

DPI per la protezione da radiazione laser



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena

Alessandra Tomaselli - Università di Pavia (alessandra.tomaselli@uipv.it)



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

1



Radiazione LASER

- Radiazione elettromagnetica coerente
- λ da 180 nm a 1 mm
- Trasporto di energia a grande distanza
- Concentrata in aree molto piccole
- Può essere pericolosa per l'occhio:

→ DPI

2



Normativa DPI laser

- carattere generale
UNI EN 166 - 167 - 168
- carattere specifico
UNI EN 207 - 208

3



Normativa specifica

- UNI EN 207
campo spettrale 180 nm - 1mm
esposizione non intenzionale
- UNI EN 208
campo spettrale 400 nm - 700 nm
operazioni di allineamento

4



Normativa generale

- EN 166
Personal eye protection - Specifications
- EN 167
Personal eye protection – Optical test methods
- EN 168
Personal eye protection – Non optical test methods.

5



Protettori oculari

- La protezione degli occhi rientra tra le misure di sicurezza
- L'opportunità di usare un DPI deve quindi essere vagliata a valle del processo di valutazione del rischio

6



Rischio laser

- i sistemi laser sono raggruppati in classi di rischio (1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B e 4)
- sono giustificabili solo gli apparecchi appartenenti alla classe 1.
- In presenza di classi superiori alla classe 1 è pertanto possibile che un'esposizione alla radiazione laser superi i valori limite ammessi

7



Classi di rischio laser

	Classe 4		
0.5 W	Classe 3B		3B storica - 3R
5.0 mW	Classe 3R		5 x classe 1, 5 x classe 2
1.0 mW	Classe 2M	vis	rischio con ottiche
1.0 mW	Classe 2	vis	eye-safe , riflesso palpebrale
	Classe 1M		rischio con ottiche
	Classe 1		eye-safe

8



Quando usare DPI

- I DPI sono necessari laddove tutte le altre misure di sicurezza applicabili non avranno eliminato il rischio di una esposizione pericolosa.

9



Rischi connessi all'uso dei DPI

- l'operatore può non indossarli
- l'operatore può indossare un tipo di occhiale sbagliato
- la potenza da cui l'operatore si vuole proteggere può essere troppo elevata e superare la soglia di danneggiamento del filtro o della montatura e quindi può danneggiare anche la persona.

10



Scelta appropriata del DPI

- la lunghezza d'onda di funzionamento
- l'esposizione energetica o l'irradiazione
- l'esposizione massima permessa (VL)
- la densità ottica delle protezioni oculari alla lunghezza d'onda emessa
- l'esposizione energetica o l'irradiazione a cui avviene il danno delle protezioni oculari

11



Scelta appropriata del DPI

- i requisiti di trasmissione della luce visibile
- la necessità di impiegare occhiali da vista
- il comfort e la ventilazione
- il degrado o le alterazioni del mezzo assorbente, anche se temporanee e transitorie
- la resistenza dei materiali (resistenza agli urti)
- le prescrizioni per la visione periferica
- gli eventuali regolamenti nazionali

12



Occhiali di protezione

- scelta del protettore oculare
- calcolo della densita' ottica
- dimensionamento del protettore
- controllo stabilita' ottica
- identificazione del protettore

13



scelta del protettore oculare

Protezione totale

- si riporta in EMP
- 180 nm – 1 mm
- Filtro L

Allineamento

- si riporta in classe 2
- 400 nm – 700 nm
- Filtro R

14



calcolo della densità ottica

Densità ottica

$$D_{\lambda} = \log_{10} \frac{H_0}{E M P}$$

$D_{\lambda} = 1$	attenuazione 10
$D_{\lambda} = 2$	attenuazione 100
$D_{\lambda} = 3$	attenuazione 1000

15



EMP - VL

- livello della radiazione laser a cui, in condizioni normali, possono essere esposte le persone senza subire effetti dannosi.
- tale livello dipende da:

lunghezza d'onda
durata impulso
tempo di esposizione
dimensione dell'immagine retinica

16



Dimensionamento del protettore

Filtri R 5 livelli: R1 – R5

Filtri L 10 livelli: L1 - L 10
secondo il funzionamento

17



funzionamento

- D = continuo durata > .25 s
- I = impulsato durata tra 10^{-6} e 0.25 s
- R = impulso gigante durata tra 10^{-9} e 10^{-6} s
- M = Mode Locked durata < 10^{-9} s

18



Controllo stabilità ottica

calcolo al filtro dell'effettivo

- irradiazione (Wm^{-2}) o
- esposizione energetica (J m^{-2})

per i filtri L

19



Controllo stabilità ottica

per i filtri L secondo il funzionamento

- irradiazione (Wm^{-2}) o
- esposizione energetica (J m^{-2})

calcolato al filtro deve essere confrontato
con la tabella riportata dalla norma

20



UNI EN 207

Fattore scala	180 - 315 nm			315 - 1400 nm			1400nm - 1000 μ m		
	D (W/m ²)	IR (J/m ²)	M (W/m ²)	D (W/m ²)	IR (J/m ²)	M (W/m ²)	D (W/m ²)	IR (J/m ²)	M (W/m ²)
L1	0.01	3x10 ²	3x10 ¹¹	10 ²	0.05	1.5x10 ⁻³	10 ⁴	10 ³	10 ¹²
L2	0.1	3x10 ³	3x10 ¹²	10 ³	0.5	1.5x10 ⁻²	10 ⁵	10 ⁴	10 ¹³
L3	1	3x10 ⁴	3x10 ¹³	10 ⁴	5	0.15	10 ⁶	10 ⁵	10 ¹⁴
L4	10	3x10 ⁵	3x10 ¹⁴	10 ⁵	50	1.5	10 ⁷	10 ⁶	10 ¹⁵
L5	100	3x10 ⁶	3x10 ¹⁵	10 ⁶	5x10 ²	15	10 ⁸	10 ⁷	10 ¹⁶
L6	10 ³	3x10 ⁷	3x10 ¹⁶	10 ⁷	5x10 ³	1.5x10 ²	10 ⁹	10 ⁸	10 ¹⁷
L7	10 ⁴	3x10 ⁸	3x10 ¹⁷	10 ⁸	5x10 ⁴	1.5x10 ³	10 ¹⁰	10 ⁹	10 ¹⁸
L8	10 ⁵	3x10 ⁹	3x10 ¹⁸	10 ⁹	5x10 ⁵	1.5x10 ⁴	10 ¹¹	10 ¹⁰	10 ¹⁹
L9	10 ⁶	3x10 ¹⁰	3x10 ¹⁹	10 ¹⁰	5x10 ⁶	1.5x10 ⁵	10 ¹²	10 ¹¹	10 ²⁰
L10	10 ⁷	3x10 ¹¹	3x10 ²⁰	10 ¹¹	5x10 ⁷	1.5x10 ⁶	10 ¹³	10 ¹²	10 ²¹

21



Controllo stabilità ottica

per i filtri R

- energia (J) o
- potenza (W)

deve essere confrontata con la tabella riportata dalla norma

22



UNI EN 208

fattore scala	Potenza max. (W)	Energia max. (J)
R 1	0.01	2×10^{-6}
R 2	0.1	2×10^{-5}
R 3	1	2×10^{-4}
R 4	10	2×10^{-3}
R 5	100	2×10^{-2}

23



identificazione del protettore: sigla indelebile sull'occhiale

- Potenza o energia max
- λ o $\Delta\lambda$ applicabili
- funzionamento D I R M per i filtri L
- numero di scala
- marchio costruttore
- marchio CE

24



1064 DI L8 XXX

0.1W2 10⁻⁵J 633 R2 XXX

25



... grazie per l'attenzione ...



Alessandra Tomaselli - Università di Pavia (alessandra.tomaselli@uipv.it)



26