



**Linee Guida
per
un corretto utilizzo
dei
LASER**

Luglio 2007



0. Premessa:.....	2
1. Definizioni – Considerazioni preliminari:.....	3
2. Norme comportamentali di base per un corretto impiego dei laser	6
3 Modalità di avviamento di un laser.....	7
4 Emissione del fascio laser:.....	7
5 Allineamento di un fascio laser:.....	8

0. Premessa:

Il presente documento contiene le **linee guida** per un corretto impiego dei laser , utilizzati nei vari laboratori dell'Università degli Studi di Trento, elaborate dal Servizio Prevenzione e Protezione sulla base della valutazione dei rischi tenendo presente:

- a) le necessità di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori
- b) le esigenze dei laboratori
- c) le eventuali soluzioni già individuate dai diversi laboratori/servizi
- d) le soluzioni tecniche attualmente disponibili sul mercato

E' compito dei responsabili delle singole strutture¹ applicarle e farle rispettare, anche recependole, se ritenuto opportuno, attraverso documenti ufficiali interni (es. regolamenti, procedure ecc.).

Poiché le presenti linee guida indicano i requisiti minimi di sicurezza, le eventuali norme interne potranno anche differire in tutto o in parte da queste, purchè venga garantito almeno lo stesso livello minimo di sicurezza. In ogni caso, le attività di verifica previste dal Sistema di Gestione della Sicurezza d'Ateneo saranno basate sulle presenti linee guida.

¹ Individuati come "dirigenti" ai sensi del D.Lgs. 626/94 e dal Regolamento del Sistema di Gestione della Sicurezza d'Ateneo, quali i Direttori di Dipartimento, i Responsabili di Laboratorio, i Responsabili dell'Attività di Didattica e di Ricerca, i Presidi, i Dirigenti delle Strutture tecniche e amministrative.



1. Definizioni – Considerazioni preliminari:

- **L.A.S.E.R.** è l'acronimo di **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation; ogni dispositivo che può essere realizzato per produrre e amplificare una radiazione elettromagnetica coerente compresa nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 180nm e 1mm essenzialmente con il fenomeno dell'emissione stimolata.
- **L.A.S.E.R. ad emissione continua (CW):** laser che funziona in modo continuo per una durata uguale o superiore a 0.25s.
- **L.A.S.E.R. ad emissione impulsata:** laser che funziona emettendo impulsi della durata inferiore a 0.25s.
- **Classi:** le sorgenti laser vengono suddivise in classi in funzione di specifiche grandezze fisiche. In particolar modo per i laser in continua si considera la potenza media del fascio, e il tempo limite di esposizione, mentre per quelli impulsati si considerano l'energia totale e la sua potenza media dell'impulso, la sua durata, la frequenza di ripetizione e il numero di impulsi presenti nella finestra temporale.

Classificazione ante 2003-02 Edizione Quarta Norma tecnica CEI EN 60825-1

- **Classe 1:** la classe 1 raccoglie tutte quelle sorgenti laser il cui fascio è considerato innocuo in qualsiasi condizione d'uso. Comprende sia i laser a bassa potenza, la cui resta sempre al di sotto degli standard massimi fissati dalla norma CEI EN 60825-1, sia quelli costruiti in maniera tale da impedire il contatto diretto tra operatore e fascio (Stampanti laser, masterizzatori e compact disc).
- **Classe 2:** la classe 2 raccoglie sorgenti laser di bassa potenza, che emettono nel visibile (fra i 400-700nm) e la cui radiazione produce danno, per visione diretta, se il tempo di esposizione ad essa supera quello necessario all'azione riflessa cioè istintiva, dell'operatore (circa 0.25s), che gli permette di distogliere lo sguardo.
Questi laser non sono quindi in grado di arrecare danno, nel caso di visione inattesa, ma possono essere pericolosi, nel caso di esposizione prolungata (per un tempo superiore a gli 0.25s necessari all'azione riflessa)
- **Classe 3:** raccoglie le sorgenti laser il cui fascio non è in grado di arrecare danno in caso di esposizione al fascio diffuso. Questa classe è suddivisa in 2 sottoclassi: 3A e 3B.
Nella sottoclasse 3A sono compresi i laser il cui fascio, in condizioni normali, non è in grado di danneggiare l'occhio, ma che diventa pericoloso se osservato attraverso ottiche di raccolta, quali fibre ottiche o sistemi telescopici. Nella classe 3B sono compresi i laser in



grado di danneggiare l'occhio e la pelle, nel caso di esposizione diretta al fascio. Questi laser possono emettere radiazione visibile od invisibile i cui livelli di emissione accessibile, in funzione della lunghezza d'onda, sono fissati nella norma tecnica CEI-EN 60825-1.

- **Classe 4:** tutte le sorgenti laser,;
 - il cui fascio è in grado di arrecare danno all'occhio e alla pelle anche nel caso di esposizione al fascio diffuso;
 - il cui sistema di alimentazione costituisce di per sé una fonte di rischio d'incendio;
 - che hanno componenti dai quali possono verificarsi perdite di materiale tossico (laser dye, indipendente dalla potenza del fascio).

*Classificazione **post** 2003-02 Edizione Quarta Norma tecnica CEI EN 60825-1*

- **Classe 1:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser il cui fascio è considerato innocuo in qualsiasi condizione d'uso. Comprende sia i laser a bassa potenza, la cui radiazione resta sempre al di sotto degli standard massimi fissati dalla norma CEI EN 60825-1, sia quelli costruiti in maniera tale da impedire il contatto diretto tra operatore e fascio (Stampanti laser, masterizzatori e compact disc).
- **Classe 1M:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302.5nm e 4000nm, che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma che possono essere pericolosi se l'utilizzatore impiega ottiche all'interno del fascio.
- **Classe 2:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400nm e 700nm, in cui la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale (0.25s). Questa reazione può essere prevista per fornire una protezione adeguata nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio.
- **Classe 2M:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400nm e 700nm, in cui la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale (0.25s). Tuttavia l'osservazione dell'emissione può risultare più pericolosa se, all'interno del fascio, l'utilizzatore impiega ottiche.



- **Classe 3R:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 302.5nm e 10^6 nm, in cui la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa, ma il rischio è inferiore a quello dei laser di Classe 3B e si applicano prescrizioni costruttive e misure di controllo per l'utilizzatore minori rispetto ai laser della Classe 3B. Il limite di emissione accessibile è compreso entro cinque volte il LEA della Classe 2 nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 400nm e 700nm e cinque volte il LEA della Classe 1 per le altre lunghezze d'onda.
- **Classe 3B:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che sono normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio (cioè all'interno della ZNRO). Le riflessioni diffuse sono normalmente sicure.
- **Classe 4:** raccoglie tutte quelle sorgenti laser che sono in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose. Possono causare lesioni alla pelle e potrebbero anche costituire un pericolo d'incendio.
- **Esposizione massima permessa (EMP):** è definita come il livello della radiazione laser a cui, in condizioni ordinarie, possono essere esposte le persone senza subire effetti dannosi. I livelli EMP rappresentano il livello massimo al quale l'occhio o la pelle possono essere esposti senza subire un danno a breve o a lungo termine.
- **Zona Nominale di Rischio Ottico (ZNRO):** zona all'interno della quale l'esposizione energetica supera l'esposizione massima permessa (EMP), appropriato per la corna. Essa include la possibilità che il fascio venga accidentalmente inviato in direzione sbagliata.
- **Limite di emissione accessibile (LEA):** Livello massimo di emissione accessibile permesso in una particolare classe.



2. Norme comportamentali di base per un corretto impiego dei laser

Di seguito vengono riportate alcune fondamentali norme comportamentali in materia di sicurezza utili per un corretto impiego dei laser:

- Nel lavorare con una sorgente laser, qualunque essa sia, non bisogna mai sottovalutarne la pericolosità: la confidenza che si sviluppa, in seguito all'assiduità d'uso, non deve mai scivolare nell'imprudenza.
- Ogni intervento, sulla sorgente come su un componente della strumentazione associata, deve essere eseguito secondo le procedure indicate nei corrispondenti manuali tecnici d'uso.
- Ogni modifica apportata al funzionamento o alla struttura di un qualsiasi componente del sistema deve essere adeguatamente documentata, e la documentazione deve essere allegata al manuale tecnico corrispondente e resa nota a tutte le persone che hanno a che fare con il sistema.
- Si deve evitare che personale non autorizzato o inesperto possa accedere al sistema
- Per i laser di classe 2:
 - 1. il fascio non deve mai essere diretto verso gli occhi di una persona;
- Per i laser di classe 3:
 - 1. il fascio non deve mai essere diretto verso gli occhi di una persona;
 - 2. il fascio deve essere bloccato, per impedirne la propagazione fuori dalla zona di utilizzo, da materiali che presentino una bassa riflettività alla lunghezza d'onda in uso;
 - 3. devono sempre esseri indossati i dispositivi di protezione individuali efficaci alla lunghezza d'onda in uso. Una scelta sbagliata può risultare doppiamente pericolosa, poiché può dare un senso illusorio di protezione e indurre a trascurare le più elementari norme di prudenza.
 - 4. il fascio laser è potenzialmente pericolo se osservato direttamente o per riflessione speculare. Secondo quanto previsto dalla norma tecnica CEI EN 60825-1, le condizioni della visione senza pericolo di una riflessione diffusa di un laser classe 3B a radiazione visibile sono: distanza minima di visione di 13cm tra schermo e cornea e durata massima di 10s. Altre condizione di visione richiedono un confronto tra radianza della riflessione con l'EMP.
- Per i laser di classe 4:
 - 1. il fascio non deve mai essere diretto verso gli occhi di una persona.
 - 2. devono sempre esseri indossati i dispositivi di protezione individuali efficaci alla lunghezza d'onda in uso.



3. l'area di utilizzo deve essere ad accesso controllato.
4. l'intero percorso del fascio dovrebbe essere chiuso. Mediante opportune chiusure di sicurezza che agiscono da interruttori per i laser, deve essere impedito l'eccessivo avvicinamento al fascio.
5. il fascio deve essere bloccato, per impedirne la propagazione fuori dalla zona di utilizzo, da materiale refrattario. Si deve tener conto che questi materiali possono diventare brillanti in superficie, in seguito ad esposizioni prolungate e dar così luogo a riflessioni speculari.

3 Modalità di avviamento di un laser

L'avviamento di un laser di classe 3B o di classe 4 deve essere eseguito secondo una procedura che minimizzi il rischio per le persone presenti nell'ambiente di utilizzo.

Di seguito vengono riportate una serie di indicazioni pratiche per un corretto avviamento dei dispositivi laser.

1. accertarsi del buon stato di funzionamento dell'impianto di raffreddamento ad acqua (solitamente
2. accertarsi dell'efficienza dell'alimentatore.
3. verificare il connettore di blocco a distanza.
4. inserire la chiave di comando.
5. verificare che lo shutter sia chiuso.
6. accendere a potenza minima.
7. verificare l'accensione dell'indicatore di emissione.
8. verificare l'attivazione del segnalatore generale di accensione.

4 Emissione del fascio laser:

L'emissione di un fascio laser di classe 3B o di classe 4 richiede di seguire una procedura che minimizzi il rischio per le persone presenti nell'ambiente di utilizzo.

Schematizzandola per punti:

1. indossare gli adeguati occhiali di protezione.
2. indossare un adeguato vestito di protezione, che deve proteggere la pelle ed essere di materiale appropriato (ignifugo).



3. accertarsi che sul tragitto del fascio non siano posti oggetti riflettenti.
4. evitare che la linea di propagazione del fascio si trovi all'altezza degli occhi (130-200cm).

5 Allineamento di un fascio laser:

L'allineamento di un fascio laser di classe 3B o di classe 4 richiede di seguire una procedura che minimizzi il rischio per le persone presenti nell'ambiente di utilizzo.

Di seguito vengono riportate una serie di indicazioni pratiche per un corretto allineamento dei dispositivi laser.

1. stimare la distanza alla quale va posto il primo specchio di rinvio, e predisporre un beam-stopper poco oltre.
2. posizionare lo specchio.
3. aprire lo shutter davanti al laser.
4. orientare il primo specchio, facendo attenzione che durante il procedimento non si abbia una riflessione accidentale (potenzialmente pericolosa), e inviare su un beam stopper la riflessione voluta.
5. se è possibile, racchiudere il fascio in un tubo. Il tubo dovrà essere di materiale opaco e non combustibile.
6. ripetere i due passi indicati al punto 1 e 2 per ciascuno specchio o componente ottico.
7. una volta completato l'allineamento e l'eventuale manipolazione del fascio, portare la potenza del laser a quella di regime.