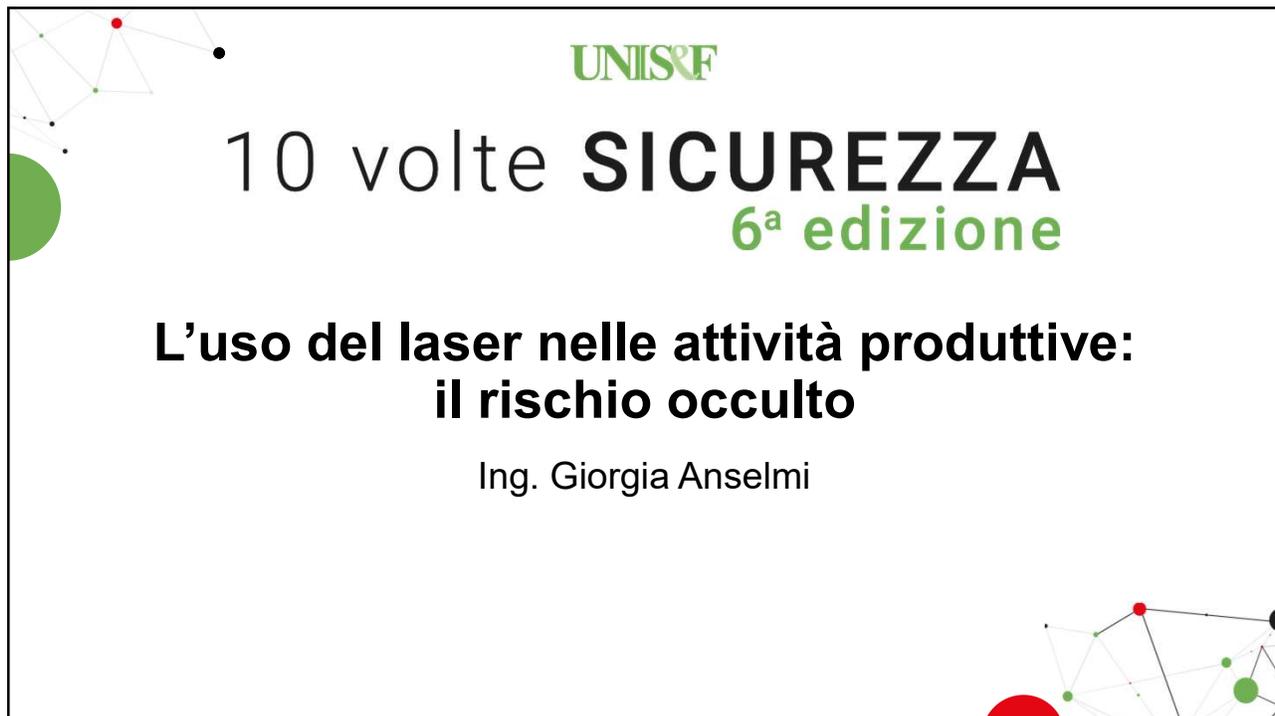


1



2

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

3

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Dir. UE 2006/25/CE «DIRETTIVA 2006/25/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 aprile 2006 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali)



CAPO V, TITOLO VIII
d. Lgs 81 del 2008 recepisce la dir. 2006/25/CE nel
2010

4

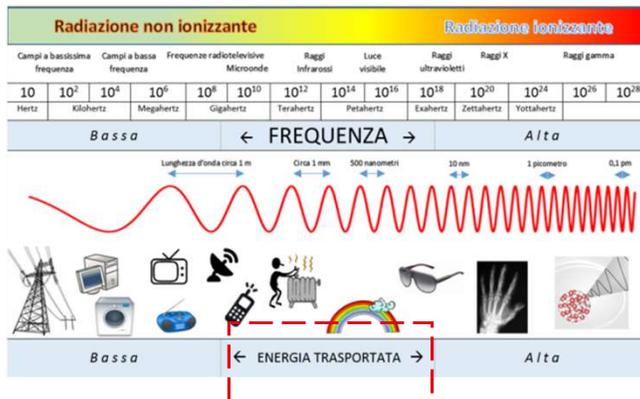
1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Il Titolo VIII affronta la valutazione dei seguenti agenti fisici:

1. Rumore
 2. Vibrazioni meccaniche
 3. Campi Elettromagnetici 0 Hz -300 GHz
 4. **Radiazioni Ottiche artificiali**
 5. microclima, infrasuoni, ultrasuoni e atmosfere iperbariche
- Capo II (Dir. 2003/10/CE);
 - Capo III (Dir. 2002/44/CE);
 - Capo IV (Dir. 2004/40/CE) sostituito dal D.Lgs. 159/2016;
 - **Capo V (Dir. 2006/25/CE);**
- che non hanno delle direttive europee specifiche (per queste valutazioni ci si affida alle norme tecniche che sono prive di indicazioni sui valori limite)

5

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08



Cosa riguardano le **radiazioni ottiche?**

Esse sono una parte dello spettro elettromagnetico in cui le lunghezze d'onda sono comprese tra **100 nm e 1 mm**.

6

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Non vi è differenza sostanziale tra le radiazioni di diversa lunghezza d'onda perché sono tutte governate dalle medesime leggi.

Si riferisce essenzialmente al modo in cui esse vengono prodotte: ogni regione spettrale ha una sorgente differente.

ATTENZIONE!

Spesso ci si riferisce alle radiazioni ottiche come alle lampade ma in realtà esse sono:

sia **VISIBILI** che **INVISIBILI**

7

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Sia la direttiva che il suo recepimento nel D.Lgs. 81/08 stabiliscono le **prescrizioni minime** di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) dovuti agli effetti **nocivi** sugli **occhi** e sulla **cute**.

Il **TIPO DI DANNO** dipende dalla lunghezza d'onda.

La **GRAVITÀ DEL DANNO** è connessa al tempo e all'intensità dell'esposizione.

8

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Stabilisce quindi dei valori limite per l'esposizione alle

Radiazioni Ottiche Artificiali - R.O.A.

al di sotto dei quali **NON INTERVIENE** alcun danno ai due organi bersaglio:



1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Valori Limite di Esposizione - VLE (MPE, EMP)

Sono basati esclusivamente sugli effetti sulla salute **accertati** e su **considerazioni biologiche degli organi bersaglio**.

Il **rispetto** di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche **siano protetti contro tutti gli effetti nocivi sulla salute conosciuti**.

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

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.

Radiazione non coerente: qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser.

11

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08

Irradianza (E) o densità di potenza [$W \cdot m^{-2}$]: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie espressa in watt su metro quadrato.

Esposizione radiante (H) [$J \cdot m^{-2}$]: integrale nel tempo dell'irradianza espresso in joule su metro quadrato.

Radianza (L) [$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$]: il flusso radiante o la potenza per unità d'angolo solido per unità di superficie espressa in watt su metro quadrato su steradiante;

Livello: la combinazione di irradianza, esposizione radiante e radianza alle quali è esposto un lavoratore.

12

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo 1 (Art. 180-186)

Art. 181 - Valutazione dei rischi

- Il datore di lavoro **valuta tutti i rischi** con particolare riferimento alle **norme di buona tecnica e alle buone prassi**.
- **Cadenza almeno quadriennale ed è aggiornata** ogni qual volta si verificano **mutamenti**. Viene effettuata da **personale qualificato (CEI 60825-14 (CEI 76-11) «Sicurezza degli apparecchi laser Parte 14: Guida per l'utilizzatore» par. 3.2 - Persona Competente**
- Il datore di lavoro, nella valutazione dei rischi, precisa quali **misure di prevenzione e protezione** devono essere adottate.
- Sanzione per DDL: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2500 - 6400

13

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 180-186)

Art. 182 - Eliminazione o riduzione dei rischi

- Se i valori limite di esposizione sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione.
- Sanzione per DDL + dirigente: arresto 3-6 mesi o ammenda da € 2000 a € 4000

Art. 183 - Lavoratori particolarmente sensibili

- Il datore di lavoro adatta le misure di cui all'art.182 alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, incluse le donne in stato di gravidanza e i minori.

Art. 184 - Informazione e formazione dei lavoratori

- Il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi.

14

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a ROA

Identificazione dei luoghi di lavoro/aree ove esiste un rischio di esposizione con superamento del VLE solo per occhio e cute: **segnalazione e delimitazione accesso**

VLE per ROA incoerenti: All. XXXVII parte I

VLE per ROA laser: All. XXXVII parte II

Il rispetto dei VLE garantisce i lavoratori esposti a ROA da effetti nocivi su occhi e cute: **individuazione dei soggetti esposti**

VDR su base:

- dati del fabbricante; banche dati/letteratura; Misure

15

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Art. 213 - Campo di applicazione:

Prescrizioni minime di **protezione dei lavoratori** per la salute e la sicurezza che possono derivare dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi su **occhi e cute**.

Art. 216

- DDL valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli di RO cui possono essere esposti i lavoratori secondo la metodologia delle Norme IEC per i LASER e le Norme CEN e le raccomandazioni CIE per le radiazioni incoerenti.
- In mancanza il DDL adotta Linee Guida pertinenti
- Sanzione per DDL: arresto 3-6 mesi o ammenda da € 2500 a € 6400
 - misure/azioni preventive e protettive se è possibile superamento VLE
 - sorveglianza sanitaria

16

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Art. 216 co. 2

Il DDL per la valutazione dei rischi considera:

- a) Livello, gamma di lunghezze d'onda e durata dell'esposizione
- b) Valori limite di esposizione
- c) Qualsiasi **effetto su salute e sicurezza** dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- d) Qualsiasi effetto su salute e sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni sul posto di lavoro fra le R.O. e sostanze chimiche fotosensibilizzanti
- e) Qualsiasi **effetto indiretto** come accecamento temporaneo, esplosioni o fuoco
- f) Esistenza di **attrezzature** di lavoro **alternative** progettate per ridurre i livelli di esposizione alle R.O.A.
- g) Disponibilità di azioni di risanamento per minimizzare livelli di esposizione alle R.O.A.
- h) Info adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria
- i) Sorgenti multiple di esposizione alle R.O.A.
- j) Una classificazione dei laser secondo la norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser di cl.3b o 4, tutte le classificazioni analoghe
- k) Le info dei fabbricanti delle sorgenti R.O. e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie

17

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Art. 217 co. 1: eliminazione o riduzione dei rischi misure preventive/protettive

Se la VDR mette in evidenza un **possibile superamento dei VLE**, il DDL predisporre e attua un programma di azioni che comprende misure tecniche e/o organizzative per evitare che le esposizioni superino i VLE tenendo conto di:

- a) di altri metodi di lavoro che comportano una minore esposizione alle radiazioni ottiche;
- b) della scelta di attrezzature che emettano meno radiazioni ottiche, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso, quando necessario, l'uso di **dispositivi di sicurezza, schermatura** o analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) degli opportuni **programmi di manutenzione delle attrezzature** di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della **progettazione della struttura** dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e del livello dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati **DPI**;
- h) delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature.
- i) Sanzione per DDL+dirigente: arresto 3-6 mesi o ammenda 2000-4000 €

18

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Art. 217 co. 2: eliminazione o riduzione dei rischi misure preventive/protettive

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 2-4 mesi o ammenda 750-4.000 €

In base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 216, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori potrebbero essere esposti a livelli di radiazioni ottiche che superino i VLE devono essere indicati con un **apposita segnaletica**.

Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, **laddove ciò sia tecnicamente possibile**.

Art. 217 co. 3: eliminazione o riduzione dei rischi misure preventive/protettive

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 2-4 mesi o ammenda 750 – 4000 €

Il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori/ gruppi particolarmente sensibili al rischio.

19

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

I suoi contenuti generali sono **all'art. 41 del D.Lgs.81/08**

Essa comprende, tra le principali:

- **Visita medica preventiva** intesa a constatare l'assenza di controindicazioni (anche preassuntiva o per la ripresa del lavoro)
- **Visita medica periodica** per controllare lo stato di salute dei lavoratori (idoneità) - di norma 1 volta/anno

Sanzione o ammenda per Medico competente e DDL (dirigente)

Per gli agenti fisici, disciplinati al Titolo VIII del D.Lgs 81/2008, l'**art. 185** prevede, in aggiunta alle disposizioni generali sulla sorveglianza sanitaria, che la stessa venga effettuata secondo le modalità e nei casi previsti dai singoli Capi del Titolo VIII (aventi per oggetto singoli agenti fisici di rischio), **sulla base dei risultati della valutazione del rischio**.

20

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al D.Lgs. 81/08 - Capo V (Art. 213-218)

Art. 218: sorveglianza sanitaria per esposizione a ROA

Controllo medico tempestivo: per lavoratori per i quali è stata rilevata una esposizione superiore ai VLE.

In caso di superamento dei VLE o identificazione di effetti nocivi sulla salute:

- a) il MC comunica al lavoratore i risultati che lo riguardano. Il lavoratore riceve in particolare le informazioni ed i pareri relativi al controllo sanitario cui dovrebbe sottoporsi dopo la fine dell'esposizione
- b) il DdL è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto professionale.
- c) Il DdL provvede a sottoporre a revisione la valutazione dei rischi e/o le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi, tenendo conto del parere del medico competente

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

All'articolo **216** vengono esplicitamente richiamate le **norme IEC** (*Commissione Elettrotecnica Internazionale - CEI*) per quanto riguarda la metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e/o nel calcolo relativamente alla radiazione laser.

NOTA IMPORTANTE:

Al comma 2, lettera l) si dice proprio che il DdL presta particolare attenzione ai laser classificati in classe 3B o 4 o laser che possono arrecare danni simili a dette classificazioni.

23

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

CEI EN 60825-1: 2003-2007-2009-2015 «Sicurezza dei prodotti laser Parte 1: Classificazione degli apparecchi e requisiti» (con specificità della CEI 76-6 per l'ambito sanitario)

CEI EN 60825-2 applicabile in aggiunta ai sistemi di comunicazione di fibre ottiche

CEI EN 60825-3 relativa agli spettacoli con laser

CEI EN 60825-4 Sicurezza degli apparecchi laser Parte 4: Barriere per laser

CEI EN 60825-5 lista di controllo del costruttore

CEI EN 60825-8 Apparecchiature laser per scopi medici

CEI EN 60825-12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

CEI EN 60825-14 Sicurezza degli apparecchi laser Parte 14: Guida per l'utilizzatore

24

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

UNI EN ISO 11553-1; UNI EN ISO 11553-2:2009 «Requisiti di sicurezza per macchine laser e laser portatili»

UNI EN ISO 11554:2018 «Metodi di prova per determinare la potenza e l'energia dei fasci laser ad onda continua e impulsi»

IEC 60601-2-22:2014 Apparecchi elettromedicali Parte 2: Prescrizioni particolari relative alla sicurezza fondamentale e alle prestazioni essenziali degli apparecchi laser chirurgici, cosmetici, terapeutici e diagnostici

UNI EN 12254 Schermi - Requisiti di sicurezza e prove

UNI EN ISO 12100:2010 Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio

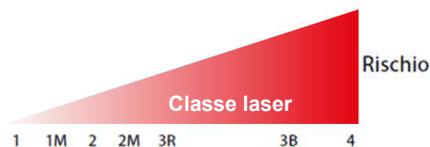
UNI EN ISO 14121-2 Sicurezza del macchinario - Valutazione del rischio - Parte 2: Guida pratica ed esempi di metodi

Dir. UE 2007/47/CE «dispositivi medici» recepita con D.Lgs 37/2010 (ante 20/3/2010 Dir. 93/42/CE) Dir. UE 1998/79/CE «dispositivi medici diagnostici in vitro» recepita con d.lgs. 332/2000

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

La IEC 60825-1 (insieme alla IEC 60825-5) richiede che siano presenti le informazioni per l'utilizzatore:

- Il **fabbricante** deve apporre una o più targhette su ogni apparecchio ai fini della sicurezza
- Ha l'obbligo della classificazione
- Il raggruppamento dei laser in categorie o classi di rischio risulta indispensabile ai fini della sicurezza
- La determinazione del LEA deve essere effettuata nelle condizioni più sfavorevoli ai fini della sicurezza



2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

Classe 1: In questa classe vengono collocati i laser **intrinsecamente sicuri**, ovvero non pericolosi anche per osservazione diretta e prolungata del fascio.

- **Classe 1M:** In questa classe vengono collocati i laser che emettono nell'intervallo 302,5 nm-4000 nm, l' superare i LEA della classe 1
- **Classe 1C:** Prodotti laser destinati **all'applicazione diretta** della radiazione laser sulla pelle o sui tessuti interni del corpo per procedure mediche, diagnostiche, terapeutiche o cosmetiche come la depilazione, la riduzione delle rughe della pelle, la riduzione dell'acne. Sebbene la radiazione laser emessa possa essere a livelli di Classe 3R, 3B o 4, le esposizioni oculari sono prevenute con uno o più mezzi ingegneristici

Classe 2: Appartengono a questa classe sorgenti e sistemi che emettono radiazioni nella sola regione **visibile** (400 nm-700 nm). La protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale (0,25 s) solo per osservazioni non intenzionali, dirette e prolungate.

- **Classe 2M:** L'osservazione dell'emissione può essere pericolosa utilizzando strumenti ottici per la visione diretta del fascio.

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

Classe 3R: «R» nella classe 3R deriva da **Ridotto** o **Rilassato**.

Requisito: prescrizioni ridotte per il fabbricante (per esempio, nessun interruttore a chiave, blocco del fascio o attenuatore e connettore d'interblocco richiesto) e per l'utente.

Prodotti laser che emettono radiazioni che possono superare l'MPE sotto la visione diretta del raggio, ma il rischio di lesioni nella maggior parte dei casi è relativamente basso. La visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa ma inferiore alla classe 3B.

A causa della gamma variabile del rischio associato ai laser di Classe 3R, l'applicabilità di controlli specifici dell'utente (inclusi i controlli amministrativi e la protezione personale degli occhi) dovrebbe essere chiaramente descritta nelle istruzioni per l'utente.

Tra l'ultima edizione e quella precedente ci possono essere laser che prima erano 3B ed ora sono 3R (laser pulsati).

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana

Classe 3B: Prodotti laser che sono normalmente pericolosi quando si verifica un'esposizione oculare intrabeam (cioè all'interno del NOHD) inclusa l'esposizione accidentale di breve durata. La visualizzazione dei riflessi diffusi è normalmente sicura. I laser di classe 3B che si avvicinano all'AEL per la classe 3B possono produrre pelle minore lesioni o addirittura rappresentare un rischio di accensione di materiali infiammabili. Tuttavia, questo è probabile solo se il raggio ha un diametro piccolo o è focalizzato. In alcuni casi la radiazione diffusa visibile può superare l'MPE quando i laser di Classe 3B hanno potenze che si avvicinano ai LEA per una visione prolungata oltre 10 s con la visione a distanze inferiori a 13 cm tra la superficie di diffusione e la cornea.

Classe 4: Tutti gli apparati laser che emettono radiazione a livelli superiori della classe 3B; anche la sola esposizione a luce diffusa è pericolosa e può danneggiare gravemente gli occhi e la pelle ed essere causa di incendio;

Per tutte le operazioni con laser o sistemi laser di classe 4 è d'obbligo l'uso di occhiali protettivi o dispositivi di protezione collettiva.

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

La IEC 60825-1 (insieme alla IEC 60825-5) richiede che siano presenti le informazioni per l'utilizzatore:

Il **fabbricante** deve apporre una o più targhette su ogni apparecchio laser ai fini della sicurezza. Al simbolo che riporta il pittogramma del laser deve essere associata (tranne che per la Classe 1), un'ulteriore targhetta che riporti:

- Avvertimenti relativi ai laser: non guardare la sorgente direttamente, luce laser visibile/invisibile, apertura laser
- I valori di EMP e di DNRO applicabili per gli apparecchi laser di Classe 3B e di Classe 4
- Riproduzioni di tutte le targhette richieste
- La massima potenza della radiazione laser emessa
- Le lunghezze d'onda emesse
- Divergenza
- La durata dell'impulso (se laser impulsato)
- La norma usata per la classificazione
- Se necessari DPI, anche solo per talune operazioni, devono essere fornite dal costruttore tutte le indicazioni necessarie per la scelta di DPI oculari

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Informazioni sull'acquisto e l'assistenza

A rivenditori e distributori di assistenza, e ad altri su richiesta, istruzioni adeguate per le regolazioni del servizio e le procedure di servizio per ciascun modello di prodotto laser, che includono:

- chiare avvertenze e precauzioni da adottare per evitare la possibile esposizione a radiazioni laser superiori alla Classe 1 e altri pericoli;
- un programma di manutenzione necessario per mantenere il prodotto conforme;
- un elenco di controlli e procedure che potrebbero essere utilizzati da persone diverse dal fabbricante o dai suoi agenti per aumentare i livelli di emissione di radiazioni accessibili;
- una chiara descrizione dell'ubicazione delle porzioni spostabili dell'involucro protettivo che potrebbero consentire l'accesso alla radiazione laser eccedente i limiti di emissione accessibili;
- procedure di protezione del personale di servizio;
- riproduzioni leggibili (a colori facoltativi) delle etichette obbligatorie e delle avvertenze di pericolo.

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Come da norma tecnica IEC 60825-5:2019 è applicabile ai prodotti laser come descritto in IEC 60825-1:2014.

L'elenco di controllo è destinato all'uso da parte dei produttori di prodotti laser e dei loro agenti per stabilire che ogni progetto nuovo o modificato è conforme ai requisiti della norma IEC 60825-1. Il layout della checklist è inteso solo come guida.

I produttori e gli esaminatori sono incoraggiati a produrre un proprio documento, omettendo domande e clausole che non sono rilevanti per i tipi di prodotto in esame, ma annotando nelle posizioni appropriate i numeri di tali clausole affermando, ad esempio: «Sottoclausola 9.11.1: Domanda omessa - non applicabile».

Il produttore è responsabile di garantire che l'esaminatore sia una persona competente nell'ispezione e nella classificazione dei prodotti laser.

I valori MPE sono informativi e sono forniti in modo che il **produttore** possa calcolare il NOHD, eseguire un'analisi del rischio e informare l'utente sull'uso sicuro del prodotto.

Per i prodotti laser incorporati e altri prodotti laser incorporati, informazioni per descrivere il laser incorporato. Le informazioni devono includere anche **istruzioni di sicurezza appropriate per l'utente** per evitare l'esposizione involontaria a radiazioni laser pericolose. Ciò è particolarmente rilevante per i prodotti laser embedded che sono classificati come Classe 1, Classe 1M, Classe 2 o Classe 2M, ma durante la manutenzione è possibile la visualizzazione intrabeam a livelli di emissione accessibili superiori agli AEL di queste classi. In questo caso il fabbricante deve includere un'avvertenza che deve essere impedita la visione intrabeam del laser.

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

La misura della radiazione laser può essere necessaria per la classificazione e le misure devono seguire alcune condizioni tra cui:

- Avere il livello massimo accessibile di radiazione tenendo conto di tutti i controlli e le impostazioni elencati nelle istruzioni di funzionamento, manutenzione e servizio.
- Le misurazioni sono richieste anche con l'uso di accessori che possono aumentare il rischio di radiazioni (ad esempio, ottiche di collimazione) che vengono forniti o offerti dal produttore per l'uso con il prodotto e che possono essere aggiunti o rimossi senza attrezzi. L'istruzione del fabbricante di non rimuovere gli elementi ottici non può giustificare la classificazione come classe inferiore. La classificazione si basa sulla progettazione tecnica del prodotto e non può essere basato su un comportamento appropriato dell'utente.
- Per un prodotto laser diverso da un sistema laser, con il laser accoppiato a quel tipo di sorgente di energia laser che è specificato come compatibile dal produttore del prodotto laser e che produce la massima emissione di radiazione accessibile dal prodotto.

33

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Etichettatura

TARGHETTA DI AVVERTIMENTO



TARGHETTA DI INFORMAZIONE:

1. Targhette di classificazione
2. Targhette per pannelli di copertura di tipo fisso
3. Targhette per pannelli di copertura muniti di interlock
4. Targhette di apertura
5. Targhette di accesso



34

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Etichettatura

<p>APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	<p>RADIAZIONE LASER VISIBILE NON FISSARE IL FASCIO APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2</p> <p>Pot. Max. = 1 m W ; @ λ = 670 nm</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	<p>RADIAZIONE LASER INVISIBILE EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO</p> <p>APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3R</p> <p>E. Max. = 0.4 mJ ; τ = 10 nsec. @ λ = 2780 nm</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	
<p>RADIAZIONE LASER VISIBILE NON OSSERVARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1M</p> <p>Pot. Max. = 2 m W ; @ λ = 670 nm</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	<p>RADIAZIONE LASER VISIBILE NON FISSARE IL FASCIO AD OCCHIO NUDO NE' GUARDARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2M</p> <p>Pot. Max. = 2 m W ; @ λ = 670 nm</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	<p>RADIAZIONE LASER INVISIBILE EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO</p> <p>APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B</p> <p>E. Max. = 3 mJ ; τ = 10 nsec. @ λ = 2780 nm</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>	<p>RADIAZIONE LASER INVISIBILE EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO E DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA</p> <p>APPARECCHIO LASER DI CLASSE 4</p> <p>E. Max. = 0.850 J ; λ = 1064 nm ; τ = 5.2 ns</p> <p>NORMA CEI EN 60825-1; 2009</p>

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Etichettatura

<p>Classe 1</p> <p>NESSUNA PRESCRIZIONE</p>	<p>Classe 2</p> <p>ATTENZIONE - RADIAZIONE LASER VISIBILE DI CLASSE 2 IN CASO DI APERTURA</p> <p>NON FISSARE IL FASCIO</p>	<p>Classe 4</p> <p>ATTENZIONE - RADIAZIONE LASER INVISIBILE DI CLASSE 4 IN CASO DI APERTURA</p> <p>EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO E DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA</p>
<p>Classe 3</p> <p>LASER 3R</p> <p>LASER 3B</p> <p>AVOID EXPOSURE TO BEAM</p>	<p>ATTENZIONE - RADIAZIONE LASER VISIBILE DI CLASSE 2 IN CASO DI APERTURA E DI GUASTO O DISATTIVAZIONE DEI BLOCCHI</p> <p>NON FISSARE IL FASCIO</p> <p>LASER 2</p> <p>LASER 2M</p>	<p>DANGER LASER 4</p> <p>AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO DIRECT OR SCATTERED RADIATION</p> <p>ATTENZIONE - RADIAZIONE LASER INVISIBILE DI CLASSE 4 IN CASO DI APERTURA E DI GUASTO O DISATTIVAZIONE DEI BLOCCHI</p> <p>EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO E DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA</p>

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Targhette di apertura



37

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Targhette di apertura



38

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

La UNI EN ISO 11553-1:2009 «Sicurezza del macchinario - Macchine laser - Parte 1: Requisiti generali di sicurezza»

La norma descrive i pericoli generati dalle macchine laser e specifica i requisiti di sicurezza relativi ai pericoli di radiazioni e ai pericoli generati da materiali e sostanze. Inoltre specifica le informazioni che il fabbricante deve fornire a tali apparecchiature.

- Sul costruttore ricade la responsabilità di fornire tutte le informazioni per la sicurezza e di decidere quali altre ulteriori informazioni siano importanti (es. rischi correlati)
- A partire dalla Classe 3R, 3B, 4, l'utilizzatore di sistemi laser deve rispettare precauzioni particolari a causa dei possibili rischi correlati.
 - Rischio incendio (materiali non pertinenti, olii)
 - Rischio chimico (biochimico, gas e fumi, asfissia, intossicazione, ottiche)
 - Rischio radiazioni ionizzanti e non (sistemi di pompaggio a UV, RF e Rx)
 - Rischio elettrico (alte potenze in gioco, collegamenti e quadri elettrici)
 - Rischio criogenico (ustioni da freddo)
 - Rumore

39

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Requirements subclass	Classification						
	Class 1*	Class 1M	Class 2	Class 2M	Class 3R	Class 3B	Class 4
Description of hazard class Annex C	Safe under reasonably foreseeable conditions	As for Class 1 except may be hazardous if user employs optics	Low power; eye protection normally afforded by aversion & active responses	As for Class 2 except may be more hazardous if user employs optics	Direct intrabeam viewing may be hazardous	Direct intrabeam viewing normally hazardous	High power; diffuse reflections may be hazardous
Protective housing 6.2	Required for each laser product; limits access necessary for performance of functions of the products						
Safety interlock in protective housing 6.3	Designed to prevent removal of the panel until accessible emission values are below that for Class 3R				Designed to prevent removal of the panel until accessible emission values are below that for Class 3B or 3R for some products		
Remote Interlock 6.4	Not required					Permits easy addition of external interlock in laser installation. Not required for some products in Class 3B	
Manual Reset 6.5	Not required						Requires manual reset if power interrupted or remote interlock is actuated
Key control 6.6	Not required					Laser inoperative when key is removed	
Emission warning device 6.7	Not required				Gives audible or visible warning when laser is switched on or if capacitor bank of pulsed laser is being charged. For Class 3R, only applies if invisible radiation is emitted		
Attenuator 6.8	Not required				Gives means to temporarily block beam		
Control locations 6.9	Not required				Controls so located that there is no danger of exposure to AEL above Classes 1 or 2 when adjustments are made		
Viewing optics 6.10	Not required		Emission from all viewing systems shall be below Class 1M AEL				
Scanning 6.11	Scan failure shall not cause product to exceed its classification						

40

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei produttori

Requirements subclass	Classification						
	Class 1	Class 1M	Class 2	Class 2M	Class 3R	Class 3B	Class 4
Class label 7.2 to 7.7	Required wording		Figures 3 and 4 and required wording				
Aperture label 7.8	Not required			Specified wording required			
Radiation output label 7.9	Not required		Required wording				
Standards information label 7.9	Required on product or in information to user		Required wording				
Service access label 7.10.1	Not required		Required as appropriate to the class of accessible radiation				
Override interlock label 7.10.2	Required under certain conditions as appropriate to the class of laser used						
Wavelength range label 7.10 and 7.12	Required for certain wavelength ranges						
Burn hazard label 7.13	Required wording when AE at closest point of human access (3.5mm aperture) exceeds AEL of Class 3B					Not applicable	
User information 8.1	Operation manuals shall contain instructions for safe use. Additional requirements apply for Class 1M and Class 2M						
Purchasing and service information 8.2	Promotion brochures shall specify product classification; service manuals shall contain safety information						
Medical products 9.2	Not required					For the safety of medical laser products, IEC 60601-2-22 may be applied.	
<small>*NOTE This table is intended to provide a convenient summary of requirements. See text of this standard for complete requirements. Due to the specific concept of Class 1C, the requirements for Class 1C laser products are not included in this table; in this Part 1, mostly generic requirements are specified; product type specific requirements are defined in vertical standards.</small>							

41

2. Le norme tecniche e la normativa- Obblighi per il DdL

- Valutazione rischi da effetti indiretti come accecamento temporaneo, esplosioni, fuoco
- Valutazione rischi da sorgenti multiple di esposizione ROA
- Tener conto delle **info fornite dai fabbricanti** delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle attrezzature di lavoro
- Valutazione rischi per lav. appartenenti a «gruppi critici» (es. patologie dell'occhio o uso di medicinali sensibilizzanti)
- Provvedimenti per ridurre/limitare esposizione (alla fonte)
- Segnaletica: se Espos. \geq L.E. (Dir.92/58/CEE)
- Identificazione con limitazioni accesso se Espos. \geq L.E.
- Informazione e formazione dei lavoratori
- Sorveglianza sanitaria dei lavoratori professionisti esposti

42

2. Le norme tecniche e la normativa- Obblighi per il DdL

Procedura addetti a tempo determinato

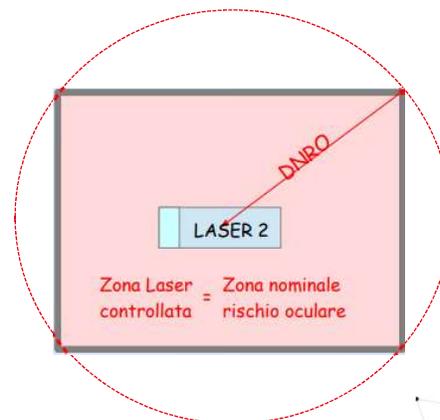
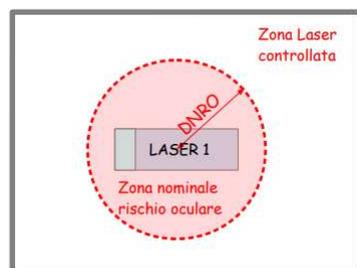
Il personale non dipendente che abbia ottenuto dalla direzione aziendale regolare permesso di svolgere attività lavorative su impianti laser, dovrà essere edotto, dei rischi connessi all'attività; avrà disponibilità dei dispositivi di protezione necessari e gli verrà consegnata copia delle procedure e delle misure di sicurezza adottate.

Il nominativo degli addetti a tempo determinato, espressamente autorizzati, sarà aggiunto in calce all'elenco del personale addetto all'impianto, con indicazione del periodo di ammissione all'impianto, e di tale variazione ne sarà data tempestiva comunicazione scritta al T.S.L.

43

2. Le norme tecniche e la normativa- Obblighi per il DdL

Individua una Zona Laser controllata



44

2. Le norme tecniche e la normativa- Obblighi per il DdL

L'area controllata può essere delimitata da:

- Transenne
- Fotocellule

Che sia indicata da un segnale luminoso (lampada gialla) o scritta:

- «**Attenzione: Laser in funzione**»
- Durante l'uso del laser, le porte devono rimanere chiuse (non a chiave per ogni emergenza)



45

2. Le norme tecniche: come si inseriscono nella normativa italiana - Obblighi dei Datori di Lavoro

COMANDO A CHIAVE: deve essere rimossa dopo l'uso - gestione della chiave se in ambito sanitario e la chiave non può essere tolta, allora chiudere la stanza.



CONNETTORE DI BLOCCO A DISTANZA

Se questa misura non è attuabile, si possono mettere in atto le seguenti misure alternative:

- Permettere l'accesso solo a un numero limitato di operatori autorizzati
- Apporre segnali di divieto di accesso all'ingresso del locale, per segnalare il pericolo

46

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

47

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Classificazione dei laser in funzione della SORGENTE e dell'EMISSIONE

• **Laser a Gas** (CO₂ - CW o PW 10600nm)

• **Laser a Stato Solido** (Nd:YAG - CW o PW 1064 nm)

• **Laser a Diodi e a semiconduttori**

Laser infrarossi

Laser a Semiconduttore

GaAlAs (Gallio/Alluminio/Arsenico) - CW (780/890 nm)

InGaAlP (Indio/Gallio/Alluminio/Fosforo) - CW (630/700 nm)

GaAs (Arseniuro di Gallio) - PW (900/910 nm)



Laser a Coloranti (Cumarina e rodamina - visibile): **Fare attenzione perché cancerogeni e anticoagulanti o radioattivi**

Continuo

Pulsato

Frequenzato

48

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Laser a Gas (Wikipedia)			
Mezzo e tipo di amplificazione laser	Lunghezza d'onda operativa	Sorgente di pompaggio	Usi e note
Laser a elio-neon	632.8 nm (543.5 nm, 593.9 nm, 611.8 nm, 1.1523 μ m, 1.52 μ m, 3.3913 μ m)	Scarica elettrica	Interferometria, olografia, spettroscopia, scansione di codici a barre, allineamento , dimostrazioni ottiche.
Laser a ioni di argon	454.6 nm, 488.0 nm, 514.5 nm (351 nm, 457.9 nm, 465.8 nm, 476.5 nm, 472.7 nm, 528.7 nm)	Scarica elettrica	Fototerapia retinica (per diabete), litografia, microscopia confocale , pompaggio di altri laser.
Laser a ioni di kripton	416 nm, 530.9 nm, 568.2 nm, 647.1 nm, 676.4 nm, 752.5 nm, 799.3 nm	Scarica elettrica	Ricerca scientifica, mescolati con <u>argon</u> per ottenere laser a luce bianca per giochi di luci.
Laser a ioni di xeno	Molte righe spettrali dall'ultravioletto fino all'infrarosso.	Scarica elettrica	Ricerca scientifica.

49

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Laser a Gas (Wikipedia)			
Mezzo e tipo di amplificazione laser	Lunghezza d'onda operativa	Sorgente di pompaggio	Usi e note
Laser ad azoto	337.1 nm	Scarica elettrica	Interferometria, olografia, spettroscopia, scansione di codici a barre, allineamento , dimostrazioni ottiche.
Laser ad anidride carbonica (CO ₂)	10.6 μ m, (9.4 μ m)	Scarica elettrica trasversale (alta potenza) o longitudinale (bassa potenza)	Lavorazione di materiali (taglio, saldatura, etc.). Chirurgia.
Laser a monossido di carbonio (CO)	2.6 to 4 μ m, 4.8 to 8.3 μ m	Scarica elettrica	Lavorazione di materiali (incisione, saldatura etc.), spettroscopia fotoacustica.
Laser a eccimeri	193 nm (ArF), 248 nm (KrF), 308 nm (XeCl), 353 nm (XeF)	Ricombinazione di eccimeri con una scarica elettrica	Litografia ultravioletta per fabbricazione di circuiti integrati, chirurgia laser, LASIK (occhi)

50

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Laser a Coloranti organici (Wikipedia)

Mezzo e tipo di amplificazione laser	Lunghezza d'onda operativa	Sorgente di pompaggio	Usi e note
Laser e coloranti	390-435 nm (stilbene), 460-515 nm (cumarina 102), 570-640 nm (rodamina 6G) e molti altri	Altri laser, lampade stroboscopiche	Ricerca, spettroscopia, rimozione di voglie, separazione isotopica. La gamma di sintonia del laser varia a seconda del particolare colorante usato.



Fare attenzione perché cancerogeni e anticoagulanti (cumarina) o radioattivi (rodamina)

51

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Laser a vapori metallici (Wikipedia)

Mezzo e tipo di amplificazione laser	Lunghezza d'onda operativa	Sorgente di pompaggio	Usi e note
Laser a vapori di rame	510.6 nm, 578.2 nm	Scarica elettrica	Dermatologia, fotografia ad alta velocità, pompaggio per laser a coloranti organici.
Laser a vapori d'oro	627 nm		Rari, dermatologia e terapia fotodinamica .

52

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Laser a Stato Solido

Mezzo e tipo di amplificazione laser	Lunghezza d'onda operativa	Sorgente di pompaggio	Usi e note
Laser a rubino	694.3 nm	Lampada stroboscopica	Olografia, rimozione di tatuaggi . Il primo tipo di laser a luce visibile inventato (Maia 1960).
Laser Nd:YAG	1064 nm, (1.32 µm)	Lampada stroboscopica, diodo laser	Lavorazione materiali, misurazione distanze , puntatori laser , chirurgia , fisioterapia , ricerca, pompaggio di altri laser (combinato con duplicatori di frequenza per produrre un fascio verde da 532 nm). Uno dei più comuni laser ad alta potenza. Funziona a impulsi (brevi fino a frazioni di nanosecondo).
Laser Er:YAG	2940 nm	Lampada stroboscopica, diodo laser	Scalatura periodontale, odontoatria .
Laser Nd:YVO4	1064 nm	Diodo laser	Usato per il pompaggio continuo di laser Ti:zaffiro o a coloranti in mode-locking, in combinazione con duplicatori di frequenza. Usato anche a impulsi per marcatura e microlavorazioni meccaniche .
Laser a vetro drogato con itterbio (bacchette, piastrelle, fibre)	1. µm	Diodo laser	La versione a fibra è in grado di produrre parecchi kilowatt di potenza continua vantando una efficienza ottico-ottico del 70-80% ed elettrico-ottica del 25%. Lavorazione di materiali: taglio, saldatura, marcatura; fibre ottiche nonlineari: sorgenti basate nonlineari di fibre a larga banda, pompaggio per laser Raman su fibra; pompa Raman di amplificazione distribuita per telecomunicazioni .

53

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Laser (Banda spettrale)	Applicazioni	Inte	Usi e note
Laser a rubino	694.3 nm	Lampada stroboscopica	Olografia, rimozione di tatuaggi . Il primo tipo di laser a luce visibile inventato (Maia 1960).
Laser Nd:YAG	1064 nm, (1.32 µm)	Lampada stroboscopica, diodo laser	Lavorazione materiali, misurazione distanze , puntatori laser , chirurgia , fisioterapia , ricerca, pompaggio di altri laser (combinato con duplicatori di frequenza per produrre un fascio verde da 532 nm). Uno dei più comuni laser ad alta potenza. Funziona a impulsi (brevi fino a frazioni di nanosecondo).
Laser Er:YAG	2940 nm	Lampada stroboscopica, diodo laser	Scalatura periodontale, odontoatria .
Laser Nd:YVO4	1064 nm	Diodo laser	Usato per il pompaggio continuo di laser Ti:zaffiro o a coloranti in mode-locking, in combinazione con duplicatori di frequenza. Usato anche a impulsi per marcatura e microlavorazioni meccaniche .
Laser a vetro drogato con itterbio (bacchette, piastrelle, fibre)	1. µm	Diodo laser	La versione a fibra è in grado di produrre parecchi kilowatt di potenza continua vantando una efficienza ottico-ottico del 70-80% ed elettrico-ottica del 25%. Lavorazione di materiali: taglio, saldatura, marcatura; fibre ottiche nonlineari: sorgenti basate nonlineari di fibre a larga banda, pompaggio per laser Raman su fibra; pompa Raman di amplificazione distribuita per telecomunicazioni .

54

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Laser (Banda spettrale)	Applicazioni	Interaz Fotomeccanica	Interaz Fotoablativa	Interaz Fototermica	Interaz Fotochimica
CO ₂ (IR)	Laser chirurgico per eccellenza: ORL, chirurgia plastica, dermatologia (skin resurfacing), urologia, odontoiatria, chirurgia cardiovascolare (rivascolarizzazione), neurochirurgia, ginecologia, ecc.			SI	
Nd:YAG (IR)	Dermatologia (tatuaggi, epilazione), litotrixxia, oftalmologia (iridotomia x glaucoma ad angolo stretto, capsulotomia posteriore in cataratta secondaria), odontoiatria, chirurgia cardiovascolare (rivascolarizzazione), ecc.	SI		SI	
Er:YAG (IR)	Dermatologia (skin resurfacing), odontoiatria, ecc.			SI	
Ho:YAG (IR)	Urologia, ecc.			SI	
Diodi (IR)	Dermatologia (epilazione), odontoiatria, ecc.			SI	
Diodi (VIS)	Oftalmologia (trattamento delle membrane neovascolari nella degenerazione maculare legata all'età)				SI
Nd:YAG 2 (VIS)	Oftalmologia (trattamento del glaucoma cronico) dermatologia (MAV, tatuaggi), ecc			SI	
Argon (VIS)	Oftalmologia (trabeculoplastica x glaucoma, retinopatia diabetica), dermatologia, urologia (vescica) ecc.			SI	SI
Dye Laser (VIS)	Dermatologia (MAV), oncologia (PDT), ecc.			SI	SI
Eccimeri (UV)	Oftalmologia (chirurgia refrattiva), chirurgia cardiovascolare (angioplastica, rimozione elettrocaterteri), dermatologia, ecc.		SI		

55

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Tipici strumenti di questa categoria sono quelli per la **citometria a flusso**, utilizzati per analizzare le caratteristiche delle cellule biologiche in studio (in particolare, **consentono di valutare lo stadio di evoluzione di una popolazione cellulare**). Tali apparecchiature sono generalmente composte da tre elementi:

1. banco ottico (che contiene il laser), per generare e raccogliere i segnali luminosi
2. console elettronica, per convertire i segnali ottici in segnali elettronici che verranno indirizzati al computer per l'analisi
3. sistema computerizzato, per l'analisi dei dati.

Spesso negli **ospedali** sono presenti laboratori di ricerca che utilizzano strumenti contenenti sorgenti laser di classe di rischio elevata (3B o 4); tali strumenti vengono utilizzati per applicazioni di ricerca avanzate.

Gli strumenti più diffusi in questa categoria sono i Fluorescence Activated Cell Sorter: FACScan, FACStar, FACSvantage, FACScalibur, ecc.



56

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Microscopio Confocale a scansione laser

La microscopia confocale fornisce uno strumento per poter visualizzare simultaneamente tramite segnali in fluorescenza proteine, organelli cellulari e DNA attraverso singole sezioni «tagliate otticamente» all'interno. Questi strumenti, pur contenendo laser di classe 3B o 4, sono in genere classificati come **prodotti di classe 1**.

La classe di rischio va comunque verificata sul manuale dell'apparecchiatura.

Quello dell'esempio ha **3 sorgenti laser**:

1. Argon a due lunghezze d'onda (458 o 488 nm) per eccitare ad es. FITC;
2. Elio-Neon (543 nm) per eccitare ad es. la Rodamina;
3. Elio-Neon (633 nm) per eccitare ad es. Cy5;



57

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Microdissettori laser: consentono di prelevare dal tessuto tumorale, sotto il controllo del microscopio, singole cellule ed effettuare su di esse le analisi genetiche e cromosomiche. La procedura consente di integrare le informazioni derivanti dall'analisi del tessuto con quelle genetiche e molecolari: in tal modo si ottiene una diagnosi che non solo classifica con esattezza la lesione tumorale, ma esprime anche la probabilità di evoluzione e predice la risposta a eventuali terapie molecolari. **Tali apparecchiature utilizzano laser di classe 3B e sono generalmente classificate come prodotti di classe 3B.**



58

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

OCT (Optical Coherence Tomography): la Tomografia Ottica a radiazione Coerente è un'apparecchiatura che esegue scansioni della retina utilizzando una sorgente laser; le sezioni così ottenute consentono di diagnosticare molte patologie oculari. **Tali apparecchiature utilizzano sorgenti di potenza molto bassa e sono pertanto classificati come prodotti di classe 1.**

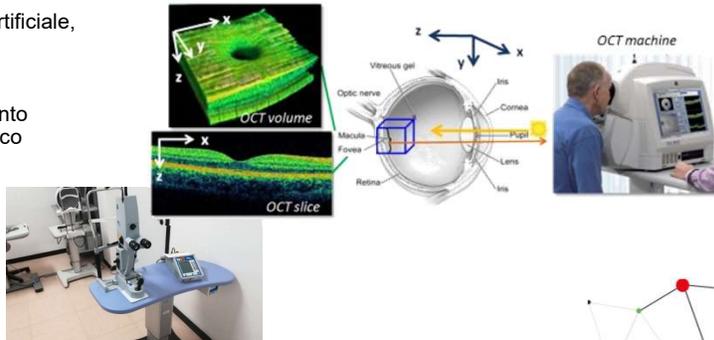
Microscopi per pulizia del cristallino artificiale, per rimozione della cataratta, ecc.

RISCHI

- Riflessioni da lente di accoppiamento
- Malfunzionamento del filtro dinamico associato all'ingranditore ottico

PRECAUZIONI

- Non restare dietro all'operatore senza occhiali
- Controllo del filtro



59

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

Laser a CO₂ in dermatologia che utilizzano bracci articolati mediante i quali la radiazione attraversa un braccio cavo contenente un sistema di specchi riflettenti.

Per guida d'onda: piccole cannule con rivestimento interno; fascio trasmesso ed eventualmente deviato con piccolo specchio in punta.

RISCHI

- Incendio, Bruciature cutanee
- Riflessioni attraverso il canale di visione
- lesioni oculari (fascio diretto, riflesso o diffuso)
- Non coincidenza fasci di puntamento e trattamento
- Rischio biologico

PRECAUZIONI

- Fascio laser nel campo operatorio, con teli umidi attorno
- Estintore, siringa 500ml
- Camici di cotone, occhiali. Strumenti chirurgici antiriflesso
- Controllo allineamento fasci e filtro del canale di visione
- Aspiratore di fumi



60

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni

FIBRE + ENDOSCOPI FLESSIBILI:

Fibroscoopi: visione tramite oculare

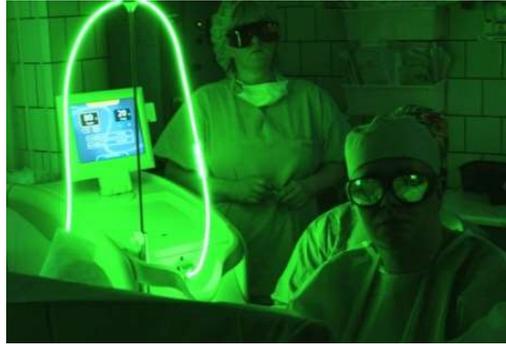
Videoendoscoopi: visione su monitor

RISCHI

- Contaminazione
- Incendio fibra
- Rottura della fibra
- Deterioramento fibra

PRECAUZIONI

- Uso di gas CO2
- Non piegare la fibra con raggio inferiore a quello indicato dal costruttore
- Indossare occhiali



61

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Sanitario - Applicazioni



62

10 volte SICUREZZA UNIS&F

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni

Applicazioni industriali e civili

- Telecomunicazioni e fibre ottiche
- Informatica
- Lavorazione di materiali: taglio, saldatura, incisione, marcatura, foratura, abrasione, vaporizzazione, fusione, combustione;
- Metrologia e misure
 - industriale: interferometri laser, misuratori di diametri di fili, granulometri, rugosimetri per sistemi di campi di deformazione

Civile

- Sistemi laser di allineamento livelle laser, telemetri topografici e geodimetri

Ambientale

- Lidar e rilevatori di inquinamento

Presentazione

- Laser per la visualizzazione di ologrammi
- Pointer laser per le conferenze
- Sistemi laser per la didattica

Settore giochi di luce

Laser per effetti speciali in discoteche, mostre e spettacoli all'aperto e simili. Prestare molta attenzione in quanto in passato hanno determinato accecamenti in feste e discoteche (caso Russia)

63

10 volte SICUREZZA UNIS&F

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni

Tutti i laser sono di classe 4.

Ogni esposizione accidentale, sia occhi che pelle, determina un danno rilevante. L'obiettivo della valutazione del rischio laser e delle misure di prevenzione e protezione è pertanto quello di escludere una possibile esposizione dei target biologici.

Prestare attenzione anche alla radiazione diffusa.

Si distinguono quattro fasi:

1. L'installazione e la messa a punto
2. Il normale funzionamento
3. La manutenzione
4. L'assistenza



64

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni: Taglio laser

I rischi in fase di installazione e messa a punto sono a carico del costruttore /installatore

L'impianto di taglio laser deve essere conforme alla direttiva macchine. Se installato in una zona ad accesso non controllato dovrebbe essere un apparecchio con laser incorporato di **classe 1**.

Dovrebbe seguire le prescrizioni del costruttore secondo la norma **CEI EN 60825-1**.

Le barriere di protezione devono essere conformi alla norma **CEI EN 60825-4 o UNI EN 12254** (molto spesso si trovano schermi con densità ottica calcolata come per gli occhiali)

65

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni: Taglio laser

Il rischio nel normale funzionamento: es. Apparecchio con laser incorporato senza coperchio sulla sua sommità e questa è di classe 4 anche se può essere considerato sicuro per il normale funzionamento (perché sopra l'impianto non ci sono operatori).

La norma **UNI EN ISO 11553-1:2009** sui requisiti generali di sicurezza per macchine laser rimanda alla **CEI EN 60825-1:2009** per la classificazione, la targhetatura, i requisiti tecnici di sicurezza necessari in funzione della classe di appartenenza e le informazioni per l'utilizzatore.



66

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni: Taglio laser

Laser incorporato di classe 1 con finestre di ispezione per un'area controllata: la trasmissione delle ROA attraverso le finestre (schermi) deve essere valutata come un potenziale rischio.



67

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni: Taglio laser

- Per alcuni impianti, in fase di **manutenzione** (ad esempio per la pulizia, il cambio e l'allineamento delle ottiche) può verificarsi che i lavoratori si trovino di fronte al fascio, avendo escluso i sistemi di protezione. In questo caso la valutazione del rischio deve considerare tale evenienza.
- I rischi in fase di **assistenza** sono a carico del costruttore o dell'azienda di service a cui l'utilizzatore si rivolge.
- È necessaria un'accurata valutazione dei rischi collaterali:
 - radiazione collaterale
 - rischio di natura meccanica (ad es. schiacciamento durante le operazioni di carico e scarico materiale);
 - contaminazione dell'atmosfera (è necessario un continuo controllo dell'impianto di aspirazione: tagliando plastica si possono emettere agenti chimici pericolosi);
 - pericoli causati dall'utilizzo di energia pneumatica (prima di aprire settori dell'impianto per manutenzione scaricare la pressione - quando l'impianto è in pressione non si devono fare lavori di montaggio o smontaggio, né allentare o serrare flange);

68

3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?

Ambito Produttivo - Applicazioni: Taglio laser

- È necessaria un'accurata valutazione dei rischi collaterali:
 - rischio incendio e/o esplosione (ad es. perdite nell'alimentazione del gas che possono sviluppare perdite di ossigeno con aumentato rischio - trattamento di materiale non consentito);
 - pericoli connessi all'utilizzo delle ottiche (la possibile distruzione termica della lente nella testa di taglio, composta da seleniuro di zinco, crea vapori velenosi; inoltre la distruzione del rivestimento libera fluoruro di torio leggermente radioattivo);
 - rischio elettrico (contatti diretti e indiretti).



69

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

70

4. Il manuale... questo sconosciuto

Contiene informazioni importanti e specifiche relative alla sicurezza che non possono essere sottovalutate

Nell'immagine avvertenze nell'uso di ottiche al Seleniuro di Zinco

Warning Serious personal injury



All Class 4 laser product that emit invisible infrared laser radiation in the 9.3–10.6 μm CO₂ wavelength band are capable of seriously burning human tissue.

Because direct or diffuse laser radiation can inflict severe corneal injuries, always wear eye protection when in the same area as an exposed laser beam.

Do not allow the laser beam to contact a person.

This product emits an invisible laser beam that is capable of seriously burning human tissue.

Always be aware of the beam's path and always use a beam block while testing.

A risk of exposure to toxic elements, like zinc selenide, may result when certain optical or beam delivery components are damaged.

In the event of damage to the laser or beam delivery optics, contact [redacted] or the optics manufacturer for handling instructions.

The use of aerosol dusters containing difluoroethane causes "blooming", a condition that significantly expands and scatters the laser beam. This beam expansion can affect mode quality and/or cause laser energy to extend beyond the confines of optical elements in the system, possibly damaging acrylic safety shielding. Do not use air dusters containing difluoroethane in any area adjacent to CO₂ laser systems because difluoroethane persists for long time periods over wide areas.

71

4. Il manuale... questo sconosciuto

Tutte le procedure per la manutenzione e la periodicità.

Quali materiali utilizzare per pulire i componenti (a lato: schermo rovinato per disinfezione spinta)



72

4. Il manuale... questo sconosciuto

Saldature manuali:

Necessitano di accortezze particolari, come indicato nel manuale.

Se non si mette a norma l'area subentra il problema di non poter utilizzare il laser.

Qui inoltre non è previsto l'uso di materiali non metallici (viceversa in altri laser).

Il sistema laser è progettato esclusivamente per la saldatura laser di metalli e per la saldatura di riporto di pezzi metallici.

Il sistema laser è progettato come postazione di lavoro manuale per uso industriale a monitoraggio costante.

Per lavori eseguiti con un sistema laser *aperto*, senza cioè una camera di saldatura chiusa, come nel caso di questo sistema laser, è necessario realizzare schermature o coperture tali da evitare danni per la salute determinati dalle radiazioni laser. In alternativa, è possibile garantire la sicurezza del sistema laser attraverso misure ambientali e organizzative (ad es. pareti o tende di protezione).

Occorre inoltre segnalare espressamente agli utenti del sistema laser, così come a tutte le persone che rientrano nella zona laser controllata, la necessità di indossare un adeguato abbigliamento protettivo (in particolare occhiali di protezione laser e guanti).

Qualsiasi altro utilizzo è da considerarsi non conforme.

Rientrano nell'utilizzo conforme del sistema laser anche i seguenti punti:

- Il sistema laser deve essere utilizzato esclusivamente come descritto nel manuale di istruzioni. Nello specifico, devono essere rispettate le indicazioni inerenti sicurezza, funzionamento, manutenzione e mantenimento.

La lavorazione di materiali non metallici, specialmente di materie plastiche e materiali infiammabili o esplosivi.

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

5. La formazione fatta dal Fornitore

A seconda degli accordi commerciali con il cliente, solitamente il fornitore o il produttore esegue una formazione incentrata principalmente sull'uso del laser, in termini di:

- Caricamento materiale da lavorare
- Impostazione del software per gli usi previsti
- Controlli semplici di allineamento luce guida laser (generalmente effettuato tramite pc)
- Manutenzione generica su pulizia della lente, dell'ugello, cambio ugelli
- Regolazione della distanza dell'area di lavoro

75

5. La formazione fatta dal Tecnico/Addetto alla sicurezza del laser

Anche questa è effettuata a seconda degli accordi con il cliente: è una formazione incentrata principalmente sulla **sicurezza nell'uso del laser** per tutelare il lavoratore:

- Si può effettuare tramite RSPP: il TSL forma l'RSPP il quale trasmette tramite slide o la relazione stessa gli esiti della valutazione
- Potrebbe essere fatta dal TSL ai lavoratori, organizzando delle sessioni di formazione con test finale dell'apprendimento
 - Si parla degli effetti sugli organi bersaglio,
 - Come vengono assorbite le diverse lunghezze d'onda dai vari tessuti bersaglio
 - Esiti della valutazione
 - Controlli che devono essere effettuati

76

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

77

6. DPI, Barriere e Schermi

COLLETTIVI

Dispositivi di informazione
 Dispositivi segnaletici
 Dispositivi ingegneristici
 Barriere e schermi
 Procedurali

INDIVIDUALI

Occhiali di protezione
 Guanti o abbigliamento in cotone pesante
 Non presenza dell'addetto



78

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI

Da SUVApro: «Tutto quello che dovete sapere sui DPI»

Il principio STOP determina la sequenza con cui vanno adottati i provvedimenti:

1. **S**ostituzione (misure alternative): sostituzione di procedure di lavoro pericolose con altre non, o meno, pericolose
2. **T**ecnica (misure tecniche): uso di dispositivi di protezione per ridurre l'emissione di radiazioni ottiche
3. **O**rganizzazione (misure organizzative): limitazione della durata di esposizione, formazione, ecc
4. **P**rotezione individuale (DPI): utilizzo di dispositivi di protezione individuale

79

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI

Gli occhiali sono di 2 tipi:

1. Per l'utilizzatore - UNI 207, protezione superiore a UNI 208
2. Per allineamento di sorgenti laser e sistemi laser - UNI 208

Prima di indossare i protettori oculari, l'operatore deve verificare che la lunghezza d'onda del laser sia compresa tra quelle riportate sulle lenti e/o montatura e che l'occhiale non sia danneggiato.

80

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI

La **scelta** è funzione:

- Della λ
- Della potenza della radiazione accessibile

I **requisiti** sono:

- Avere densità ottica sufficiente pr evitare esposizione superiori al VLE
- Essere sufficientemente resistenti per non essere danneggiati dall'esposizione alla radiazione (altrimenti protezione non adeguata): stabilità
- Permettere una buona visibilità

81

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI



Sorgente laser	Potenza	Densità ottica ²
Diodo 808 nm	7.0 W	3.19
CO ₂ 10600 nm	14 W	2.54

82

6. DPI, Barriere e Schermi - Marcatura DPI

Ogni occhiale protettivo ha una marcatura sulla montatura o sui filtri con queste sigle:

- λ garantito
- D = continua
- I = impulsata ($10^{-4} < t < 10^{-1}$)
- R = impulsi giganti (Q-switching $10^{-9} \leq t \leq 10^{-7}$)
- M = impulsi a modo accoppiato (Mode-locking $t \leq 10^{-9}$)
- Numero di graduazione (attenuazione richiesta al filtro per ridurre l'emissione fino a EMP)
- Marchio identificazione del costruttore, rende conto anche della stabilità ottica cioè la resistenza del DPI a varie tipologie di emissione del fascio laser

83

6. DPI, Barriere e Schermi - Marcatura DPI

Quanto proteggono gli occhiali per laser?

Le prove di certificazione garantiscono una protezione per **5 secondi** o **50 impulsi** del fascio diretto

Le esposizioni al fascio diretto sono accidentali → gli occhiali proteggono il tempo necessario a interrompere l'esposizione

Dopo un'esposizione accidentale i DPI dovrebbero essere buttati

84

10 volte SICUREZZA UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Marcatura DPI per lavori di regolazione

I filtri degli occhiali utilizzati non sono sostituibili. La marcatura deve riportare i seguenti dati:

	10 W	$2 \times 10^{-3} \text{ J}$	500-550	RB4	X	ZZ	S
Potenza laser massima	10 W						
Energia massima di impulso		$2 \times 10^{-3} \text{ J}$					
Lunghezza d'onda per la quale è specificato il protettore dell'occhio			500-550				
Numero di graduazione specificato nel prospetto 1				RB4			
Marchio di identificazione del fabbricante					X		
Marchio di certificazione, se applicabile						ZZ	
Simbolo della resistenza meccanica							S

85

85

10 volte SICUREZZA UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Marcatura DPI per lavori di regolazione

Si usano solo nel range del visibile (400 - 700 nm).

I filtri specificati nella norma riducono le radiazioni ai valori definiti per i laser di classe 2.

La norma prevede 5 numeri di graduazione (RB), **nella versione precedente chiamati R.**

La stabilità deve essere verificata per almeno 5 s e per 50 impulsi, nella versione precedente per 10 s e 100 impulsi.

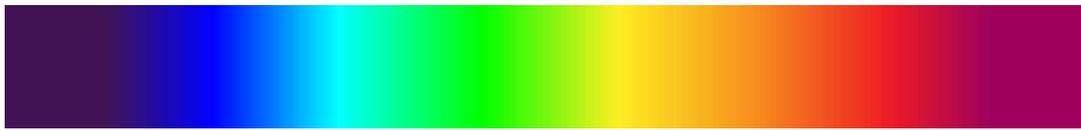
86

86

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI

Percezione dei colori

La visione attraverso i protettori può attenuare o eliminare alcune lunghezze d'onda (colori). Questo effetto può incidere direttamente sui livelli di sicurezza inerenti l'attività lavorativa se questi colori sono gli stessi di indicatori luminosi con significato di sicurezza, quali ad es. luci di avvertimento e di pericolo o di segnali e scritte su display luminosi.



87

6. DPI, Barriere e Schermi - DPI

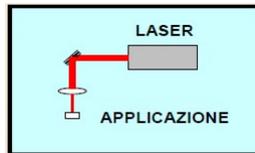
Comfort, portabilità, misura

- A riguardo possono essere espresse soprattutto **opinioni soggettive**: gli operatori laser devono essere consultati prima della scelta definitiva.
- Legame tra comfort, portabilità e durata dell'attività lavorativa.
- Importanza del peso del protettore e della sua distribuzione sui punti di appoggio.
- Eventuali problemi di appannamento delle lenti (alcuni tipi di goggles).
- Misura del DPI (personale).

88

6. DPI, Barriere e Schermi

Le **BARRIERE** sono protezioni fisiche anche di grandi dimensioni che limitano l'estensione di una zona pericolosa. Involucro in cui il laser è segregato.

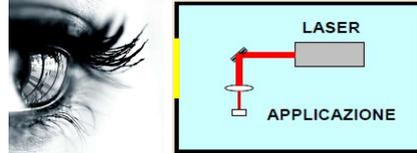


Applicabili a tutte le apparecchiature laser. Le barriere sono soggette alla norma CEI EN 60825-4

←
ATTIVE

←
PASSIVE

Gli **SCHERMI** sono protezioni fisiche di dimensioni limitate che consentono la visione di una zona pericolosa (finestra di ispezione)



Applicabili ad apparecchiature laser con P max 100 W ; H max 30 J/impulso
gli schermi sono soggetti alla norma UNI EN 12254

89

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere CEI EN 60825-4:2007

O involucro attivo

Se nelle condizioni peggiori di funzionamento è in grado di **impedire** la l'emissione di radiazioni di livello superiore all'EMP per mezzo dell'azione di dispositivi (a sicurezza intrinseca) di interruzione automatica della radiazione laser per effetto di sensori od altri automatismi. Il tempo intercorrente tra l'allarme dei sensori della barriera attiva e la perforazione della barriera dovrà essere almeno 5 volte il tempo intercorrente tra l'allarme e la sicura cessazione dell'emissione laser.

Es. ci deve essere un sistema che riconosce la fuoriuscita del laser rispetto al suo tragitto che ne blocca l'emissione ulteriore. Deve essere previsto un segnale acustico o ottico.

O involucro passivo

Se nelle condizioni peggiori di funzionamento è in grado di **mantenere** la sua funzionalità per un tempo minimo almeno tre volte il tempo massimo intercorrente tra due controlli successivi. Nelle macchine automatiche T perforazione = 8 ore



E incidente



E uscente < LEA c1

90

10 volte **SICUREZZA** UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere

CEI EN 60825-4:2007

Prescrizioni di specifica

- Entità e variazione nel tempo di irrad. o esp., ener.
- Durata e tipologia dell'esposizione (cw o imp.)
- Angolo d'incidenza
- Limite inferiore area irradiata
- Tempo di protezione

C.1 Distinzione tra LEP1 e LEP2

Tabella D.1 - Classificazione delle barriere per laser

Classificazione per la prova	Intervallo di ispezione per la manutenzione s	Impiego suggerito per la protezione per laser
T1	30 000	Per macchine automatizzate
T2	100	Per funzionamento con breve ciclo ed ispezione intermittente
T3	10	Per l'ispezione continuativa mediante osservazione

Figura C.1 - Illustrazione della protezione attorno ad una macchina per il trattamento laser

91

91

10 volte **SICUREZZA** UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere

CEI EN 60825-4:2007

Prescrizioni di progettazione

Conformità alla ISO 12100-2 per requisiti generali (EN 292-2 1992):

- Materiali non Infiammabili ($P > 10W$)
- Antideflagranti
- Non generatori di fumi e/o gas tossici
- Non generatori di effetti collaterali

Convalida (§4.2):

- Il costruttore della macchina deve garantire che la barriera soddisfi sia §4.1 che 4.2
- Si veda Allegato A

92

92

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere CEI EN 60825-4:2007

Su intera barriera o adeguato campione condizioni di prova uguali o più gravose dell'esercizio metodo di prova secondo EN 60825-4.

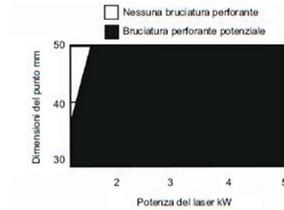


Figura F.12 – Resistenza al danneggiamento di una lastra di policarbonato di 6 mm di spessore, dopo un'esposizione di 100 s a un fascio non focalizzato durante gli esperimenti utilizzando un laser CW a CO₂

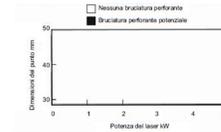


Figura F.11 – Resistenza al danneggiamento di una lastra di policarbonato di 6 mm di spessore, dopo un'esposizione di 10 s a un fascio non focalizzato durante gli esperimenti utilizzando un laser CW a CO₂

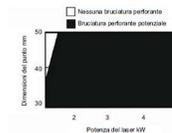


Figura F.12 – Resistenza al danneggiamento di una lastra di policarbonato di 6 mm di spessore, dopo un'esposizione di 100 s a un fascio non focalizzato durante gli esperimenti utilizzando un laser CW a CO₂

93

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere CEI EN 60825-4:2007

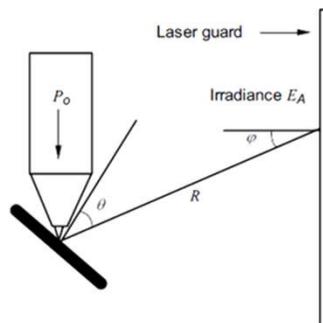


Figure B.1 – Calculation of diffuse reflections

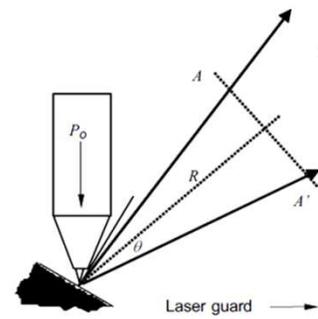


Figure B.2 – Calculation of specular reflections

94

10 volte SICUREZZA UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere

CEI EN 60825-4:2007

Valutazione delle condizioni di esercizio

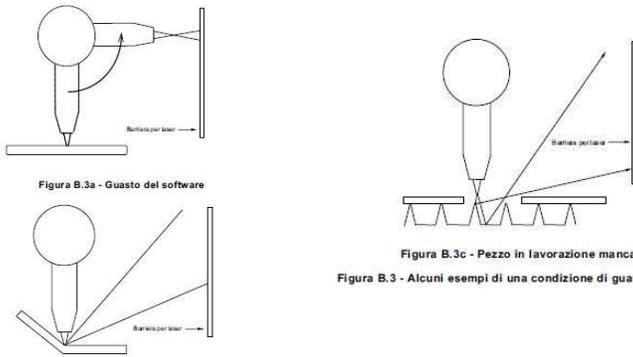


Figura B.3a - Guasto del software

Figura B.3b - Piegatura o fissaggio inadeguato del pezzo in lavorazione

Figura B.3c - Pezzo in lavorazione mancante

Figura B.3 - Alcuni esempi di una condizione di guasto prevedibile

95

95

10 volte SICUREZZA UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Barriere

CEI EN 60825-4:2007

Valutazione delle condizioni di assistenza e manutenzione

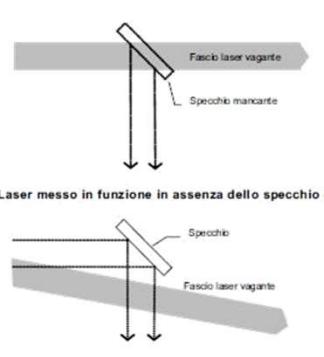


Figura B.4a - Laser messo in funzione in assenza dello specchio di deflessione

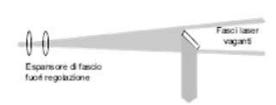


Figura B.4c - Fascio che si espande al di fuori delle ottiche

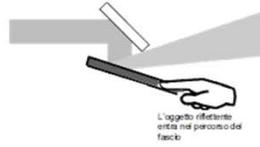


Figura B.4d - Oggetti riflettenti che intercettano il fascio laser

Figura B.4 - Quattro esempi di fasci laser vaganti che potrebbero dover essere contenuti da una barriera temporanea in condizioni di assistenza

96

96

10 volte **SICUREZZA** UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Schermi

UNI EN 12254

Figure 1 – Example for the marking of screens for protection against laser radiation

If not tested with low repetition rates (≤ 25 Hz), the suffix Y shall be added to the scale number, e.g. R AB7Y.

If the screen provides protection in a wavelength range, the latter shall be marked in nanometres as given in the following example for the range 180 nm to 315 nm: 180 - 315.

The manufacturer identification mark may consist of one or more letters or symbols.

97

10 volte **SICUREZZA** UNIS&F

6. DPI, Barriere e Schermi - Schermi

UNI EN 12254

I **controlli procedurali e amministrativi** sono metodi o istruzioni che specificano regole e pratiche di lavoro al fine di garantire la sicurezza degli operatori.

I controlli procedurali e amministrativi devono essere applicati solo ai laser e sistemi laser di Classe 3B e 4.

Per laser e sistemi laser di classe 4 l'utente deve disporre di una **PSO (Procedura Operativa Standard)** in lingua italiana la **PSO** deve essere esposta presso l'installazione laser come riferimento per l'operatore. Le procedure devono riguardare:

- Procedure standard di lavoro
- Procedure di Allineamento
- Procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria
- Procedure d'uso per occhiali
- Procedure per addetti temporanei e per visitatori

98

6. DPI, Barriere e Schermi - Norme Americane

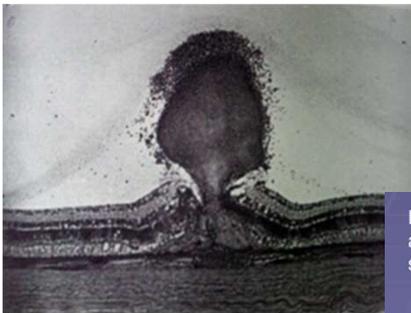
Gli standards ANSI non prevedono dei test di resistenza come le UNI e pertanto non garantiscono di resistere ad una emissione di durata di 5 s o 50 impulsi.

**Occhiali che rispondono a queste norme
non possono essere accettati
dal TSL/ASL come DPI di protezione**

99

6. DPI, Barriere e Schermi

Quando falliscono o non ci sono



Esposizione accidentale:
effetti non lineari

Rottura esplosiva della retina con emorragia nell'umor vitreo dovuta a laser Nd:YAG Q-switched con $E=105,4$ mJ esposizione ad un singolo impulso a 100 m

Xu Jiemin et al. – Health Physics Vol. 56, No. 5 (1989)

100

6. DPI, Barriere e Schermi

Quando le condizioni operative sono diverse dal previsto

RUSSIA (2008): «Accecati dal laser al concerto di musica tecno»

L'incidente è accaduto a Kirzhach, una cittadina a 190 km da Mosca, durante un festival all'aperto che prevedeva l'uso del raggio laser per comporre giochi e scritte nel cielo. Il maltempo, tuttavia, ha costretto gli organizzatori a montare un tendone: in questo modo i raggi laser invece di disperdersi nello spazio sono stati deviati sul pubblico. Danni permanenti alla vista per una trentina di ragazzi: resteranno ciechi.

Valutazione dei rischi non effettuata o effettuata in condizioni diverse da quelle operative

SALERNO (2001): «Il laser prende fuoco nella trachea, muore tra atroci sofferenze»

La cannula per l'ossigeno è venuta a contatto con il raggio laser e ha preso fuoco. Probabilmente si è verificata anche una mini-esplosione nel petto quando il laser ha surriscaldato l'ossigeno contenuto nella cannula che consentiva la ventilazione forzata e la respirazione all'uomo che era in anestesia totale. Secondo una prima ricostruzione, mentre l'equipe chirurgica stava ultimando l'intervento utilizzando il laser, all'improvviso il catetere introdotto nella trachea del paziente per consentirgli di respirare ha preso fuoco. Dopo l'autopsia il magistrato ha chiesto di accertare se la morte del paziente fosse da attribuire ad un uso errato del laser, e se la cannula usata per l'ossigenazione durante l'anestesia fosse stata di materiale resistente al calore del laser. Occorre stabilire inoltre se il fascio di luce del laser fosse stato indirizzato per errore verso la cannula stessa.

La fibra deve uscire dall'endoscopio prima di essere attivata per evitare che questo si bruci.

101

6. DPI, Barriere e Schermi

Quando le procedure non vengono seguite

NEW YORK (1988): «Dramma in ospedale USA: una donna ustionata dal laser»

Dramma in una sala operatoria di New York: un raggio laser è sfuggito al controllo dei chirurghi durante una operazione al cervello sfigurando la paziente e provocando un pericoloso incendio. Le fiamme sono divampate mentre i chirurghi stavano completando la rimozione di un tumore dal cervello della paziente. Il minuscolo raggio laser, attivato per errore, ha gravemente ustionato la donna alla faccia, al collo e al petto incendiando poi alcuni tessuti plastici presenti nella sala operatoria. I medici hanno dovuto interrompere l'operazione per combattere contro le fiamme, che sono state domate nel giro di pochi minuti. "Poteva andare peggio" ha commentato un portavoce dell'ospedale "il raggio ha sfiorato le bombole d'ossigeno usate nell'intervento". Si è rischiesta un'esplosione. La paziente, che ha avuto ustioni nel sette per cento del corpo, viene definita in buone condizioni.

Controllare che il laser sia in *stand-by*, e non in *ready*, fino a quando non inizia l'intervento

Emilia Romagna (2011): «Quasi incidente in sala operatoria»

Durante un intervento ortopedico con il laser, sono state impostate area e potenza di trattamento e il laser è stato messo in emissione. Dopo pochi secondi il pannello di scansione dell'area di trattamento si è ridotto ad un punto fisso procurando una bruciatura del lenzuolo su cui era posto l'arto da trattare. Non ci sono state conseguenze per il paziente.

Controllare che il laser sia in *stand-by*, e non in *ready*, fino a quando non inizia l'intervento

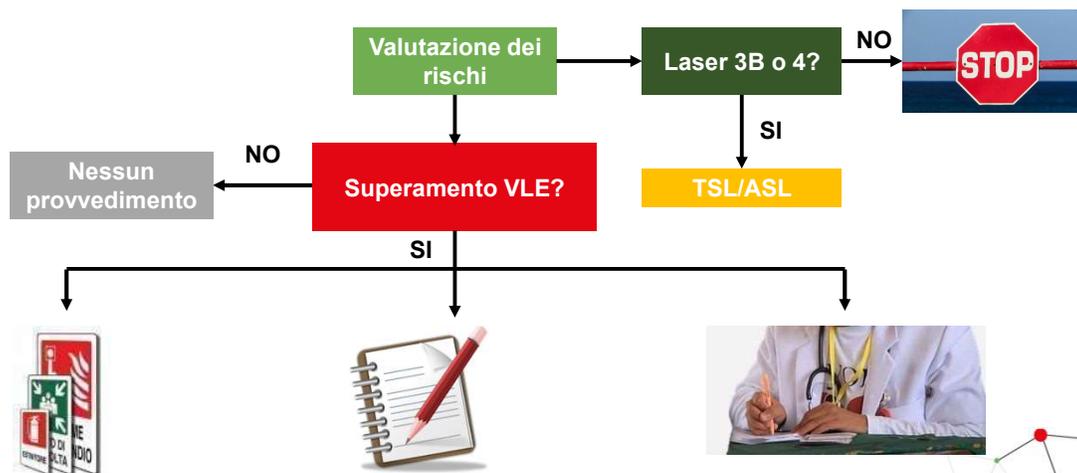
102

Sommario

1. Inquadramento normativo: dalla direttiva Europea al d. Lgs. 81/08
2. Le norme tecniche, come si inseriscono nella normativa italiana (principali argomenti della norma)
 - 2.1 - obblighi per il produttore
 - 2.2 - per i datori di lavoro
3. Quali tipi di laser si trovano nelle aziende?
4. Il manuale... questo sconosciuto
5. La formazione del fornitore e formazione specifica per la sicurezza laser: quali differenze?
6. Schermi laser, barriere laser ed occhiali
7. Il Tecnico Sicurezza Laser, quando è necessario? Perché è necessario?

103

7. Il Tecnico Sicurezza Laser: quando e perché?



104

7. Il Tecnico Sicurezza Laser: quando e perché?

Collabora al mantenimento delle condizioni di sicurezza



105

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Quando è necessario? Perché è necessario?

1. Effettua o recepisce il censimento delle sorgenti presenti nella struttura e la mantiene aggiornata. In ambito Sanitario non è possibile affidarsi unicamente agli elenchi presenti nei servizi di Ingegneria Clinica per vari motivi:
 - Spesso non sono aggiornati
 - In molti casi il laser entra direttamente in reparto grazie a un accordo diretto tra il primario e il fornitore
 - Alcune apparecchiature contenenti laser di classe di rischio anche elevata vengono memorizzate con il nome dell'apparecchiatura stessa (es microscopio confocale) senza menzionare il laser in essa contenuto.
 - Anche usando tali elenchi come punto di partenza, si rende quindi necessario effettuare dei sopralluoghi nei diversi reparti per verificare di persona l'esistenza o meno di sorgenti.
 - Redigere la **SCHEDA DI SOPRALLUOGO**

106

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Quando è necessario? Perché è necessario?

2. Acquisisce le **planimetrie**, indica la posizione e le caratteristiche dei locali di installazione rispetto allo stabile e della posizione della sorgente al loro interno:
 - controllare presenza di finestre
 - presenza superfici riflettenti
3. Definisce i **locali di utilizzo e la loro idoneità** prima dell'acquisto del laser, una volta note le caratteristiche del laser in arrivo e le sue modalità di funzionamento: prima misura operativa semplice da realizzare ma che elimina alcune possibili situazioni di rischio di esposizione indebita: è opportuno, infatti, posizionare il laser all'interno del locale di utilizzo in modo tale che il fascio non sia diretto verso gli accessi al locale stesso, così che l'operatore che entra per far fronte a una situazione di emergenza non possa essere colpito involontariamente dalla radiazione laser.

107

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Quando è necessario? Perché è necessario?

4. Acquisisce i dati caratteristici e tecnici del laser:
 - dati di targa sul laser
 - caratteristiche riportate nel manuale: divergenza, pericoli, ecc.
5. Analizza le situazioni operative e le modalità di utilizzo del laser da parte degli operatori. A questo scopo è utile assistere almeno una volta ad un intervento tipo per rendersi conto di come l'operatore usa il laser, se è necessario siano presenti altri assistenti durante l'intervento o lavorazione e, in caso affermativo, come gli addetti si distribuiscono attorno al primo operatore e allo strumento e il ruolo svolto di ciascuno di essi. Tutte queste informazioni permettono di limitare al minimo indispensabile le persone che devono necessariamente stare in prossimità del laser e di confinare con opportune barriere (teli in cotone, separé) la zona in cui è possibile che si verifichi un superamento dei valori limite di esposizione.

108

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Quando è necessario? Perché è necessario?

6. Uso dello stesso laser per finalità differenti con diversi operatori
7. I **rischi diretti**, dovuti alla pericolosità intrinseca dell'apparecchiatura, sono diversi a seconda della modalità di emissione e di utilizzo del laser
8. Anche l'ambiente in cui l'apparecchiatura è utilizzata (locale, situazioni operative) può essere fonte indiretta di rischi (es. rischio atex, incendio, rumore, etc.)
9. È importante, al fine di ridurre i rischi, conoscere il livello di conoscenza degli operatori (ruolo, formazione): **circa l'80% degli infortuni è determinato da comportamenti insicuri degli operatori dovuti alla scarsa percezione dei rischi conseguente alla limitata conoscenza delle apparecchiature e della loro gestione.**

109

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Chi è?

Il D.Lgs. richiama le norme CEI -> CEI 60825-14 (CEI 76-11) «Sicurezza degli apparecchi laser Parte 14: Guida per l'utilizzatore» par. 3.2 - **Persona Competente**

- Competenze
- Conoscenze
- Esperienze

Sufficienti in merito alle questioni rilevanti per la sicurezza del laser e fornire indicazioni per la riduzione del rischio.

Personale qualificato

La consulenza e l'assistenza di una persona competente sono spesso necessarie solo temporaneamente, ad esempio quando si stabiliscono per la prima volta adeguate misure di controllo protettive o quando si valuta il rischio prima di modifiche significative alle procedure o alle attrezzature. **Par. 3.9 - Tecnico Sicurezza Laser**

Se nelle aziende si hanno classe 3B o classe 4, ma anche Classe 1M e Classe 2M



110

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Chi è?

Il responsabile della sicurezza si occupa delle questioni di sicurezza laser. È responsabilità del datore di lavoro assicurarsi che la persona nominata responsabile della sicurezza laser abbia competenza e capacità sufficienti per svolgere questo ruolo in modo soddisfacente.

Se necessaria, deve essere fornita una formazione adeguata.

Le funzioni del responsabile della sicurezza laser potrebbero essere al minimo:

- a) essere a conoscenza e, se del caso, conservare registri di tutti i prodotti laser potenzialmente pericolosi (tra cui l'identificazione, le specifiche, la classe e lo scopo del prodotto laser, l'ubicazione del prodotto laser ed eventuali requisiti speciali o restrizioni relativi al suo utilizzo);
- b) la responsabilità di monitorare la conformità con le procedure dell'organizzazione per garantire un uso sicuro del laser

Il ruolo di Laser Safety Officer (LSO) raramente deve essere un incarico a tempo pieno, soprattutto se sia stata nominata una Persona Competente e che esso sia un dipendente dell'organizzazione interessata (opzione preferibile quando c'è uso di laser ampio e vario), allora la Persona Competente può anche essere il Responsabile della Sicurezza Laser.

111

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Chi è?

La normativa italiana in quanto richiamante le norme IEC prevede due addetti alla sicurezza:

- l'**ASL** per le applicazioni mediche
- il **TSL** per le rimanenti applicazioni: in campo industriale, di ricerca e nei settori civili e ambientali

In linea di principio, pur essendo simili i compiti da assicurare ai fini della sicurezza, tuttavia la valutazione dei rischi, le procedure ed i controlli da applicare devono essere mirati all'impiego dell'apparecchiatura laser e potrebbero presupporre competenze e conoscenze differenti per i due addetti alla sicurezza.

112

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Che conoscenze ha?

Essendo i rischi per gli operatori derivanti dall'impiego di apparecchiature laser essenzialmente indipendenti dallo scopo finale dell'utilizzo, sia esso industriale, di ricerca o medico, le conoscenze di base sono comuni per entrambi gli addetti alla sicurezza.

È necessario che ASL e TSL conoscano:

1. Lo spettro elettromagnetico della radiazione ottica.
2. Le appropriate unità di misura (termini radiometrici e fotometrici).
3. I principi di funzionamento delle sorgenti laser.
4. Le caratteristiche di emissione della radiazione laser.
5. Le modalità di interazione della radiazione ottica con il tessuto biologico (effetti fototermici, fotoacustici, fotoablativi, fotochimici).
6. La fisiologia dei tessuti a rischio e gli effetti dell'esposizione alla radiazione laser.
7. I limiti di Esposizione Massima Permissa e i Limiti di Emissione Accessibile (EMP e LEA).
8. La classificazione delle apparecchiature laser.

113

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Che conoscenze ha?

9. Rischi diretti e indiretti.
10. Caratteristiche dei dispositivi di protezione collettivi e individuali.
11. Le normative nazionali e internazionali sulla sicurezza laser e le linee guida inerenti
12. I concetti di differenziazione per le classi di laser e le loro caratteristiche.
13. Come valutare le zone di rischio laser.
14. Come valutare i dispositivi di protezione.
15. Le procedure di allineamento dei sistemi laser impiegati.
16. Le applicazioni laser utilizzate nella zona affidata al suo controllo.

Le conoscenze **dai punti 1 a 10** si ritiene che debbano essere un bagaglio culturale anche per gli utilizzatori non medici delle apparecchiature laser.

114

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Cosa fa?

La norma IEC 60825-1 definisce il Laser Safety Officer (L.S.O.), ma i compiti relativi a questa figura sono nella norma CEI 76-6:

- supportare e consigliare il Datore di Lavoro o il Responsabile Legale per quanto riguarda l'uso sicuro dell'apparecchiatura laser e le misure di protezione
- cooperare direttamente con gli utilizzatori dei laser
- valutare i rischi nella zona di trattamento laser e determinare la zona nominale di rischio oculare, incluso quella "estesa" nel caso sia possibile l'uso di strumenti ottici
- scegliere o avallare i dispositivi di protezione individuale
- partecipare all'aggiornamento (**informazione e formazione**) del **personale** che lavora con il laser sui rischi e le misure di sicurezza
- partecipare al controllo e, se del caso, **all'accettazione dell'apparecchio** laser in base alle regolamentazioni nazionali

115

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Cosa fa?

- verificare che sia predisposta ed esposta presso l'installazione una Procedura Standard operativa in lingua italiana
- verificare che la manutenzione e l'impiego dell'apparecchio siano effettuati da persone addestrate e qualificate a tal fine
- verificare che le misure di protezione attive e passive siano efficienti
- segnalare a chi di competenza imperfezioni o guasti dell'apparecchio laser;
- analizzare infortuni e incidenti che riguardano il laser e intraprendere azioni atte a evitare che l'incidente o l'infortunio possa verificarsi di nuovo, d'intesa col M.C.;
- effettuare prove di assicurazione di qualità (almeno in fase di visita periodica di controllo)

116

7. Il Tecnico Sicurezza Laser ASL

Ai fini della sicurezza all'impiego di apparecchi laser per uso diagnostico e/o terapeutico, in particolare **l'ASL deve conoscere**:

1. Le principali applicazioni diagnostiche e terapeutiche.
2. Le caratteristiche di emissione delle principali apparecchiature laser per impiego diagnostico/terapeutico.
3. I pericoli provocati dalla riflessione o dall'assorbimento del fascio laser rispetto dallo strumentario o sostanze presenti in sala operatoria.
4. Le precauzioni per assicurare che l'esposizione della pelle e degli occhi del personale e, se del caso, del paziente sia inferiore ai livelli massimi permessi.
5. I pericoli per il paziente associati alle procedure di trattamento e i metodi per la riduzione del rischio.

117

7. Il Tecnico Sicurezza Laser ASL

6. I rischi che possono derivare dal funzionamento dei laser, quali rischi elettrici, chimici, di incendio, d'uso di agenti criogenici e di materiali cancerogeni, da contaminazione atmosferica per fumi e frammenti di tessuto, da radiazione collaterale.
7. Come gestire casi sospetti di esposizione accidentale.
8. I principi di assicurazione di qualità.
9. Le modalità di misura e di controllo dei parametri di emissione e dei sistemi di sicurezza delle sorgenti laser.
10. Le procedure e i mezzi di controllo dei rischi.
11. Le normative nazionali, internazionali e le linee guida corrispondenti.

118

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Utilizzatori medici

La normativa nazionale CEI 76-6 prevede, al punto 3.1 e successiva nota, che “in piccoli ambulatori” il ruolo di **ASL** possa essere assunto dall'utilizzatore PROFESSIONISTA, purché abbia le competenze necessarie.

In effetti, è responsabilità del professionista che utilizza il laser essere a conoscenza delle prescrizioni per un uso sicuro e assumersi le responsabilità amministrative dell'ASL. Ciò significa che questi dovrebbe essere responsabile, tra l'altro, della Zona Laser Controllata, della segnaletica, del corretto utilizzo degli occhiali di protezione e delle altre misure di sicurezza sia per il paziente sia per il personale, della manutenzione e delle altre operazioni necessarie per un funzionamento sicuro dell'apparecchio laser che sta utilizzando.

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Utilizzatori medici

È parere del Giudice del Lavoro che i **medici utilizzatori** debbano seguire un corso di formazione con attestato finale della durata di almeno 25 ore che contempili i seguenti argomenti:

1. Lo spettro elettromagnetico della radiazione ottica.
2. Le appropriate unità di misura (termini radiometrici e fotometrici).
3. I principi di funzionamento delle sorgenti laser.
4. Le caratteristiche di emissione della radiazione laser.
5. Le modalità di interazione della radiazione ottica con il tessuto biologico (effetti fototermici, fotoacustici, fotoablativi, fotochimici).
6. Gli effetti dell'esposizione alla radiazione laser.
7. I limiti di Esposizione Massima Permissa e i Limiti di Emissione Accessibile (EMP e LEA).

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Utilizzatori medici

8. La classificazione delle apparecchiature laser.
9. Caratteristiche dei dispositivi di protezione collettivi e individuali.
10. Le normative generali nazionali e internazionali sulla sicurezza laser.
11. I concetti di differenziazione per le classi di laser.
12. Come valutare le zone di rischio laser.
13. Come valutare i dispositivi di protezione.
14. Le principali applicazioni diagnostiche e terapeutiche.
15. Le caratteristiche di emissione delle principali apparecchiature laser per impiego diagnostico/terapeutico.
16. Pericoli provocati dalla riflessione o dall'assorbimento del fascio Laser rispetto dallo strumentario o sostanze presenti in sala operatoria.

121

7. Il Tecnico Sicurezza Laser

Utilizzatori medici

17. Le precauzioni per assicurare che l'esposizione della pelle e degli occhi del personale e, se del caso, del paziente sia inferiore ai livelli massimi permessi.
18. I pericoli per il paziente associati alle procedure di trattamento e i metodi per la riduzione del rischio.
19. I rischi che possono derivare dal funzionamento dei laser, quali rischi elettrici, chimici, di incendio, d'uso di agenti criogenici e di materiali cancerogeni, da contaminazione atmosferica per fumi e frammenti di tessuto, da radiazione collaterale.
20. Come gestire casi sospetti di esposizione accidentale.
21. **Per quanto riguarda gli aspetti inerenti il piano di ispezione, previsto all'Allegato E punto E1 della Norma CEI 76.6, il medico utilizzatore nei piccoli ambulatori può delegare all'effettuazione delle prove una persona qualificata ad eseguirle.**

122

7. Il Tecnico Sicurezza Laser TSL

Ai fini della sicurezza all'impiego di apparecchi laser per uso industriale, di ricerca e nei settori civili e ambientale, in particolare **il TSL deve conoscere**:

1. Le principali applicazioni industriali, della ricerca e nei settori civili e ambientali.
2. I principi di assicurazione qualità.
3. Le misure di sicurezza appropriate a seconda della classe di rischio del sistema laser.
4. I rischi che possono derivare dal funzionamento dei laser, quali i rischi elettrici, chimici, di incendio, d'uso di agenti criogenici e di materiali cancerogeni, da contaminazione atmosferica, da radiazione collaterale.
5. Le procedure e mezzi di controllo dei rischi.
6. Le modalità di misura e di controllo dei parametri di emissione e dei sistemi di sicurezza delle sorgenti laser.

123

10 volte **SICUREZZA**
6^a edizione

Grazie per l'attenzione

124