

La sicurezza degli apparecchi laser

La sicurezza degli apparecchi laser è regolata da normative "di buona tecnica" costituite dalle norme CEI EN 60825-1 (2003) che comprende una parte per i laboratori di ricerca.

Protezioni

Locali	Per evitare riflessioni indesiderate i particolari del banco ottico e la zona di parete che potrebbe essere colpita devono avere superfici antiriflettenti (nero opaco). L'illuminazione deve essere ad alta intensità in modo da diminuire il raggio papillare.
Accessi al locale	Oltre alla segnaletica di prescrizione l'esterno del locale deve essere dotato di luce di segnalazione lampeggiante con la scritta "laser in funzione" azionata per mezzo dell'interruttore generale dell'emettitore. Le porte dovrebbero essere munite di microinterruttori ad accostamento che all'apertura della porta a laser acceso azioni un segnale acustico.
Comando a chiave	I laser di classe 3B o 4 devono essere protetti da usi non autorizzati mediante rimozione della chiave di comando.
Tragitto dei fasci	Il fascio dovrebbe essere segregato entro protezioni semifisse per l'intero percorso collegate con microinterruttori in maniera tale che la loro rimozione, anche se parziale, provochi la chiusura di un otturatore, posto davanti all'emettitore, che intercetti il fascio e che si possa in seguito riaprire solo manualmente. Il fascio deve terminare su di un attenuatore o terminatore per evitare esposizioni o riflessioni involontarie. Il fascio non deve mai essere ad altezza degli occhi ne interessare aree di passaggio.
Ottiche di osservazione	Lenti, microscopi, telescopi e tutte le altre ottiche di osservazione devono incorporare filtri, attenuatori o interblocchi che mantengano automaticamente la radiazione laser a livello di sicurezza.
Protezioni individuali	Occhiali e schermi filtranti devono essere adeguati alla lunghezza d'onda del laser. Se si superano i livelli pericolosi per la pelle o se sono presenti pericoli di incendio sono necessari vestiti appropriati.

Misure di sicurezza

Tutti i laser sono classificati dal costruttore secondo il livello massimo di radiazione accessibile (LEA) ed in base a questa sono previsti diversi livelli di protezione. I prototipi e gli apparecchi che subiscono modifiche che possano influire sulla classificazione stessa devono essere classificati dal Responsabile della didattica o della ricerca in laboratorio.

Gli apparecchi laser di classe 1 non comportano nessuna prescrizione

Per le classi 1M, 2 e 2M sono richieste precauzioni solo per prevenire l'osservazione continua del fascio diretto; un'esposizione temporanea (0,25 s, riflesso palpebrale) alla radiazione nella banda di lunghezza d'onda da 400 nm a 700 nm, che potrebbe avvenire in situazioni di osservazione accidentale non è considerata pericolosa. Il fascio laser non dovrebbe, comunque, essere puntato intenzionalmente verso persone.

Apparecchi laser di classe 1M

- Non osservare direttamente il fascio
- Usare specifiche precauzioni per la luce laser non visibile
- Le ottiche di osservazione a distanza inferiore ai 100 mm devono essere dotate di dispositivi di sicurezza (filtri, attenuatori etc.)

Apparecchi laser di classe 2

- Non osservare direttamente il fascio
- Usare specifiche precauzioni per la luce laser non visibile

Apparecchi laser di classe 2M

- Non osservare direttamente il fascio
- Usare specifiche precauzioni per la luce laser non visibile
- Le ottiche di osservazione a distanza inferiore ai 100 mm devono essere dotate di dispositivi di sicurezza (filtri, attenuatori etc.)

Apparecchi laser di classe 3R

Per i laser di classe 3R nell'intervallo di lunghezze d'onda inferiore a 400 nm e superiore 700 nm devono essere utilizzati segnali di avvertimento luminosi con dispositivo automatico di accensione. Ogni dispositivo di avvertimento visivo deve essere chiaramente visibile attraverso le protezioni oculari. Per i prototipi possono essere temporaneamente ammessi (previo autorizzazione del Responsabile dell'Attività di ricerca o di didattica in laboratorio) segnali di avvertimento verbali o segnali luminosi comandati dall'operatore stesso.

- evitare l'esposizione diretta degli occhi nell'intervallo di lunghezza d'onda compreso tra 400 nm e 1400 nm ed evitare l'esposizione al fascio laser per altre lunghezze d'onda
- usare specifiche precauzioni per la luce laser non visibile
- utilizzare ottiche di osservazione (microscopi, lenti,...) solo se dotate di dispositivi di sicurezza (filtri, attenuatori)
- Previsto il supporto del TSL (tecnico sicurezza laser)

Apparecchi laser di classe 3B

Devono essere osservate le precauzioni riportate nei punti precedenti ed inoltre:

- utilizzare il laser solo in zone controllate dagli operatori;
- evitare le riflessioni speculari;
- limitare il fascio con un corpo di materiale diffondente di colore e riflettività tali da permettere la regolazione della posizione del fascio, in modo tale da ridurre al minimo i pericoli di riflessione che superino l'esposizione massima permessa (EMP), che potrebbero provocare danni agli occhi o alla pelle a breve o a lungo termine;
- proteggere gli occhi se esiste la possibilità di osservare il fascio direttamente o per riflessione;
- affiggere all'entrata delle zone un segnale di avvertimento a norma di legge.
- Previsto il supporto del TSL (tecnico sicurezza laser)

Apparecchi laser di classe 4

E' necessario evitare la visione diretta, le riflessioni speculari ed anche le riflessioni diffuse. Oltre alle precauzioni per le classi inferiori si deve perciò:

- proteggere il tragitto del fascio ogni volta che sia possibile, l'accesso durante il funzionamento deve essere limitato al personale tecnico che utilizzi protettori oculari adeguati e vestiti protettivi;
- utilizzare comandi a distanza ogni volta che sia possibile;
- curare l'illuminazione interna delle zone in cui l'occhio è protetto (es. muri chiari);
- nei laser di grande potenza il pericolo d'incendio può essere limitato da un sufficiente spessore di mattone o altro materiale refrattario che può però diventare brillante a seguito di esposizioni prolungate, sono quindi preferibili bersagli metallici non piani adeguatamente raffreddati come coni e assorbitori;
- evitare riflessioni indesiderate nella parte invisibile dello spettro per radiazioni laser nell'infrarosso lontano, il fascio e la zona di impatto dovrebbero essere avvolte da materiale opaco per la lunghezza d'onda del laser.
- Previsto il supporto del TSL (tecnico sicurezza laser)

Cartellonistica di sicurezza

Ogni laser deve essere dotato di segnale giallo triangolare recante, in nero, il simbolo del raggio laser. Le targhette devono essere fissate in modo permanente ed essere leggibili. I bordi ed i segni grafici devono essere in nero su sfondo giallo. Il testo deve essere:

classe 1	apparecchio laser di classe 1
classe 1M	radiazione laser – non osservare direttamente con strumenti ottici - apparecchio laser di classe 1M
classe 2	radiazione laser - non fissare il fascio - apparecchio laser di classe 2
classe 2M	radiazione laser - non fissare il fascio ad occhio nudo né guardare direttamente con strumenti ottici - apparecchio laser di classe 2M
classe 3R	radiazione laser – evitare l'esposizione diretta degli occhi - apparecchio laser di classe 3R
classe 3B	radiazione laser - evitare l'esposizione al fascio - apparecchio laser di classe 3B
classe 4	radiazione laser - evitare l'esposizione dell'occhio o della pelle alla radiazione diretta o diffusa - apparecchio laser di classe 4

Rischi complementari

Contaminazione dell'atmosfera: può essere necessaria una buona ventilazione o addirittura la captazione dei vapori in sistemi a circolazione di gas o a causa di prodotti intermedi delle reazioni (bromo, cloro, fluoro, acido cianidrico) oppure per gas o vapori provenienti da agenti criogenici.

Radiazione ultravioletta collaterale: rischio legato alla presenza di lampade flash o ai tubi di scarica dei laser continui, particolarmente se si utilizzano tubi o specchi che trasmettono l'ultravioletto (es. quarzo). Componenti dei circuiti come tubi elettronici a tensioni anodiche superiori a 5 kV possono emettere raggi X e devono quindi essere schermati.

Radiazione collaterale visibile e infrarossa: viene emessa da lampade flash, da sorgenti di pompaggio e da radiazioni di ritorno dal bersaglio.

Pericoli elettrici: i laser pulsati e quelli che utilizzano tensioni superiori a 1 kV sono particolarmente pericolosi a causa dell'energia immagazzinata nei banchi dei condensatori. Attorno all'alimentatore è opportuno lasciare uno spazio di almeno 70 cm ricoperto con pedane isolanti per rendere più sicuri gli interventi su parti a tensione elevata.

Agenti criogenici: la manipolazione di questi agenti prevede particolari precauzioni per evitare necrosi e lesioni.

Pericoli di incendio o combustione

In caso di interazione con sostanze infiammabili, soprattutto nel corso di tagli, saldature o forature in cui il bersaglio può emettere particelle incandescenti.

Altri rischi: il banco condensatori ed i sistemi di pompaggio possono esplodere in sistemi laser ad alta potenza ed anche nel caso di reagenti nei laser chimici. Alcuni laser ad impulsi possono presentare rischio rumore.

Norme di comportamento

- il personale operante in laboratori di ricerca e sviluppo laser deve essere istruito circa il rischio connesso al loro impiego anche in considerazione del fatto che il funzionamento di laser di classe 3B e 4 può rappresentare un pericolo anche per altre persone, a distanza considerevole. Le norme di comportamento devono essere consultabili sul luogo di lavoro.
- la lista, compilata dal Direttore, del personale autorizzato all'impiego di laser (3B e 4) deve essere affissa all'esterno del locale. Deve inoltre essere designato il responsabile del laboratorio.
- l'accesso di personale non compreso nell'elenco è permesso sotto la responsabilità del Direttore o di altra persona autorizzata.
- non si deve mai guardare il raggio primario e durante le operazioni di allineamento è obbligatorio proteggere gli occhi.
- evitare le riflessioni accidentali e quindi non indossa orologi, bracciali etc. e non usa strumenti che le possano provocare.
- non rimuovere né modificare i dispositivi di protezione e di interblocco.
- la formazione deve comprendere:
 - la conoscenza del funzionamento del laser;
 - la conoscenza delle procedure necessarie per ridurre al minimo i rischi, dei segnali d'avvertimento, etc.;
 - la conoscenza dei rischi connessi all'uso e dei rischi complementari;
 - la necessità dell'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale;
 - le procedure di rapporto di incidente;
 - gli effetti del laser sugli occhi e sulla pelle.