}$ (W/m²)	Mismos valores que los límites de exposición para los ojos (tabla B.1 y B.2)					Eritema
Visible e IRA	400-700		$E=2\cdot10^{11}$ (W/m²)	$H=200\cdot C_A$ (J/m²)	$H= 1{,}1\cdot10^{4}\cdot C_A\cdot t^{0,25}$ (J/m²)		$E= 2\cdot10^{3}\cdot C_A$ (W/m²)		Lesiones térmicas
	700-1400		$E=2\cdot10^{11}\cdot C_A$ (W/m²)						
IRB e IRC	1400-1500		$E=1\cdot10^{12}$ (W/m²)	Mismos valores que los límites de exposición para los ojos (tabla B.1 y B.2)					Lesiones térmicas
	1500-1800		$E=1\cdot10^{13}$ (W/m²)						
	1800-2600		$E=1\cdot10^{12}$ (W/m²)						
	2600-10^{6}		$E=1\cdot10^{11}$ (W/m²)						

(1) Si aparecen dos límites para la longitud de onda del láser, se aplicará el más restrictivo.

-Tabla para calcular los valores límite de exposición para la piel.-

Las exposiciones que son más peligrosas son en las que el haz de luz da directamente sobre los ojos o la piel.

Para conocer dicho valor límite es necesario conocer el tiempo de exposición a radiación láser pero es difícil conocerlo porque la exposición es accidental. En el caso de un láser visible habría que considerar el reflejo de aversión y las condiciones en el que el equipo es utilizado.

Por estas razones los valores límites de exposición del láser son muy complicados de especificar ya que intervienen muchas variables.

En la norma UNE-EN 6025-1 se establece que el láser no debe sobrepasar los Límites de Emisión Accesibles (LEA) designados para cada clase de láser.

Los LEA son unos valores de potencia de energía radiante o una energía establecida según la longitud de onda y el tiempo de emisión.

Que se deducirán bajo unos valores límite de exposición de unas condiciones de medición fijadas en la norma.

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPOSICIÓN

Se puede determinar la exposición a través de una medición o de una estimación.

La estimación se realiza a través de la información que da el fabricante o por apreciación directa, es decir, cuando la exposición este muy por debajo o muy por encima de los VLE. Si el resultado de esta estimación no es muy fiable se pueden adoptar medidas de control para reducir o evitar la exposición o plantear una estrategia de medición.

La metodología para realizar la evaluación de los riesgos se debe ajustar a las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional para la radiación láser y las recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación según el Real Decreto 486/2010.

El método de evaluación trata de evaluar de forma simplificada cada puesto de trabajo que pueda permitir una estimación directa y solamente se realizará una evaluación más detallada cuando no es posible conocer a priori la exposición.

La evaluación de la radiación láser sigue la norma UNE-EN 60825/2015 seguridad de los productos láser. Para ello se debe conocer la clase de láser al que el trabajador está expuesto. Esta evaluación debe estar programada y la realizará una persona cualificada del nivel superior especializada en la rama de higiene industrial.

Se realizará periódicamente según lo acordado entre la empresa y los representantes de los trabajadores.

Se debe repetir la evaluación cuando:

- Se introduzcan nuevas tecnologías en el puesto de trabajo.
- Cambie alguna condición del puesto de trabajo.
- Un trabajador nuevo sea sensible a las condiciones del puesto de trabajo.
- Se hayan detectado daños en la salud de los trabajadores a través de la vigilancia de la salud.

Los datos obtenidos en la evaluación de los riesgos se tienen que conservar para una posterior consulta. El empresario elaborara un documento relativo a dicha evaluación en la que debe constar:

- El puesto de trabajo evaluado.
- Los riesgos existentes.
- El resultado de la evaluación.
- Las medidas para reducir los riesgos.
- La referencia de los criterios y procedimientos de valuación.
- Los métodos para realizar la evaluación.

La metodología a seguir para hacer la evaluación de los riesgos es:

1. Identificar el peligro.
2. Comprobar que se cumplen las normas establecidas.
3. Realizar un estudio preliminar, para hacer un cálculo aproximado de la exposición.
4. Comparación de los valores límite, comparar los resultados del cálculo aproximado con los valores establecidos.
5. Medida de la exposición, se usarán radiómetros y espectrorradiómetros para conocer la longitud de onda de la radiación.
6. Realizar otra comparación con los VLA, obtener el valor límite para el riesgo y longitud de onda adecuados y compararlo con el valor medido.
7. Hacer un informe final sobre la evaluación.

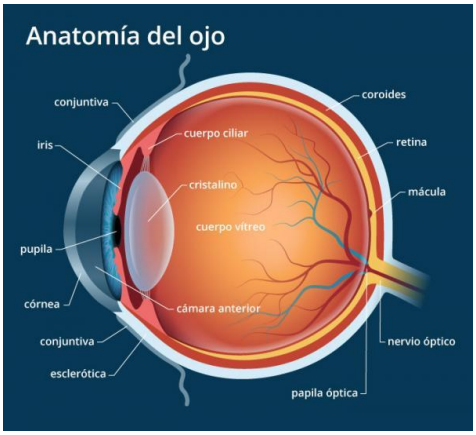
Efectos en la salud

La utilización del láser tiene unos efectos biológicos.

Efectos biológicos:

- Térmicos, se producen por un incremento de la temperatura tras una absorción de la energía trasmitida por el láser. La gravedad del daño dependerá de la duración de la exposición, la longitud de la onda, la energía del haz y el tipo de tejido expuesto.
- Acústicos, se producen al recibir una onda de choque que se propaga a través del tejido y produce daños en el mismo. Esto ocurre cuando el haz del láser produce una evaporación localizada de tejido, se hace un efecto parecido al de las ondas que se propagan por tirar una piedra al agua.
- Fotoquímicos, los fotones interactúan con las células del tejido produciendo un cambio químico en ellas. Este efecto depende de la longitud de onda.

Los órganos que pueden dañarse por utilizar el láser son los ojos y la piel. La gravedad de la lesión depende de la longitud de onda del láser y del nivel de exposición.

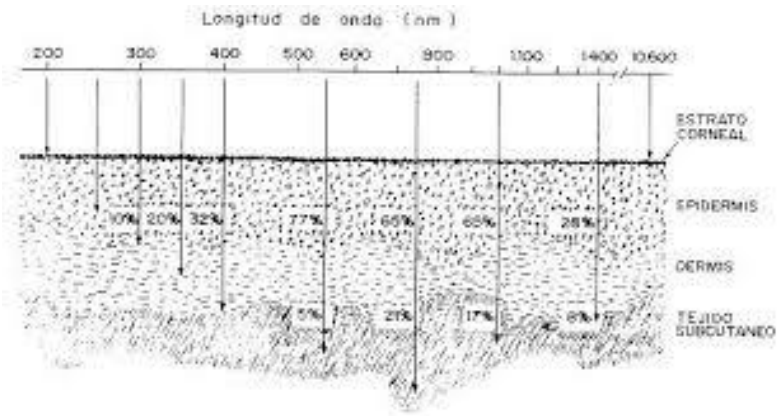


-Partes del ojo.-

La cornea funciona como una lente convergente, es decir, que los rayos paralelos que inciden en ella son desviados hacía el mismo punto.

Por ello cuando un haz de láser es focalizado por el ojo se producirá una lesión en la fóvea o mácula deteriorando la función visual que puede llegar a ser irreversible.

Si el ojo no está focalizando el haz de láser se produce una lesión periférica en la retina que puede pasar por inadvertida. Se detecta a través de una revisión oftalmológica.



-Penetración de la radiación en la piel.-

En la piel la profundidad del haz de láser varía según la longitud de la onda. Si se produce una sobreexposición la reacción será una quemadura que con el tiempo se puede regenerar.

Riesgos producidos por el láser

Además de producir efectos en la salud de los trabajadores también la utilización de los láseres provoca otros riesgos, que son los siguientes:

- Contaminación atmosférica: provocados por gases procedentes de sistemas láser con circulación de gas de subproductos de reacciones o gases procedentes de agentes criogénicos.
- Riesgos eléctricos: muchos láseres que utilizan altas tensiones y los láseres pulsados son peligrosos por la acumulación de energía en las baterías de los condensadores.
- Refrigerantes criogénicas: son líquidos que pueden producir quemaduras.
- Otros riesgos pueden ser la explotación de una batería de condensadores o la explosión producida por los reactivos de un láser químico.

Exposición durante el embarazo y la lactancia

Las mujeres embarazadas o en período de lactancia se encuentran en el grupo de personas vulnerables a ciertos riesgos.

El Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, cuenta con las disposiciones sobre las mujeres embarazas y las radiaciones ópticas artificiales.

No se conoce con certeza que las radiaciones láser puedan influir en el desarrollo del feto pero tampoco existe una certeza de que las radiaciones láser supongan un riesgo para el embarazo.

Respecto a la exposición durante la lactancia sí que supone un riesgo dado que si es una gran exposición a la que se somete produce un aumento de la temperatura corporal y puede afectar a la lactancia.

Realmente no existe ninguna normativa específica en la cual se prohíba la exposición a radiaciones ópticas artificiales en mujeres embarazadas. Pero existen ciertas recomendaciones así como una reducción de la exposición durante ese período.

Disposiciones encaminadas a evitar o reducir el riesgo

Las exigencias que de seguridad del láser varían según el tipo que sea y están dirigidas a reducir la exposición del trabajador hasta el nivel máximo permisible. Esto también debe proteger al trabajador de otros riesgos relacionados con la utilización del láser.

Por ello se deben implementar medidas de control.

Las medidas de control para reducir la exposición a las radiaciones láser son las siguientes:

- ✓ Controles técnicos: se aplican sobre el láser directamente. Por ejemplo la utilización de una llave de control, de un atenuador de haz o señales de aviso.
- ✓ Controles administrativos: se aplican sobre el ambiente de trabajo siempre y cuando los controles técnicos no sean suficientes. Un ejemplo sería la designación de un responsable de seguridad láser. Otro ejemplo sería la formación del trabajador o las etiquetas y señales de aviso.
- ✓ Protección personal: será utilizada por trabajadores expuestos a láser de clase 3B y clase 4 y utilizarían gafas y ropa protectora.

Se puede decir que en primer lugar se debe tener en cuenta la capacidad del láser de producir un daño que depende de la clasificación de este. Después se deben controlar los factores ambientales que pueden influir, a través de implantación de controles técnicos o controles administrativos. Y por último controlar la protección individual.

También es importante destacar que la reducción de los riesgos se tiene que basar en los principios de la acción preventiva del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/ 1995.

VIGILANCIA DE LA SALUD

La vigilancia de la salud de los trabajadores se realiza a través de la organización preventiva que tenga la empresa.

Esta vigilancia sigue unos requisitos:

- Debe ser específica.
- Debe ser proporcional al riesgo.
- Tiene que ser voluntaria y confidencial
- Debe ser documentada y prolongada y dispuesta para la disposición de la autoridad laboral.

Cuando se superen los valores límite de exposición el trabajador tiene derecho a un examen médico. El trabajador será informado de los resultados del examen médico y se le proporcionará información sobre el seguimiento de vigilancia de su salud.

El empresario será informado de cualquier enfermedad profesional o daño derivado de las radiaciones ópticas artificiales. Ante esta situación el empresario debe revisar la evaluación de riesgos y las medidas de prevención para reducir el daño, debe terne en cuenta las recomendaciones médicas y proporcionar al trabajador afectado una vigilancia sistemática de la salud.

FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Los trabajadores deben conocer a que riesgos están expuestos en el trabajo y los valores límite de exposición así como qué medidas de prevención para reducir los riesgos de la exposición a láseres se han implementado. También deben tener información de cómo utilizar los equipos de protección, cuando deben ser usados y como mantener su buen estado y limpieza.

Los trabajadores deben disponer de información referida a la evaluación de riesgos.

La información puede acompañarse con folletos, carteles y medios audiovisuales en los que se recogen las medidas adoptadas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

Medidas de protección colectiva frente a los láseres:

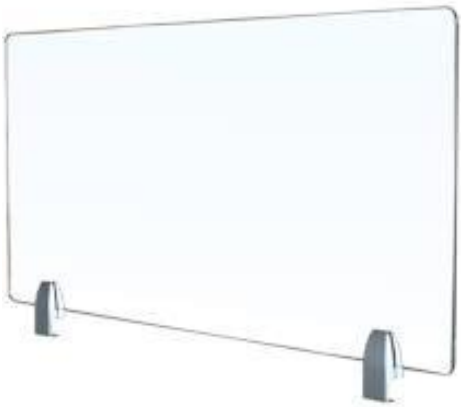
- ✓ Los locales dónde se encuentren los láseres estarán protegidos y señalizados.

-Señalización.-

- ✓ Señalizará del dispositivo láser.
- ✓ En los locales donde se encuentren láseres de clase 3B o clase 4, se debe instalar una luz intermitente, en la zona de acceso donde se encuentren este tipo de láseres, que se active cuando el láser este en funcionamiento.

-Luz intermitente.-

- ✓ Colocar mamparas específicas para las salas donde se desarrollen operaciones de corte, soldadura o perforación dispositivos láser.



-Mampara de protección.-

- ✓ En la zona de trabajo dónde haya dispositivos láser se deben retirar los productos explosivos, inflamables y disolventes.
- ✓ La trayectoria del haz tiene que acabar el final de su recorrido sobre un material con reflexión difusa y propiedades técnicas adecuadas.
- ✓ Los láseres de clase 3B y 4 deberán disponer de carcasa de protección, sistema de confinamiento y enclavamiento.
- ✓ No dejar el láser desatendido.
- ✓ Limitar la duración y nivel de exposición a láseres.
- ✓ Realizar programas adecuados de mantenimiento preventivo de los equipos láser.

En cuanto a medidas individuales, se encuentran los equipos de protección individual:

- ✓ Gafas de protección para láser.

-Gafas de protección láser.-

- ✓ Ropa de trabajo adecuada.

CONCLUSIONES

Un dispositivo láser produce una radiación electromagnética en el intervalo de una longitud de onda produciendo así un haz de luz.

Los láseres se clasifican según su peligrosidad. Esta clasificación la realiza el fabricante utilizando etiquetas que informen sobre qué clase de láser es.

La norma que regula la seguridad de los productos láser es la UNE-EN 60825/ 2015.

Los láseres se encuentran regulados por el Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. Este real decreto se basa en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

La exposición a radiaciones láser puede darse de dos maneras por: reflexión especular y reflexión difusa.

Los valores límite de la exposición a láser son difíciles de determinar porque intervienen muchas variables.

Para reducir la exposición a radiaciones láser es necesario aplicar medidas de control.

En cuanto a la evaluación de riesgos, esta debe ajustarse a lo marcado en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional para la radiación láser y las recomendaciones de la Comisión Internacional de Iluminación.

La utilización de láseres produce efectos negativos sobre los ojos y la piel.

Los trabajadores expuestos a este tipo de radiaciones deben tener una formación e información, como por ejemplo, de los daños que producen dichas radiaciones, la utilización de equipos de protección individual para evitar daños, la peligrosidad de cada clase de láser, etc. Así como, una vigilancia de su salud.

WEBGRAFÍA

- https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+las+radiaciones+%C3%B3pticas+artificiales/398e51ba-3a70-473c-9dde-e6eb19e4cd7c
- https://prevencionar.com/2017/06/11/exposicion-laboral-radiaciones-opticas-artificiales/
- https://www.insst.es/-/-que-fuentes-originan-radiaciones-opticas-
- https://www.insst.es/-/-que-es-un-laser-
- https://www.insst.es/radiaciones-opticas
- https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_654.pdf/53a50019-ab4a-48b0-9c81-3eb1402dd9db
- https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_261.pdf/e9596848-a987-467a-afb6-3e1cf02aaa7 d
- https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-6485
- https://www.insst.es/documents/94886/327740/755.pdf/33798ef7-28b1-468f-b2a4-f1c378cd75df
- https://www.sprl.upv.es/IOP_RF_01%28a%29.htm#anexo
- https://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/Info/laseres.pdf