



SCUOLA  
NORMALE  
SUPERIORE

QUADERNI DELLA SICUREZZA

# Formazione ed Informazione dei Lavoratori ai sensi degli art.li 36-37 del D.lgs. 81/08



***La sicurezza LASER nei laboratori (ROA)***



# Articolazione Intervento

- **Inquadramento normativo**
- **Danni fisiologici da ROA**
- **Classificazione LASER e pericolosità codificate**
- **Modalità di accesso**
- **Misure di prevenzione e protezione (DPG e DPI)**



# Inquadramento Normativo

## CAPO V – PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

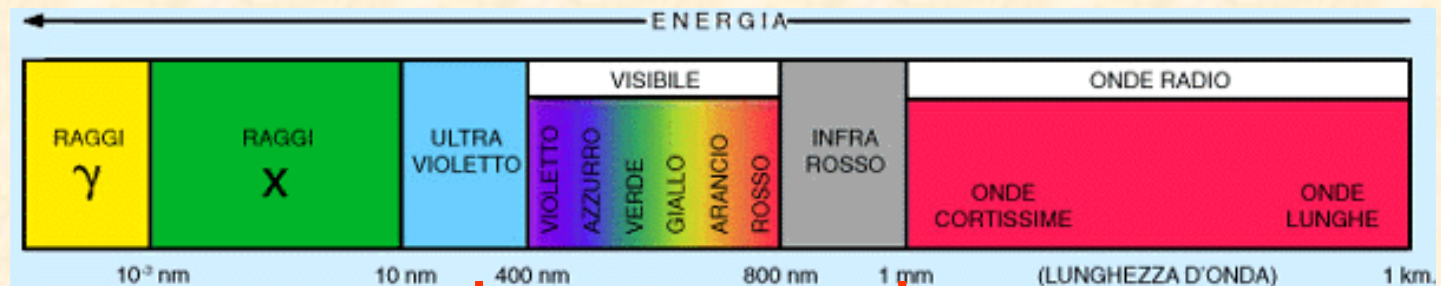
N° 6 articoli (da art. 213 a art. 218 D.lgs. 81/08)

**Radiazioni Ottiche** : tutte le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezza d'onda compresa tra **100 nm e 1 mm**.

**Radiazioni ultraviolette** : radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400 nm. La banda degli ultravioletti è suddivisa in UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) e UVC (100-280 nm);

**Radiazioni visibili** : radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 380 e 780 nm;

**Radiazioni infrarosse** : radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 780 nm e 1 mm. La regione degli infrarossi è suddivisa in IRA (780-1400 nm), IRB (1400-3000 nm) e IRC (3000 nm- 1 mm);



Porzione di spettro interessato dal D.lgs.81/08  $100 \text{ nm} < l < 1 \text{ mm}$



# Inquadramento Normativo

## art. 216 D.lgs. 81/08

Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, **il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori.** La metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e/o nel calcolo rispetta le norme della Commissione elettrotecnica internazionale (IEC), per quanto riguarda le radiazioni laser, e le raccomandazioni della Commissione internazionale per l'illuminazione (CIE) e del Comitato europeo di normazione (CEN) per quanto riguarda le radiazioni incoerenti.

I limiti di esposizione alle radiazioni laser sono forniti dalle tabelle Allegato XXXVII del D.lgs. 81/08

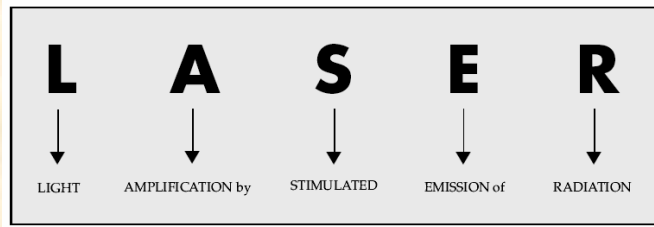
N.B.:

**radiazione laser** : radiazione ottica prodotta da un laser;

**radiazione non coerente** : qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser;



# Inquadramento Normativo



**LASER** (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazione): qualsiasi dispositivo al quale si possa far **produrre o amplificare** le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezze d'onda delle radiazioni ottiche, soprattutto mediante il processo di **emissione stimolata controllata**

**Il datore di lavoro**, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi (estratto):

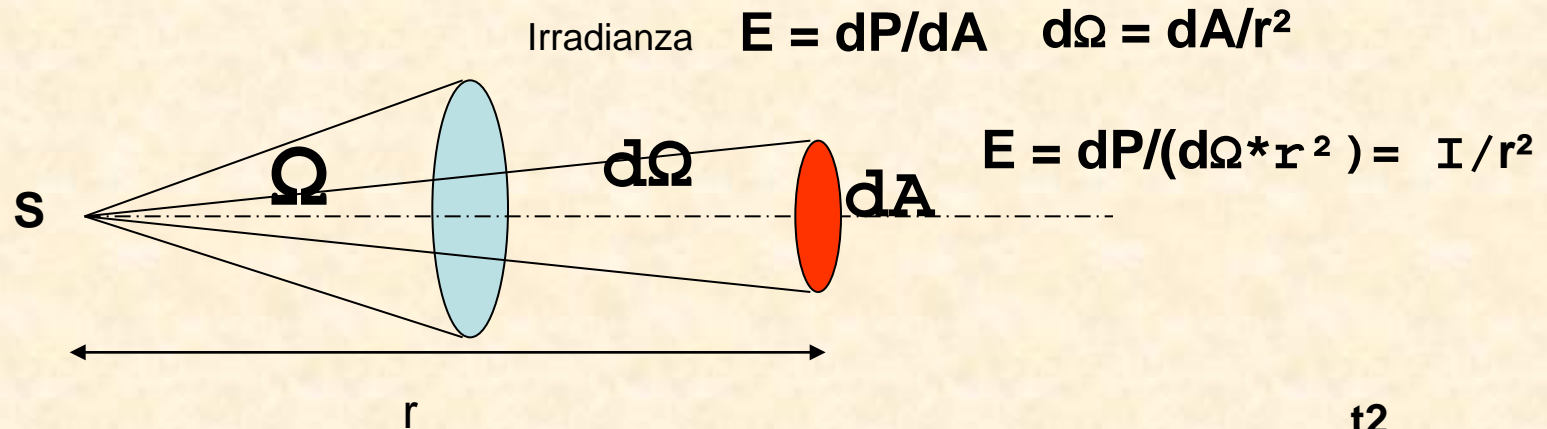
- il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
- i valori limite di esposizione di cui all'articolo 215;
- qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori ....
- qualsiasi eventuale effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni tra le radiazioni ottiche e le sostanze chimiche fotosensibilizzanti;
- le informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie.



# Inquadramento Normativo

I valori limiti di esposizione sono stabiliti in funzione dei seguenti parametri fisici:

- **irradianza (E)** o densità di potenza : la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie espressa in watt su metro quadrato (W/mq);
- **esposizione radiante (H)**: integrale nel tempo dell'irradianza espresso in joule su metro quadrato (J/mq);
- **radianza (L)**: il flusso radiante o la potenza per unità d'angolo solido per unità di superficie, espressa in watt su metro quadrato su steradiano (W m<sup>-2</sup> sr<sup>-1</sup>);



L'esposizione radiante calcolata sulle specifiche lunghezze d'onda)  $H(\lambda) = \int_{t1}^{t2} E dt$



# Inquadramento Normativo

Per la misurazione dell'Irradianza e dell'Esposizione Radiante vi sono tre metodologie:

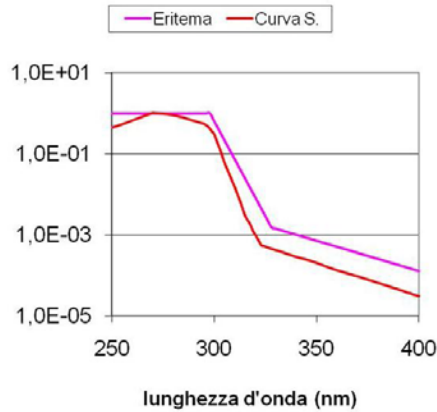
1. Utilizzo dei dati del fabbricante che possono consentire di non approfondire la valutazione dal momento che non vengono superati i limiti di legge (normali condizioni di utilizzo del LASER)
2. Utilizzo di dati da letteratura o report conosciuti per situazioni analoghe
3. Valutazioni strumentali mediante spettroradiometri (complesse e costose)

Il tutto finalizzato a stabilire la possibilità da danno radiante (in funzione della frequenza di emissione) così riassunto:

- **S( $\lambda$ ) danno da UV su occhio e cute**
- **B( $\lambda$ ) lesione fotochimica all'occhio da luce blu**
- **R( $\lambda$ ) lesione termica all'occhio da VIS e IRA**

Esempio di calcolo dell'esposizione radiante efficace

$$E_{\text{eff}} = \int_{180 \text{ nm}}^{400 \text{ nm}} E_{\lambda} * S(\lambda) d\lambda \quad \longrightarrow \quad H_{\text{eff}}(\lambda) = \int_{t_1}^{t_2} E_{\text{eff}} dt$$



# Danni Fisiologici da ROA

Confronto tra l'esposizione radiante efficace e la curva da danno cutaneo

Regione Spettrale	Occhio	Pelle	
Ultravioletto C (da 100 nm a 280 nm)	Fotocheratite Fotocongiuntivite	Eritema (scottatura pelle)	Tumori cutanei Accelerazione invecchiamento della pelle
Ultravioletto B (da 280 nm a 315 nm)			
Ultravioletto A (da 315 nm a 400 nm)	Cataratta fotochimica	Reazione di fotosensibilità	Bruciature della pelle
Visibile (da 400 nm a 780 nm)	Lesione fotochimica e termica della retina		
Infrarosso A (da 780 nm a 1400 nm)	Cataratta Bruciatura della retina		
Infrarosso B (da 1400 nm a 3000 nm)	Cataratta Bruciatura della cornea		
Infrarosso C (da 3000 nm a 1 mm)	Bruciatura della cornea		



# Ulteriori fattori aggravanti

- donne in gravidanza
- albinici e individui di fototipo 1 (UV);
- i portatori di malattie del collagene (UV);
- i soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti
- i soggetti affetti da alterazioni dell'iride e della pupilla ;
- i soggetti portatori di drusen (x luce blu);
- lavoratori con lesioni cutanee maligne o pre-maligne, (UV);
- lavoratori con patologie cutanee fotoindotte o fotoaggravate, (UV e IR);
- lavoratori affetti da xeroderma pigmentosus (UV);
- soggetti epilettici per esposizione a luce VISIBILE di tipo intermittente

Ai fini della sorveglianza sanitaria devono essere cautelativamente considerati particolarmente sensibili al danno retinico di natura fotochimica i lavoratori che hanno subito un impianto IOL (Intra Ocular Lens; “cristallino artificiale”), in particolare se esposti a radiazioni tra 300 nm e 550 nm.



# Classificazione LASER

La norma tecnica CEI EN 60825-1, è stata aggiornata nella classificazione delle sorgenti pertanto dal **01/07/2005** gli apparecchi nuovi che vengono immessi sul mercato devono essere necessariamente conformi alla nuova classificazione.

In ogni caso la classificazione è stabilita sulla base dei **LEA** (*Livello di Emissione Accessibile: il livello massimo permesso in una particolare classe*). Si basa sulla potenza emessa e sulla regione spettrale di emissione

La classificazione del singolo apparecchio laser è **fornita dal produttore**



# Classificazione LASER

CLASSE	Lunghezza d'onda	Condizioni d'uso	Misure Salvaguardia	Misure prevenzione e protezione
Classe 1 <b>Pericolo nessuno</b>		Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, incluso l'uso di strumenti ottici per la visione del fascio	Nessuna	
Classe 1M <b>Pericolo basso</b>	$302,5 \text{ nm} < \lambda < 4000 \text{ nm}$	Sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma possono essere pericolosi se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del Fascio	RADIAZIONE LASER NON GUARDARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI	
Classe 2 <b>Pericolo basso</b>	$400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$	La protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Questa reazione fornisce un'adeguata protezione nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, incluso l'uso di strumenti ottici per la visione del fascio	RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL RAGGIO	
Classe 2 M <b>Pericolo basso</b>	$400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$	la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale; comunque, la visione del fascio può essere più pericolosa se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del fascio	RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO O VISTA DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI	DPI per la visione diretta del fascio



# Classificazione LASER

CLASSE	Lunghezza d'onda	Condizioni d'uso	Misure Salvaguardia	Misure prevenzione e protezione
Classe 3 R <b>Pericolo medio</b>	$302,5 \text{ nm} < \lambda < 1060 \text{ nm}$	la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa ma il rischio è più basso dei laser di Classe 3B. Il LEA è inferiore a cinque volte il LEA di Classe 2 per l'intervallo di lunghezza d'onda tra 400 e 700 nm, ed è inferiore a cinque volte il LEA di Classe 1 per le altre lunghezze d'onda.	RADIAZIONE LASER EVITARE L'esposizione diretta degli occhi	DPI per la visione diretta del fascio
Classe 3 B <b>Pericolo medio</b>	$302,5 \text{ nm} < \lambda < 1060 \text{ nm}$	Laser che sono normalmente pericolosi nel caso di esposizione diretta del fascio; la visione della radiazione diffusa normalmente non è pericolosa	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE AI RAGGI	DPI per vioni dirette del fascio I laser di classe 3B devono essere dotati di un interruttore a chiave e di un blocco di sicurezza.
Classe 4 <b>Pericolo alto</b>	$302,5 \text{ nm} < \lambda < 1060 \text{ nm}$	Laser che sono in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose; possono causare lesioni alla pelle e potrebbero costituire un pericolo d'incendio. Il loro uso richiede estrema cautela	RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE DELLA PELLE DIRETTA O radiazione diffusa	Classe 4 laser deve essere dotato di un interruttore a chiave e di un blocco di sicurezza



# Modalità d'accesso

**Istituto....**

**Laboratorio .....**

**Laser He-Ne classe 3R**

**Sorgenti UV Hg pen-ray lamp**

## DICHIARAZIONE

Il sottoscritto (Cognome e nome).....

dichiara di aver preso attenta visione delle Norme per l'utilizzo delle sorgenti laser classe 3R e Hg-Pen ray e di essere stato correttamente istruito sull'utilizzo della strumentazione utilizzata in questo laboratorio.

### Quindi si impegna:

- a seguire scrupolosamente le istruzioni operative delle sorgenti,
- a seguire scrupolosamente le istruzioni operative della strumentazione,
- ad indossare gli occhiali di protezione nel caso di utilizzo di lampade UV,
- a non permanere nell'area senza autorizzazione e la presenza di un operatore autorizzato.

Padova,.....

Firma.....

Il Preposto al Laboratorio.....

Il Responsabile .....



# Misure di Prevenzione e Protezione

## Misure di prevenzione e protezione generali:

1. L'ambiente laser deve avere accesso controllato (assegnazione chiave con procedura)
2. L'accesso al laser deve essere condizionato da training formativo
3. L'ambiente deve essere privo di qualunque superficie riflettente (cornici, orologi, etc.)
4. Se i laser sono usati su banchi ottici i travi devono essere saldamente a quest'ultimi
5. Gli operatori durante il funzionamento laser non debbono indossare gioielli, orologi od altro materiale riflettente
6. Durante l'utilizzo dei fasci liberi l'operatore deve indossare gli occhiali appositi
7. La calibrazione dei percorsi laser deve essere condotta in condizioni di depotenziazione della sorgente emittente
8. I percorsi debbono essere confinati/protetti con schermi neri (non riflettenti)
9. Gli operatori, durante il funzionamento laser, non debbono posizionarsi con gli occhi all'altezza del banco ottico



# Misure di Prevenzione e Protezione

## Organizzazione del laboratorio LASER:

1. Pareti prive di superfici riflettenti
2. Vetri finestre schermati
3. Estintore a CO<sub>2</sub> nel laboratorio
4. Luce rossa di avvertimento fuori della porta
5. Segnaletica di avvertimento con procedure di accesso (bussare ed attendere risposta per entrare)
6. Interblocchi ovvero circuiti atti ad arrestare un laser se qualche condizione non è soddisfatta, come se l'involucro laser o una porta della stanza è aperta.
7. I laser di classe 3B e 4 forniscono di solito una connessione ad un circuito esterno.





# Misure di Prevenzione e Protezione (DPI)

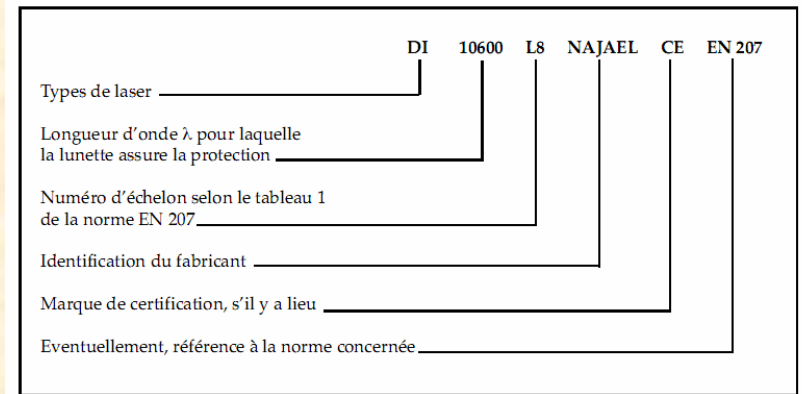
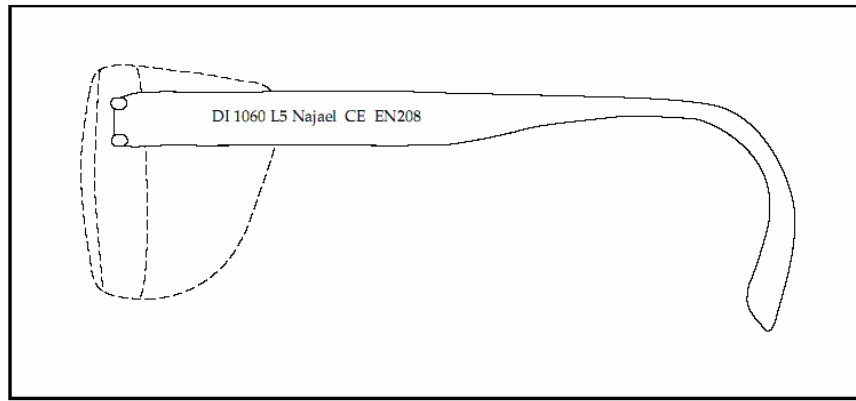


Figure 31 : Exemple de marquage

**Per gli occhi devono essere impiegati, se previsti, degli occhiali con caratteristiche idonee a filtrare le lunghezze d'onda delle radiazioni ottiche emesse dalla sorgente e a resistere in caso siano colpiti dal fascio LASER o da sue riflessioni.**