

|                                                                                                                                                                                                             |                                                                          |            |                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <div> <div>Universidad<br/>Politécnica<br/>de Cartagena</div> <div>Campus<br/>de Excelencia<br/>Internacional</div> </div> | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS<br/>LASER: PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  <div> <div>EUROPEAN<br/>UNIVERSITY OF<br/>TECHNOLOGY</div> <div>"Think human first"</div> </div> |
| Octubre 2021                                                                                                                                                                                                | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 1 de 20                                                                                                                                                                      |

# PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:

## PREVENCIÓN DE RIESGOS

|                                                                                                                                                            |                                                                          |            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Universidad Politécnica de Cartagena   Campus de Excelencia Internacional | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:<br/>PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY<br>"Think human first" |
| Octubre 2021                                                                                                                                               | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 2 de 20                                                                                                                              |

## **Índice**

1. ¿Qué es un láser?
2. Clases de láser.
3. ¿Dónde viene indicada la clase de un sistema láser?
4. Etiquetado
5. Manejo de sistemas láser. Riesgos.
  - 5.1. Riesgos para equipos láser adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación y obsoleta.
  - 5.2. Riesgos derivables, atendiendo criterio vigente clasificación (UNE EN 60825-1/A2)
  - 5.3. Efectos biológicos vinculados al haz.
  - 5.4. Contaminantes aerotransportados generados por el láser-“El Penacho”.
  - 5.5. Radiación colateral.
  - 5.6. Gases.
6. Medidas de control recomendadas en función de las diferentes “clases” de sistema láser.
  - 6.1. Medidas de control para equipos láser adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación ya obsoletos.
  - 6.2. Medidas de control, atendiendo a criterios de la vigente clasificación (UNE EN 60825-1/A2).
7. Medidas de control generales.
  - 7.1. Información y formación del personal involucrado o expuesto.
  - 7.2. Controles administrativos.
  - 7.3. Señalización.
  - 7.4. Ingeniería.
    - 7.4.1. Para laser adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación ya obsoletos.
    - 7.4.2. Para laser cuya clasificación se establece según el criterio actualmente en vigor (UNE EN 60825-1/A2).
    - 7.4.3. Cálculo y marcado de la “distancia nominal de riesgo ocular” (dnro).
  - 7.5. Equipos de protección individual.

|                                                                                                                                                            |                                                                          |            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Universidad Politécnica de Cartagena   Campus de Excelencia Internacional | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:<br/>PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY<br>"Think human first" |
| Octubre 2021                                                                                                                                               | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 3 de 20                                                                                                                              |

Para la realización de este procedimiento vamos a tener en cuenta la UNE EN 60825-1/A2. Pero antes debemos definir algunos conceptos como es ¿Qué es un Láser?.

## 1.- ¿QUÉ ES UN LÁSER?

Un láser es un dispositivo que emite un haz de luz coherente mediante un proceso de amplificación óptica.

La característica principal de un láser es su direccionalidad, o sea, el rayo es concentrado y recto. El láser se diferencia por su longitud de onda y por su intensidad.

## 2.- CLASES DE LÁSER.

Los láseres no forman un grupo homogéneo de riesgo ya que, dependiendo de sus características técnicas (sistema de bombeo, medio activo y cavidad óptica) pueden emitir radiación en un amplio intervalo de longitudes de onda, con potencias o energías de salida muy variables y con una distribución temporal que puede ser continua o en impulsos. Además, las distintas aplicaciones, condicionan el tiempo de exposición, que es un factor clave para determinar el riesgo.

La utilización de sistemas láser conlleva un riesgo intrínseco de exposición del organismo humano a una fuente de Radiación No Ionizante, en función de la clase del sistema y de las medidas de control (esto es, medidas preventivas) que sean adoptadas. Obviamente, será necesario conocer las bases de estos dos conceptos con el fin de lograr una protección eficaz del personal que pueda llevar a cabo o verse afectado por las operaciones ejecutables con sistemas de este tipo.

**La CLASE de un láser es un indicador directo del grado de peligrosidad** que supone la utilización de un dispositivo de estas características.

Los tres factores que principalmente definen la CLASE de un láser son:

- Longitud de onda.
  - Duración / tiempo de exposición.
  - Potencia / energía del haz.
- I. Hasta la aparición de la norma UNE EN 60825-1/A2, las clases de láser eran cinco (5), a saber: Clase 1; Clase 2; Clase 3a; Clase 3b; Clase 4. Actualmente ya no se sigue dicha clasificación.
  - II. Tras la aparición de la norma UNE EN 60825-1/A2, las nuevas clases son (7), esto es: Clase 1; Clase 1m; Clase 2; Clase 2m; Clase 3r; Clase 3b; Clase 4. Por el contrario, la clase 3a; desaparece con esta norma (excepto en los equipos antiguos, claro está). Esta es una tabla resumen con las nuevas Clases:

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b>  | Productos láser que son seguros en todas las condiciones de utilización razonablemente previsibles, incluyendo el uso de instrumentos ópticos en visión directa.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Clase 1M</b> | Láseres que emitiendo en el intervalo de longitudes de onda ( $\lambda$ ) entre 302,5 y 4000 nm son seguros en condiciones de utilización razonablemente previsibles, pero que pueden ser peligrosos si se emplean instrumentos ópticos para visión directa. (Ver 8.2 en la norma).                                                                                                                                                                     |
| <b>Clase 2</b>  | Láseres que emiten radiación visible en el intervalo de longitudes de onda comprendido entre 400 y 700 nm. La protección ocular se consigue normalmente por las respuestas de aversión, incluido el reflejo parpebral. Esta reacción puede proporcionar la adecuada protección aunque se usen instrumentos ópticos.                                                                                                                                     |
| <b>Clase 2M</b> | Láseres que emiten radiación visible (400 y 700 nm). La protección ocular se consigue normalmente por las respuestas de aversión, incluido el reflejo parpebral, pero la visión del haz puede ser peligrosa si se usan instrumentos ópticos. (Ver 8.2)                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Clase 3R</b> | Láseres que emiten entre 302,5 y 106 nm, cuya visión directa del haz es potencialmente peligrosa pero su riesgo es menor que para los láseres de Clase 3B. Necesitan menos requisitos de fabricación y medidas de control del usuario que los aplicables a láseres de Clase 3B. El límite de emisión accesible es menor que 5 veces el LEA de la Clase 2 en el rango 400-700 nm, y menor de 5 veces el LEA de la Clase 1 para otras longitudes de onda. |
| <b>Clase 3B</b> | Láseres cuya visión directa del haz es siempre peligrosa (por ej. dentro de la Distancia Nominal de Riesgo Ocular). La visión de reflexiones difusas es normalmente segura (véase también la nota 12.5.2c).                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Clase 4</b>  | Láseres que también pueden producir reflexiones difusas peligrosas. Pueden causar daños sobre la piel y pueden también constituir un peligro de incendio. Su utilización precisa extrema precaución.                                                                                                                                                                                                                                                    |

#### Resumen de la clasificación láser

|                 |                                                                                                                                                                   |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b>  | Seguros en condiciones razonables de utilización                                                                                                                  |
| <b>Clase 1M</b> | Como la Clase 1, pero no seguros cuando se miran a través de instrumentos ópticos como lupas o binoculares.                                                       |
| <b>Clase 2</b>  | Láseres visibles (400 a 700 nm). Los reflejos de aversión protegen el ojo aunque se utilicen con instrumentos ópticos.                                            |
| <b>Clase 2M</b> | Como la Clase 2, pero no seguros cuando se utilizan instrumentos ópticos.                                                                                         |
| <b>Clase 3R</b> | Láseres cuya visión directa es potencialmente peligrosa pero el riesgo es menor y necesitan menos requisitos de fabricación y medidas de control que la Clase 3B. |
| <b>Clase 3B</b> | La visión directa del haz es siempre peligrosa, mientras que la reflexión difusa es normalmente segura.                                                           |
| <b>Clase 4</b>  | La exposición directa de ojos y piel siempre es peligrosa y la reflexión difusa normalmente también. Pueden originar incendios.                                   |

**Es IMPRESCINDIBLE conocer la clase de un láser antes de comenzar a trabajar con el mismo.**

**Si no conoce (de una manera fiable: etiquetado, manual de instrucciones) la clase de un equipo láser, NO trabaje con el: póngalo fuera de servicio con el fin de que otras personas no puedan acceder al mismo.**

### 3.- ¿DÓNDE VIENE INDICADA “LA CLASE” DE UN SISTEMA LASER?

La clase de un sistema láser debe figurar en:

- Una etiqueta / señal, claramente visible y colocada en el mismo dispositivo, con las frases de advertencia para que el usuario conozca a que riesgo está expuesto.
- El manual de instrucciones / operaciones del dispositivo láser.
- También debería estar colocada señalización de peligros reglamentaria en el lugar de trabajo donde esté emplazado el sistema (véase a este respecto, el apartado “7.3.- Medidas de Control – Señalización” de este documento)

### 4.- ETIQUETADO

La obligación de clasificar un láser y de informar al usuario sobre sus riesgos mediante la etiqueta estándar, recae sobre el fabricante del mismo.

Las etiquetas deberán ser legibles, claramente visibles y estar en todo momento fijas durante el funcionamiento, mantenimiento o ajuste del láser. Además, tienen que estar situadas de modo que puedan leerse sin que la exposición a la radiación supere el LEA de la Clase 1. En aquellos casos en los que el tamaño del producto o su diseño haga imposible la colocación de etiquetas, éstas deberán incluirse en la información que se suministre al usuario o bien dentro del embalaje del producto láser.

La norma establece distintos tipos de etiquetas: de advertencia, explicativas, de abertura y etiquetas de los paneles de acceso a los equipos láser.

- Pictograma de uso obligatorio, es una etiqueta de advertencia.



Etiqueta de advertencia

- Una etiqueta / señal, claramente visible y colocada en el mismo dispositivo láser, con las frases de advertencia para que el usuario conozca a que riesgo está expuesto. Esta etiqueta actualmente es obligatoria para todos los láseres Clase 2, 2M, 3R, 3B, y 4. Este tipo de etiqueta se denomina “etiqueta explicativa”. Son las siguientes:



|                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>PRODUCTO<br/>LÁSER CLASE 1</b></p> <p><b>RADIACIÓN LÁSER<br/>NO MIRE<br/>DIRECTAMENTE CON<br/>INSTRUMENTOS<br/>ÓPTICOS<br/>PRODUCTO LÁSER<br/>CLASE 1M</b></p>                                                | <p><b>RADIACIÓN<br/>LÁSER<br/>NO MIRAR<br/>DIRECTAMENTE<br/>AL HAZ<br/>PRODUCTO<br/>LÁSER CLASE 2</b></p> <p><b>RADIACIÓN LÁSER<br/>NO MIRE<br/>DIRECTAMENTE AL<br/>HAZ<br/>NI LO MIRE<br/>DIRECTAMENTE CON<br/>INSTRUMENTOS<br/>ÓPTICOS<br/>PRODUCTO LÁSER<br/>CLASE 2M</b></p>                      |
| <p><b>RADIACIÓN<br/>LÁSER<br/>EVITE<br/>EXPOSICIÓN<br/>AL HAZ<br/>PRODUCTO<br/>LÁSER CLASE<br/>3R</b></p> <p><b>RADIACIÓN LÁSER<br/>EVITE LA EXPOSICIÓN<br/>DIRECTA<br/>DEL OJO PRODUCTO<br/>LÁSER CLASE 3R</b></p> | <p><b>RADIACIÓN<br/>LÁSER<br/>LA<br/>EXPOSICIÓN<br/>AL HAZ ES<br/>PELIGROSA<br/>PRODUCTO<br/>LÁSER CLASE<br/>3B</b></p> <p><b>RADIACIÓN LÁSER<br/>LA EXPOSICIÓN DE<br/>LOS OJOS O LA<br/>PIEL A LA RADIACIÓN<br/>DIRECTA<br/>O DIFUSA DEL HAZ ES<br/>PELIGROSA<br/>PRODUCTO LÁSER<br/>CLASE 4</b></p> |

- Etiquetas de “apertura”: que deberá llevar todo equipo láser de las categorías 3R, 3B, 4. Estas etiquetas estarán emplazadas cerca de la abertura del equipo por la que se emite la radiación. Se emplazarán siempre que la radiación saliente supere el Límite de Emisión Accesible (LEA) al estipulado para Clase 1 o Clase 2. Ejemplo:

**ABERTURA LÁSER**

**EXPOSICIÓN PELIGROSA  
POR ESTA ABERTURA SE EMITE  
RADIACIÓN LÁSER**

- Etiquetas de “panel”: son un tipo de etiqueta que TODO dispositivo Láser cuyo valor Límite de Emisión Accesible (LEA) sea superior al estipulado para Clase 1 debe llevar en caso de que el equipo disponga de panel de acceso o cubierta protectora que en caso de ser retirada exponga al operador a radiación láser. Un ejemplo de etiqueta de panel para un láser 3R:

**PRECAUCIÓN - RADIACIÓN LÁSER  
DE CLASE 3R PRESENTE AL ABRIR  
EVITE LA EXPOSICIÓN AL HAZ**

## 5.- MANEJO DE SISTEMAS LASER. RIESGOS.

### 5.1.- Riesgos para equipos láser adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación ya obsoletos:

| "CLASE" DE SISTEMA LÁSER                                                                                 | RIESGOS DERIVABLES                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b><br><b>(tratar como Clase 1 de UNE EN 60825-1/A2)</b>                                      | No suponen daño alguno.                                                                                                                                                                                        |
| <b>Clase 2</b><br><b>(tratar como Clase 2M de UNE EN 60825-1/A2)</b>                                     | Pueden causar daños oculares por observación directa del haz durante períodos superiores a 0,25 seg. Podría resultar en un daño crónico para exposiciones iguales o superiores a 1.000 seg. (unos 15 minutos). |
| <b>Clase 3 A</b><br><b>(tratar como Clase 3B de UNE EN 60825-1/A2)</b><br><br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN</b> | Pueden causar daños oculares (concretamente, en la retina), siendo crónicos en caso de exposiciones iguales o superiores a 0,25 seg.<br><br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN</b>                                         |
| <b>Clase 3B</b><br><b>(tratar como Clase 3B de UNE EN 60825-1/A2)</b><br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>     | Pueden causar daños oculares agudos o crónicos si se entra en contacto directo con el haz láser.<br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>                                                                                |
| <b>Clase 4</b><br><b>(tratar como Clase 4 de UNE EN 60825-1/A2)</b><br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>       | Pueden causar daños oculares o cutáneos agudos si se entra en contacto directo, indirecto, o por reflexión, con el haz láser. Pueden originar incendios.<br><br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>                    |

## 5.2.- Riesgos derivables, atendiendo a criterios de la vigente clasificación (UNE EN 60825-1/A2):

| "CLASE" DE SISTEMA LÁSER                 | RIESGOS DERIVABLES                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b>                           | No generan riesgos si se usan con normalidad. No es previsible que causen daño ocular, aunque el operador emplease algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.                                                                                                 |
| <b>Clase 1M</b>                          | No generan riesgos si se usan con normalidad, pero podrían causar daño ocular si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.                                                                                                                |
| <b>Clase 2</b>                           | Podría causar daños oculares. A priori los mecanismos de aversión como el <i>reflejo parpebral</i> * son suficientes (normalmente) como protección. El riesgo de padecer daño ocular aumenta si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa. |
| <b>Clase 2M</b>                          | Puede causar daños oculares. El riesgo de padecer daño ocular <u>aumenta muy notablemente</u> si el operador emplea algún tipo de instrumento óptico (por ejemplo: lente de aumento) de visión directa.                                                                                                |
| <b>Clase 3R<br/>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b> | La visión directa del haz es potencialmente peligrosa, aunque en menor medida que láser 3B.<br>Pueden causar daños oculares agudos y crónicos.<br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>                                                                                                                          |
| <b>Clase 3B<br/>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b> | La visión directa del haz es siempre peligrosa. La visión de reflexiones difusas podría según casos, se peligrosa también. Pueden causar daños oculares agudos y crónicos.<br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>                                                                                              |
| <b>Clase 4<br/>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>  | Pueden causar daños oculares y cutáneos agudos o crónicos si se entra en contacto directo, indirecto, o por reflexión, con el haz láser.<br>También pueden originar incendios.<br><b>EXTREMAR PRECAUCIÓN.</b>                                                                                          |

\* *Reflejo parpebral*: acto reflejo (valga la redundancia) consistente en el cierre rápido de los párpados cuando se produce un súbito destello, iluminación, o ruido intenso.

A parte de los riesgos indicados en los cuadrantes anteriores de daños oculares, cutáneos o de incendio, producidos por la clasificación del láser se pueden producir otros riesgos de tipo biológico, radiación o exposición a sustancias nocivas.

### 5.3.- Efectos biológicos vinculados al haz.

Un uso inadecuado de láser puede traer consecuencias nocivas para el organismo.

Los efectos pueden variar desde ligeros daños para la piel, hasta daños irreversibles en la piel o en los ojos, en forma de diferentes tipos de efectos biológicos.

Los efectos biológicos causados por dispositivos láser se pueden producir a través de procesos:

- Térmicos,
- Acústicos,
- Fotoquímicos.

Los efectos térmicos son los que van a producirse a consecuencia de un incremento de temperatura, tras la absorción de la energía transmitida por el láser. La severidad del daño depende de varios factores, como pueden ser la duración de la exposición, la longitud de onda del haz, la energía del haz, y la superficie y tipo de tejido expuesto al haz.

Los efectos acústicos son los resultantes de recibir una onda de choque, propagada a través del tejido, y produciendo un daño en el mismo. Esto sucede cuando el haz láser causa una evaporación localizada de tejido, generándose un efecto similar al de las ondas propagándose al tirar una piedra en un estanque.

Los efectos fotoquímicos pueden también ser causados cuando los fotones interactúan con células de tejido. Se puede producir un cambio en la química de las células afectadas. Este efecto depende en gran manera de la longitud de onda.

La siguiente tabla muestra un resumen de los efectos biológicos susceptibles de ser producidos por sistemas láser de no adoptarse las medidas de prevención de riesgos propuestas:

| Dominio Espectral de efecto fotobiológico | Diana: ojo                                                                                                       | Diana: piel                                                                                                       |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ultravioleta C<br>200nm – 280nm           | Fotoqueratitis                                                                                                   | Eritema (similar a una quemadura producida por el sol),<br>cáncer de piel,<br>envejecimiento acelerado de la piel |
| Ultravioleta B<br>280nm – 315nm           | Fotoqueratitis                                                                                                   | Incremento de pigmentación de la piel                                                                             |
| Ultravioleta A<br>315nm – 400nm           | Catarata fotoquímica                                                                                             | Oscurecimiento del pigmento de la piel,<br>quemadura cutánea.                                                     |
| Visible<br>400nm – 780nm                  | Lesión retinal de origen térmico y fotoquímico                                                                   | Oscurecimiento del pigmento de la piel,<br>reacciones de fotosensibilización,<br>quemadura cutánea.               |
| Infrarrojo A<br>780nm – 1.400nm           | Catarata y quemadura retinal                                                                                     | Quemadura cutánea.                                                                                                |
| Infrarrojo B<br>1.4µm – 3.0µm             | Catarata, quemadura de córnea, aumento del contenido de proteínas y de células inflamatorias en el humor acuoso. | Quemadura cutánea.                                                                                                |
| Infrarrojo C<br>3.0µm – 1.000µm           | Quemadura de córnea                                                                                              | Quemadura cutánea.                                                                                                |

#### 5.4.-Contaminantes aerotransportados generados por los láser-El “Penacho” (“the plume”).

El “penacho” (“the plume”) es un término empleado para referirse a la nube de contaminantes generados cuando se produce la interacción entre el haz y el objetivo del haz.

La aparición del “penacho” está más asociada con láseres de tipo 3B y 4, estando constituido el mismo por humos metálicos (“fumes”), polvo (partículas en suspensión), y aerosoles conteniendo material biológico.

Algunos:

- Hidrocarburos aromáticos policíclicos al exponer a haz láser algunos polímeros (como el metil metacrilato, por ejemplo).
- HCN y benceno, al cortar fibras de poliamida aromática.
- Sílice, al cortar cuarzo.
- Metales pesados, al realizar grabados,
- Benceno, al cortar cloruro de polivinilo,
- Cianuro, formaldehído, y fibras sintéticas y naturales asociadas con otros procesos.

Algunos materiales ópticos especiales empleados para crear ventanas y lentes para infrarrojo lejano son una potencial fuente de contaminantes químicos aerotransportados peligrosos. Por ejemplo, el telurio de cadmio y el telurio de cinc se quemarán en presencia de oxígeno cuando se sobrepasan los límites de irradiación del haz.

En general, para minimizar o para evitar el paso de contaminantes químicos aerotransportados a la atmósfera de trabajo del local, hay dos tipos sistemas de protección colectiva:

1. Ventilación general del local junto a extracción localizada,
- 2.- Confinamiento del proceso (con su propio dispositivo de extracción).

*Sin uno de estos dos sistemas de protección colectiva, eficaz y probado, NO se deben llevar a cabo operaciones que puedan generar contaminantes químicos aerotransportados como los que se ha enumerado a título de ejemplo.*

De estos dos sistemas de protección, el más eficaz y el ideal es el segundo, que sería el que debería emplearse cuando se llevasen a cabo tareas de soldadura o corte de materiales. Los primeros, si no están bien diseñados, pueden no ser lo suficientemente eficaces para retirar o para mantener en unos niveles bajos aquellos contaminantes químicos aerotransportados que se puedan generar, y por ello, podría ser necesario emplear complementariamente Equipos de Protección Individual (EPI) para las vías respiratorias.

A nivel de operaciones, el uso de EPI para vías respiratorias únicamente se debería emplear en períodos de tiempo breves o ante operaciones muy concretas, también limitadas en el tiempo.

El uso de estos EPI no debería constituir el principal método de protección de vías respiratorias para los operadores del láser, sino un método complementario o temporalmente interino.

Si se precisa EPI para protección respiratoria, será necesario (obligatorio) adicionalmente emplazar la siguiente señalización normalizada, en puntos bien visibles:



|                                                                                                                                                            |                                                                          |            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Universidad Politécnica de Cartagena   Campus de Excelencia Internacional | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:<br/>PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY<br>"Think human first" |
| Octubre 2021                                                                                                                                               | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 11 de 20                                                                                                                             |

### 5.5.- Radiación colateral.

La radiación colateral es aquella diferente a la radiación láser del haz, y puede ser generada por componentes del sistema como líneas de suministro eléctrico, lámparas de descarga, y tubos de plasma.

Dicha “radiación colateral” puede manifestarse como Rayos-X, Ultravioleta, espectro visible, Infrarrojo, Microondas, y diferentes radiofrecuencias. Es decir, que según los casos puede llegarse a producir Radiación Ionizante, y Radiación No Ionizante.

Los láseres de fabricación “artesanal” son de particular interés a este respecto, y debe prestarse especial atención a los mismos.

Adicionalmente, cuando el haz de un láser pulsado de alta potencia (picos de irradiancia del orden de  $10^{12}$  watts/cm<sup>2</sup>) son centrados en un blanco, se genera un plasma que puede colateralmente emitir radiación.

También se pueden generar Rayos-X por los componentes electrónicos del sistema láser (p.ej: tubos de vacío de alto voltaje, por lo general superiores a 15kV), y por los plasmas inducidos por láseres empleados para cortar metal.

### 5.6.- Gases.

En diferentes tipos de láser se puede precisar del empleo de gases como cloro, flúor, cloruro de hidrógeno, y fluoruro de hidrógeno. Estos gases son peligrosísimos para la vida humana a muy bajas concentraciones. Por ello, se prefiere, cuando es posible, el empleo de gases inertes.

En condiciones normales de trabajo, no se concibe presencia alguna de estos gases en una atmósfera de trabajo ocupada por personal, por lo que cualquier paso de estos tóxicos / asfixiantes a la misma debe ser considerada como una emergencia.

## 6. MEDIDAS DE CONTROL RECOMENDADAS EN FUNCIÓN DE LAS DIFERENTES “CLASES” DE SISTEMAS LÁSER

6.1 Medidas de control para equipos láser adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación ya obsoletos.

| “CLASE” DE SISTEMA LÁSER                                               | MEDIDA DE CONTROL                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b><br><b>(tratar como Clase 1 de UNE EN 60825-1/A2)</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización (ver punto 5 de este documento).</li> <li>• Información y formación del personal involucrado o expuesto (ver punto 7.1 de este documento).</li> </ul>                                                                                           |
| <b>Clase 2</b><br><b>(tratar como Clase 2M de UNE EN 60825-1/A2)</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem medidas de control Clase 1, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Equipos de Protección Individual.</li> <li>• Medidas de Control: cálculo y marcado de la DNRO (ver punto 7.4.3 de este documento).</li> </ul> |
| <b>Clase 3 A</b><br><b>(tratar como Clase 3B de UNE EN 60825-1/A2)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem medidas de control Clase 2, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Controles administrativos (ver punto 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                       |
| <b>Clase 3 B</b><br><b>(tratar como Clase 3B de UNE EN 60825-1/A2)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem medidas de control Clase 2, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Controles administrativos (ver punto 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                       |
| <b>Clase 4</b><br><b>(tratar como Clase 4 de UNE EN 60825-1/A2)</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem medidas de control Clase 2, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Controles administrativos (ver punto 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                       |

## 6.2 Medidas de control, atendiendo a criterios de la vigente clasificación (UNE EN 60825-1/A2):

| "CLASE" DE SISTEMA LÁSER | MEDIDA DE CONTROL                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Clase 1</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización (ver punto 7.3 de este documento).</li> <li>• Información y formación del personal involucrado o expuesto (ver punto 7.1 de este documento).</li> </ul>                                                                                                        |
| <b>Clase 1M</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalización (ver punto 7.3 de este documento).</li> <li>• Información y formación del personal involucrado o expuesto (ver punto 7.1 de este documento).</li> </ul>                                                                                                        |
| <b>Clase 2</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem Clase 1, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Equipos de Protección Individual (ver punto 7.5 de este documento).</li> </ul>                                                                                                  |
| <b>Clase 2M</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem Clase 1, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Equipos de Protección Individual (ver punto 7.5 de este documento).</li> <li>• Medidas de Control: cálculo y marcado de la DNRO (ver punto 7.4.3 de este documento).</li> </ul> |
| <b>Clase 3R</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem Clase 2M, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento)</li> <li>• Controles administrativos (ver punto 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                                                         |
| <b>Clase 3B</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem Clase 2M, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Controles administrativos (ver punto 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                                                        |
| <b>Clase 4</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Idem Clase 2M, y además:</li> <li>• Ingeniería (ver punto 7.4 de este documento).</li> <li>• Controles administrativos (ver puntos 7.2 de este documento).</li> </ul>                                                                                                       |

|                                                                                                                                                            |                                                                          |            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Universidad Politécnica de Cartagena   Campus de Excelencia Internacional | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:<br/>PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY<br>"Think human first" |
| Octubre 2021                                                                                                                                               | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 14 de 20                                                                                                                             |

## 7. MEDIDAS DE CONTROL GENERALES

A la hora de adoptar medidas de control, la norma sugiere una serie de ellas y establece cuál debe ser la jerarquía de las mismas.

En primer lugar, hay que tener en cuenta la capacidad del láser para producir daño, que se obtiene de su clasificación.

En segundo lugar, deben controlarse los factores ambientales por medio de actuaciones técnicas, por ejemplo el establecimiento de un sistema de control de llave o un atenuador del haz, o a través de medidas administrativas, como la designación de un Responsable de Seguridad Láser y el establecimiento de zonas de seguridad mediante la DNRO para láseres de Clase 3B y 4. Finalmente, se han de controlar los factores individuales como la protección ocular y el nivel de conocimiento de los trabajadores acerca del potencial riesgo.

Tal y como se indica en el apartado anterior dependiendo de la clase del láser se deberá adoptar unas medidas u otras, siempre teniendo en cuenta los siguientes tipos de medidas.

### 7.1.- Información y formación del personal involucrado o expuesto.

Toda persona que participe directamente en las operaciones, o que, sin estar involucrada directamente en las mismas, pueda verse afectada por estos dispositivos, debe ser informada por los responsables de las actividades acerca de los riesgos a los que está expuesto, los medios con los que debe protegerse, cómo y cuando utilizarlos, y especialmente, sobre el conjunto medidas preventivas y de normas internas o de Procedimientos de Trabajo Escritos (P.T.E.) con que se acostumbre operar.

### 7.2.- Controles administrativos.

Los controles administrativos comprenden exclusivamente los Procedimientos de Trabajo Escritos (P.T.E.).

Los P.T.E. deben ser generados por los responsables de las operaciones (Investigador Principal, o responsable de Laboratorio) llevadas a cabo con los dispositivos láser, o por personal suficientemente cualificado y con la experiencia necesaria como para poder desarrollarlos.

El principio de los P.T.E. es dejar constancia escrita de aquellos **aspectos críticos** de las operaciones que puedan afectar al resultado de las mismas, **que puedan afectar a la seguridad** de los operadores, o en el deterioro de los equipos.

Los P.T.E. deben ser expuestos, explicados, y conocidos obligatoriamente por todo aquel personal que esté involucrado en las tareas. Debe adiestrarse exhaustivamente sobre los mismos al personal de nuevo ingreso o que carezca de la experiencia suficiente.

Todo P.T.E. debe ser aprobado y respaldado por la Dirección del Departamento o Entidad.

Recomendamos que, independientemente de la CLASE de láser con la que se esté operando, de desarrollen P.T.E. para los mismos. No obstante, se considera imprescindible el disponer de P.T.E. para toda tarea en la que esté involucrado un láser de los tipos **3a** (clasificación obsoleta), **3r**, **3b**, y **4**.

Especial mención requieren las tareas de **alineación, ajuste del haz y reparaciones**, actividades en las que se mayoritariamente se producen los daños personales.

Así mismo, se deberá de tener en cuenta a la hora de realizar controles administrativos:

- Mantener un control de personal que entra en la sala donde está ubicado el láser.
- Así mismo, solo se podrá utilizar por personal autorizado, por lo que se debe de realizar un registro de personal autorizado.

- Bajo ningún concepto se operará o activará el dispositivo láser en tanto se dé la presencia de personas de otras empresas (por ejemplo: personal de limpieza u otras contratas) en el interior del laboratorio.
- Cuando se requiera de la prestación de servicios por parte de una empresa o entidad ajena a la UPCT para realizar tareas sobre el láser o con el mismo (por ejemplo: montaje, mantenimiento, calibración, ajuste...), es condición indispensable (a nivel de exigencia legal) el realizar una serie de actos de índole administrativa bajo el epígrafe de "Coordinación de Actividades Empresariales". Con suficiente antelación a la realización de las actividades, se deberá contactar con el Servicio de Prevención de la UPCT.

### 7.3.- Señalización.

Toda máquina debe de llevar la señalización que se indicada en el apartado 4 de este documento. Así mismo, se deberá tener en cuenta que toda puerta de acceso a locales donde se albergue dispositivos láser de CLASE **3A (obsoleta); 3R; 3B; y 4**, deben ser señalizadas con el pictograma de peligro correspondiente, incluyendo además la CLASE del láser, la longitud de onda, y la potencia del mismo. Cuando en un local se albergue más de un láser de diferentes CLASES de las especificadas, se incluirá los datos de todos ellos. Para locales, en los que haya emplazados estos láseres, es necesario también colocar la señalización de "ACCESO RESTRINGIDO EXCLUSIVAMENTE A PERSONAL AUTORIZADO".

Por ejemplo: para un láser Clase 4 de un tipo concreto (faltaría especificar la potencia):



Y la señal referida a la prohibición de acceso a los lugares de emplazamiento de estos láseres, puede verse más abajo, como "Señalización Preceptiva para los Lugares de Trabajo"

- Sobre toda puerta de acceso a un local donde se albergue dispositivos láser de CLASE **3a (obsoleta); 3R; 3B; y 4**, se *recomienda* la instalación de una luz intermitente que se active cuando el dispositivo esté en operación.
- La utilización de prendas de las prendas de protección individual (E.P.I.) que se estime preceptivas para las operaciones a llevar a cabo, también debe estar señalizada.



| SEÑALIZACIÓN PRECEPTIVA PARA LOS LUGARES DE TRABAJO                                                                                                              |                                                                                       |                                                                                                                           |                                                                                          |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 |      |                                          |        |       |
| En todo lugar donde se encuentre un láser. En los puntos de acceso y en el interior. También puede emplearse la "señalética propuesta" unos párrafos más arriba. | Puntos de acceso a lugares donde se de operación de láser 3A (obsoleta); 3R ; 3B y 4. | Para lugares donde se de operación de láser 2, 2M ; 3A (obsoleta); 3R ; 3B y 4. En los puntos de acceso y en el interior. | Para lugares donde se de operación de láser 4. En los puntos de acceso y en el interior. | Para lugares donde se de operación de láser 4. En los puntos de acceso y en el interior. |

Señalítica propuesta en caso de un láser de clase 3R, a la entrada de la instalación:



## 7.4.- Ingeniería.

Medidas técnicas destinadas a minimizar el riesgo que puedan generar los dispositivos láser. Pueden citarse las siguientes:

### 7.4.1.- Para láseres adquiridos o diseñados en su momento atendiendo a criterios de clasificación ya obsoletos:

**Confinamiento de láser:** deseable para láser clase 3B y 4, efectuándose en un habitáculo donde no se lleve a cabo ninguna otra operación no relacionada con este elemento. Es deseable que las puertas de acceso a estos habitáculos dispongan de cerradura, y que únicamente el personal autorizado a acceder a esta habitación disponga copia de las mismas. Sería deseable que las cerraduras de las puertas se bloqueasen cuando éste entrase en operación, pero pudiendo anularse el bloqueo y abrirse desde el interior, de manera similar a una puerta antipánico.

**Carcasas protectoras:** todo láser clase 3A, 3B y 4, debiera disponer de una carcasa protectora incombustible, que contenga el haz emitido, y el la fuente de excitación.

**Enclavamiento:** todo láser clase 3A, 3B y 4, debiera disponer de un dispositivo de enclavamiento de modo que cuando la carcasa protectora fuera movida o separada, desconectase el dispositivo láser y lo dejase fuera de funcionamiento.

**Llave de operación:** todo láser clase 3A, 3B y 4, debiera disponer de una llave de accionamiento, de modo que sin la misma, este no pudiera entrar en funcionamiento y que únicamente el personal autorizado a operar con las mismas, según los P.T.E establecidos, disponga de acceso a las mismas.

**Indicador "ON" (en marcha):** todo láser clase 3A, 3B y 4, debiera disponer de un indicador "ON / OFF" claramente visible a las personas operando con el dispositivo. Este indicador debe estar conectado al láser, no siendo su accionamiento independiente del equipo.

**Indicador "Potencia de operación":** todo láser clase 3A, 3B y 4, debiera disponer de un indicador de la potencia emitida en tiempo real, fácilmente visible a los operadores del dispositivo.

### 7.4.2.- Para láseres cuya clasificación se establece según el criterio actualmente en vigor (UNE EN 60825-1/A2):

| Requisitos                               | Clasificación |     |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------|---------------|-----|------|------|------|------|------|
|                                          | 1             | 1M  | 2    | 2M   | 3R   | 3B   | 4    |
| Cubierta protectora                      | --            | O   | O    | O    | O    | O    | O    |
| Bloqueo de seguridad                     | X             | X   | X    | X    | +    | +    | +    |
| Control remoto                           | --            | --  | --   | --   | --   | O    | O    |
| Control de llave                         | --            | --  | --   | --   | --   | O    | O    |
| Aviso de emisión                         | --            | --  | --   | --   | O    | O    | O    |
| Atenuador del haz                        | --            | --  | --   | --   | --   | O    | O    |
| Localización de controles                | --            | --  | --   | --   | +    | +    | +    |
| Óptica de observación                    | --            | ▼   | ▼    | ▼    | ▼    | ▼    | ▼    |
| Barrido                                  | O             | O   | O    | O    | O    | O    | O    |
| Etiqueta de Clase                        | T             | T   | F, T | F, T | F, T | F, T | F, T |
| Etiqueta de abertura                     | --            | --  | --   | --   | Te   | Te   | Te   |
| Etiqueta de entrada en servicio          | (*)           | (*) | (*)  | (*)  | (*)  | (*)  | (*)  |
| Etiqueta de neutralización del bloqueo   | ⊗             | ⊗   | ⊗    | ⊗    | ⊗    | ⊗    | ⊗    |
| Etiqueta de intervalo de $\lambda$       | ▼             | ▼   | ▼    | ▼    | ▼    | ▼    | ▼    |
| Etiqueta de LED                          | ▲             | ▲   | ▲    | ▲    | ▲    | ▲    | ▲    |
| Manual con instrucciones de seguridad    | O             | O   | O    | O    | O    | O    | O    |
| Información de compra y servicio técnico | O             | O   | O    | O    | O    | O    | O    |
| Productos médicos                        | +             | +   | +    | +    | +    | +    | +    |

- |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>O Obligatorio</li> <li>-- No necesario</li> <li>X Necesario para impedir emisión &gt; 3R</li> <li>+</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Necesario para impedir emisión &gt; 3B</li> <li>T Texto requerido</li> <li>▼ La emisión debe ser &lt; LEA de la Clase 1</li> <li>F Figuras normalizadas</li> <li>(*) Obligatoria y específica para cada Clase</li> <li>▼ Obligatoria para ciertos intervalos de <math>\lambda</math></li> <li>⊗ Obligatoria en ocasiones según la Clase</li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
- Te Texto especificado requerido  
 ▲ Correcciones de texto necesarias para productos LED  
 + Se aplica la norma CEI 60601-2-22

|                                                                                                                                                            |                                                                          |            |                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Universidad Politécnica de Cartagena   Campus de Excelencia Internacional | <b>PROCEDIMIENTO MANEJO DE SISTEMAS LASER:<br/>PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> |            |  EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY<br>"Think human first" |
| Octubre 2021                                                                                                                                               | PROC14-SISTEMAS LÁSER                                                    | Versión 00 | Página 18 de 20                                                                                                                             |

#### 7.4.3.- Cálculo y marcado de la “distancia nominal de riesgo ocular (dnro)”.

Para los láser Clase 2; 2M; 3A (antiguo sistema de clasificación); 3R; 3B, 4 se debe determinar la “Distancia Nominal de Riesgo Ocular”

La “Distancia Nominal de Riesgo Ocular” para un láser determinado, conocida normalmente por sus siglas **DNRO**, es la distancia a la cual la exposición a la radiación iguala la “Exposición Máxima Permissible” (EMP) apropiada para la córnea.

**La DNRO se emplea para delimitar zonas de riesgo en la evaluación de los puestos de trabajo con acceso a la radiación láser.**

La exposición se estima a partir de la siguiente expresión:

$$E = \frac{4 \times P_0 \times e^{-mr}}{\pi \times (a + r\theta)^2}$$

donde:

- **E** es la (exposición) irradiancia de la fuente en watios/m<sup>2</sup>.
- **P<sub>0</sub>** es la potencia radiante del láser expresada en watios.
- **mr**: este término exponencial hace referencia a las pérdidas debidas a la atenuación atmosférica (normalmente despreciable).
- **a** es el diámetro del haz.
- **r** es la distancia a la que se encuentra el trabajador.
- **θ** es la divergencia del haz.

En el caso de que coincidan la (exposición) irradiancia con la EMP, la distancia r será igual a la **DNRO**.

El cálculo de dicha distancia (la DNRO) se puede hacer mediante la fórmula siguiente:

$$DNRO = \frac{(4 \times P_0 / \pi \times E_{EMP})^{1/2} - a}{\theta}$$

La DNRO se calcula de forma diferente en función del tipo de exposición: láser continuo, láser de impulsos, utilización de óptica de aumento o la existencia de reflexiones especulares y difusas. Para dichos cálculos se recomienda consultar IEC TR 60825-10.

Una vez calculada y obtenida la DNRO, y una vez determinado el punto de emplazamiento del dispositivo láser, se marcará en el suelo con señal a franjas negras y amarillas alternas (a 45º). El ancho de dicha franja estará comprendido entre 05cm y 10cm.



Así quedará señalíticamente definida la zona de la DNRO.

Se expondrá, asimismo, complementariamente, con cartelería claramente legible y visible, la prohibición de atravesar la línea definitoria de la DNRO. Esta cartelería puede pegarse también en el suelo: A título de propuesta, se plantea la siguiente señalización:



## 7.5 Equipos de protección individual (EPI's)

La utilización de filtros y gafas de protección es imprescindible si existe la posibilidad de una exposición superior a la máxima permitida. Los EPI's de protección láser deben cumplir los requisitos mínimos especificados en la UNE EN 207 y su código es la letra L. Los EPI para los trabajos de ajuste láser deben cumplir los requisitos de la norma UNE EN 208 y su código es la letra R. Es importante distinguir entre ellos, ya que las gafas para ajuste láser protegen menos y se emplean con limitación de potencia y tiempo.

### 7.5.1.- Identificación de EPI para protección láser

La correcta identificación de las gafas y filtros de protección frente a láser, se consigue mediante el marcado CE, especificado en la norma UNE EN 207/A1 de 2003, mediante una secuencia de códigos que indican:

- La longitud de onda frente a la que protegen (una o varias bandas espectrales).
- Las condiciones de ensayo: D (láser continuo), I (láser pulsado), R (láser relajado o de pulso gigante) y M (láser multimodo).
- El grado de protección del ocular especificado en la norma precedido por la letra L.
- Identificación del fabricante.
- Requisitos de resistencia mecánica, en su caso. En la figura 6 se expone un ejemplo de marcado de gafas de protección para un láser de Neodimio: YAG en el infrarrojo, a 1060 nm, que ha pasado las condiciones de ensayo para láser continuo y pulsado.

#### Marcado de EPI para trabajos con láser

| Marcado de gafas de protección<br>Láser Nd:YAG- UNE EN 207/A1: 2003 |      |    |    |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------|------|----|----|---|---|---|---|---|---|
|                                                                     | 1060 | DI | L7 | X |   |   |   |   |   |
|                                                                     | ↑    | ↑  | ↑  | ↑ |   |   |   |   |   |
| λ con protección asegurada                                          | →    | →  | →  | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Condición ensayo (continuo, pulsado)                                | →    | →  | →  | → | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| Grado protección                                                    | →    | →  | →  | → | → | → | → | → | ↑ |
| Identificación del fabricante                                       | →    | →  | →  | → | → | → | → | → | ↑ |

#### 7.5.2.- Identificación de EPI para trabajos de ajuste de láser

El marcado CE para identificar las gafas de protección para ajuste láser, se especifica en la norma UNE EN 208, e incluye una secuencia de códigos diferente:

- Potencia máxima del láser (W).
- Energía máxima de los pulsos (J).
- La longitud de onda o banda espectral para la que se diseñan las gafas.
- El grado de protección del ocular especificado en la norma precedido por la letra R.
- Identificación del fabricante.
- Marca de certificación, si ha lugar.
- Sobre la montura, las palabras "gafas de ajuste" en los idiomas del país de comercialización.
- Requisitos de resistencia mecánica, en su caso. En la figura 7 hay un ejemplo de marcado de gafas de ajuste para un láser de Argón en la banda del verde, a 514,5 nm.

#### Marcado de EPI para trabajos de ajuste láser

| Marcado de gafas de ajuste<br>Láser de Argón (banda a 514.5 nm) UNE EN 208:1999 |    |                      |     |    |   |    |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------|-----|----|---|----|---|---|---|
|                                                                                 | 1W | 2x10 <sup>-4</sup> J | 514 | R3 | X | ZZ |   |   |   |
|                                                                                 | ↑  | ↑                    | ↑   | ↑  | ↑ | ↑  |   |   |   |
| Potencia máxima del láser                                                       | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |
| Energía máxima de los pulsos                                                    | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |
| λ para la que se diseñan las gafas                                              | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |
| Grado protección                                                                | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |
| Identificación del fabricante                                                   | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |
| Marca de certificación, si ha lugar                                             | →  | →                    | →   | →  | → | →  | ↑ | ↑ | ↑ |

Para más información en relación a los EPI's de protección ocular ver instrucción operativa IO-Láser01.