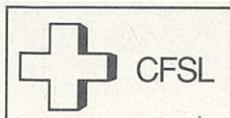


Soppressa dal 29.03.2001



Commissione federale di coordinamento
per la sicurezza sul lavoro

Edizione 7.90

Direttive

No 6502

Radiazione laser

Sommario

pagina

1	Campo d'applicazione	3
2	Definizione	3
2.1	Apparecchiature laser	3
2.2	Laser	3
2.3	Classi laser	3
2.4	Etichettatura	3
2.5	Apparecchiature laser schermate	4
2.6	Esposizione massima permessa (EMP)	4
2.7	Zona laser	4
3	Generalità	4
3.1	Obbligo d'ammissione per apparecchiature laser	4
3.2	Documentazione tecnica da produrre	5
3.3	Documentazione per l'esercizio e la manutenzione	5
4	Costruzione ed equipaggiamento	5
4.1	Regole della tecnica	5
4.2	Classificazione ed etichettatura	5
4.3	Obiettivi della sicurezza per le singole classi laser	5
4.4	Involucro di protezione, scelta della classe laser	6
4.5	Controllo della schermatura	6
4.6	Funzionamento in servizio normale	6
4.7	Sicurezza contro inserimenti	7
4.8	Connettori per circuiti di sicurezza esterni	7
4.9	Visualizzazione delle funzioni operative	7

4.10	Modifiche	7
4.11	Manutenzione e riparazione	7
5	Esercizio	7
5.1	Generalità	7
5.2	Laser delle classi 1, 2 e 3A	8
5.3	Laser delle classi 3B e 4	8
5.4	Apparecchiature laser nel processo di produzione	9
6	Manutenzione e rimessa in esercizio	10
6.1	Controllo delle installazioni di protezione	10
6.2	Rimessa in esercizio	10
7	Protezione dell'ambiente	10
	Osservazioni	11
	Commenti	14

Le presenti direttive si basano sulla norma internazionale CEI, pubblicazione 825, prima edizione 1984, armonizzata quale norma europea CENELEC HD 482 SI e di conseguenza valevole anche per la Svizzera.

1* Campo d'applicazione

Le disposizioni delle presenti direttive valgono per la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di apparecchiature laser. Si riferiscono unicamente ai rischi derivanti dalla radiazione laser. Per altri pericoli insiti nell'esercizio di apparecchiature laser, occorre osservare le specifiche disposizioni di sicurezza – specialmente la norma internazionale CEI-820 sulla sicurezza della parte elettrica delle installazioni laser.

Campo d'applicazione

Sicurezza elettrica

2 Definizione

2.1 Apparecchiature laser

Per apparecchiature laser si intendono, ai sensi delle presenti direttive, tutti i sistemi tecnici che, conformemente alla cifra 2.2, sono costituiti da laser o hanno dispositivi laser come elementi integrati.

Apparecchiature laser

2.2* Laser

Per laser si intendono, ai sensi delle presenti direttive, tutte le apparecchiature atte a produrre o ad amplificare onde elettromagnetiche coerenti primariamente, attraverso il processo di emissione del tipo controllato e stimolato.

Laser

2.3* Classi laser

A seconda della pericolosità della radiazione accessibile, le apparecchiature laser vengono attribuite alle classi laser 1, 2, 3A, 3B o 4 conformemente alla norma CEI-825 risp. SEV/ASE 3669.1988.

Classi laser

2.4* Etichettatura

L'etichettatura applicata sulle apparecchiature laser serve a indicare l'attribuzione alle relative classi nonché le regole di comportamento.

Etichettatura

2.5 Apparecchiature laser schermate

Apparecchiature laser schermate

Un'apparecchiatura laser è da considerare schermata se la radiazione accessibile è stata circoscritta mediante misure costruttive appropriate, in modo tale da poter attribuire l'apparecchiatura laser a una classe laser inferiore a quella corrispondente ai valori effettivi del laser incorporato nell'apparecchiatura stessa.

Per le apparecchiature laser schermate si fa la distinzione fra esercizio normale ed esercizio particolare.

Esercizio normale

In esercizio normale l'apparecchiatura laser soddisfa la funzione per la quale è stata prevista e costruita.

Esercizio particolare

Comprende tutti gli altri generi d'esercizio quali manutenzione, eliminazione di guasti, registrazione, programmazione, collaudi di prova, misurazioni di controllo, sostituzione dei pezzi lavorati, ecc.

2.6* Esposizione massima permessa (EMP)

Esposizione massima permessa (EMP)

L'esposizione massima permessa è il valore limite per radiazioni laser al quale le persone possono esporsi senza subire lesioni agli occhi e alla pelle.

2.7 Zona laser

Zona laser

Per zona laser si intende quella zona entro la quale l'esposizione massima permessa per gli occhi viene superata rispettivamente dal raggio laser o dalla sua deviazione accidentale.

3 Generalità

3.1* Obbligo d'ammissione per apparecchiature laser

Obbligo d'ammissione per apparecchiature laser

Le apparecchiature laser che vengono messe in circolazione in Svizzera sono soggette ad ammissione conformemente all'ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (art. 6),

risp. all'ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione soggetti ad ammissione (art. 1).

La procedura d'ammissione avviene tramite l'ispettorato federale degli impianti a corrente forte, sulla base di esame del tipo da parte di un riconosciuto laboratorio di prova.

3.2 Documentazione tecnica da produrre

A richiesta va presentata all'istanza di controllo incaricata secondo la lista LSIT, l'intera documentazione necessaria per giudicare l'apparecchiatura laser dal punto di vista tecnico di sicurezza.

Documentazione tecnica da produrre

3.3 Documentazione per l'esercizio e la manutenzione

Chi utilizza un'apparecchiatura laser e chi si occupa della sua manutenzione deve farlo in modo che la sicurezza sul lavoro sia garantita. Le relative istruzioni devono essere messe a sua disposizione nella lingua ufficiale svizzera d'uso comune nell'azienda utilizzatrice.

Documentazione per l'esercizio e la manutenzione

4 Costruzione ed equipaggiamento

4.1* Le apparecchiature laser devono rispettare le regole tecniche riconosciute in materia di sicurezza ed essere congegnate in modo che, usando della dovuta diligenza, il loro impiego appropriato non metta in pericolo la vita o la salute.

Regole della tecnica

4.2* Le apparecchiature laser devono essere classificate e contrassegnate.

Classificazione ed etichettatura

4.3* Le singole classi laser devono soddisfare le condizioni seguenti:

Obiettivi della sicurezza per le singole classi laser

Classe 1

I laser della classe 1 devono essere innocui (intrinsecamente sicuri) anche in caso di errori di manipolazione o se si usano mezzi ottici.

Classe 2

Il puntare gli occhi direttamente sul raggio laser non deve causare alcun danno, anche se si ricorre a mezzi ottici. In proposito, si presuppone che il riflesso di chiusura delle palpebre non venga volutamente soppresso.

Classe 3A

I laser della classe 3A devono soddisfare le esigenze di cui alla classe 1 se si tratta di radiazioni invisibili e le esigenze di cui alla classe 2 se si tratta di radiazioni visibili. In proposito, si presuppone che non vengano utilizzati mezzi ottici.

Classe 3B

I laser ad emissione continua della classe 3B non devono emettere più di 0.5 watt. Il puntare gli occhi su riflessi diffusi non deve causare alcun danno.

Classe 4

Tutti i laser che non soddisfano le condizioni di cui alle classi laser 1, 2, 3A o 3B, sono da attribuire alla classe laser 4.

Involucro di protezione
Scelta della classe laser

4.4* Ogni apparecchiatura laser deve essere provvista di un involucro di protezione tale da rendere accessibile solo la radiazione strettamente necessaria. La classe laser di questa radiazione accessibile deve risultare la più bassa possibile.

Controllo della schermatura

4.5* Il funzionamento delle apparecchiature laser schermate (cfr. 2.5) in esercizio normale, ossia utilizzate per lo scopo cui sono destinate, deve essere possibile solo a schermatura chiusa.

Funzionamento in servizio normale

4.6 Le apparecchiature laser schermate, ogni qualvolta se ne rimuova la schermatura, devono poter essere rimesse in esercizio normale solo agendo sul relativo dispositivo di comando. Il reinserimento deve essere consentito solo se tutti gli elementi della schermatura sono stati riportati nella loro posizione iniziale.

4.7 Per le apparecchiature laser delle classi 3B e 4 occorre impedire la messa in esercizio dell'apparecchiatura laser da parte di persone non autorizzate.

Sicurezza
contro
inserimenti

4.8* Le apparecchiature laser delle classi 3B (a partire da 5 mW) e 4 devono disporre, oltre al dispositivo di comando, di un connettore atto a ridurre o interrompere il raggio laser per mezzo di elementi di sicurezza esterni. Se questo connettore non risulta connesso, il laser non deve emanare nessuna radiazione oppure la radiazione emanata non deve superare i valori limite previsti per le classi 1, 2 o 3A.

Connettori per
circuiti di sicu-
rezza esterni

4.9* Le apparecchiature laser appartenenti alle classi 3B e 4 devono disporre di dispositivi atti a visualizzare chiaramente le funzioni operative.

Visualizzazione
delle funzioni
operative

4.10 Chi intende modificare le apparecchiature laser oppure usarle non secondo i dati del costruttore, è tenuto a riclassificarle. Le istruzioni per l'uso devono essere adattate alla nuova situazione.

Modifiche

4.11* I lavori di manutenzione e riparazione devono poter essere eseguiti senza pericolo.

Manutenzione
e riparazione

5 Esercizio

5.1 Generalità

1* Le apparecchiature laser devono essere collocate e installate in modo da poterle azionare in qualsiasi momento senza correre pericolo. I dispositivi di comando sono da collocare in modo che l'operatore non rimanga esposto al pericolo della radiazione.

Ubicazione
dei dispositivi
di comando

2* Le apparecchiature laser devono essere utilizzate secondo le indicazioni e le istruzioni del costruttore, risp. dell'organo responsabile di cui alla cifra 4.10.

Esercizio

3* Chi è addetto all'apparecchiatura laser va istruito a fondo sul modo corretto di usare l'apparecchiatura laser, i dispositivi di protezione e i mezzi di protezione personali.

Istruzione

5.2 Laser delle classi 1, 2 e 3A

Classe 1	1 Per le apparecchiature laser della classe 1 non sono richiesti speciali provvedimenti di sicurezza.
Apparecchiature laser schermate	2 Se alle apparecchiature laser schermate occorre eseguire lavori, durante i quali bisogna rendere accessibile la radiazione laser altrimenti schermata, la sicurezza di un tale esercizio particolare deve essere garantita conformemente alle disposizioni di cui alla cifra 5.3.
Provvedimenti di sicurezza	3* Le apparecchiature laser delle classi 2 e 3A devono essere messe in opera, risp. fissate alle macchine in modo tale che sia gli operatori sia i terzi non vengano abbagliati né dal raggio diretto, né dalle riflessioni speculari. L'esistenza di questi pericoli deve essere resa nota alle persone estranee mediante appositi segnali di sicurezza, così da evitare che esse abbiano a puntare gli occhi sul raggio laser.

5.3 Laser delle classi 3B e 4

Sorveglianza della zona laser	1* L'utilizzatore delle apparecchiature laser delle classi 3B e 4 deve provvedere affinché nessuno possa rimanere irradato in modo inammissibile. Egli deve adottare tutti i provvedimenti adatti alle circostanze così da rendere impossibile alle persone non autorizzate di invadere la zona laser.
Equipaggiamento personale di protezione	2* L'utilizzatore delle apparecchiature laser delle classi 3B e 4 deve provvedere affinché le persone occupate nella zona laser dispongano del necessario equipaggiamento di protezione. Le persone che lavorano nella zona laser di apparecchiature laser delle classi 3B e 4 devono proteggersi contro radiazioni inammissibili facendo uso di un equipaggiamento personale di protezione.
Dispositivo di disinnesto supplementare	3 Le apparecchiature laser della classe 4, quando sono estese e non controllabili per visione diretta, devono disporre di almeno un dispositivo di disinnesto supplementare da collocare a un'adeguata distanza dalla zona laser.

5.4 Apparecchiature laser nel processo di produzione

1* Durante l'impiego di apparecchiature laser nella produzione, il raggio laser usato per la lavorazione ad esercizio normale non deve essere accessibile. Se l'ottica di lavorazione non è completamente rinchiusa nella schermatura, occorre che con la scelta del procedimento di lavorazione risp. del materiale da trattare sia garantito che né il raggio diretto né la sua riflessione speculare possa fuoriuscire nel locale.

Raggio laser per lavorazione

2 Le apparecchiature laser, quando vengono impiegate nel processo di produzione, devono essere costruite, per quanto possibile, in modo tale da rimanere schermate anche in caso di esercizio particolare.

Esercizio particolare

3 In esercizio particolare, le apparecchiature laser, che sono usate nel processo di produzione, devono essere protette individualmente contro manipolazioni estranee, facendo ricorso a interruttori di sicurezza: per esempio con un lucchetto personale.

Interruttore di sicurezza

4* In esercizio normale, le apparecchiature laser, usate nella produzione e aventi lunghezze d'onde inferiori a 1400 nanometri, non devono causare la fuoriuscita di radiazione diffusa nel locale.

Radiazione diffusa

5* Le persone che lavorano con macchine operatrici laser devono proteggersi dalle irradiazioni secondarie inammissibili (radiazioni ultraviolette, luminose e termiche) facendo uso di un equipaggiamento personale di protezione.

Radiazione secondaria

6* L'utilizzatore di macchine operatrici laser deve provvedere affinché il personale non venga esposto al pericolo di vapori, polveri, gas e fumi che si sprigionano durante la lavorazione.

Protezione da vapori, polveri, gas e fumi

7 Per i laser pilota (o di puntamento) eventualmente esistenti (radiazione di riferimento visibile) sono da osservare le disposizioni di cui alle cifre 5.2 risp. 5.3

Laser pilota

6 Manutenzione e rimessa in esercizio

Controllo delle
installazioni di
protezione

6.1* Le apparecchiature laser devono essere sottoposte a manutenzione secondo le indicazioni e le istruzioni del fabbricante risp. dell'organo competente conformemente alla cifra 4.10. Si deve controllare periodicamente l'efficienza delle installazioni di protezione.

Rimessa in
esercizio

6.2 In caso di una messa fuori esercizio prolungata dell'apparecchiatura laser o di un suo spostamento bisogna provvedere, prima di rimetterla in funzione, a controllarla e, se necessario, a rimetterla in sesto in modo da garantire in qualsiasi momento la sicurezza delle persone.

7 Protezione dell'ambiente

Protezione
dell'ambiente

L'utilizzatore deve provvedere nell'ambito delle vigenti prescrizioni sulla protezione dell'ambiente affinché i filtri sostituiti e i componenti del laser, quali l'ottica, gli specchi, gli eventuali riduttori del fascio, i catodi, ecc. vengano trattati ed eliminati a regola d'arte.

Luglio 1990

Commissione federale
di coordinamento
per la sicurezza sul lavoro

Fonte di ordinazione:

Commissione federale
di coordinamento
per la sicurezza sul lavoro
Ufficio direttive
Fluhmattstrasse 1
Casella postale
6002 Lucerna

Osservazioni

Nell'ambito d'applicazione delle presenti direttive esistono ulteriori disposizioni, e segnatamente:

- | | Ottenibile da: |
|--|----------------|
| – Sécurité du rayonnement des appareils à laser, classification des matériels, prescriptions et guide de l'utilisateur SEV/ASE 3669, 1988, direttive identiche a quelle della norma internazionale CEI 825 | ASE |
| – Sécurité électrique des appareils laser et des arrangements laser, CEI 820 risp. progetto di norma europea prEN 60820 | ASE |
| – Protection individuelle des yeux, prEN 207 e 208 (progetto di norma europea) | ASE |
| – Sicherheitsvorschriften für elektromedizinische Apparate IEC-601-1 | ASE |
| – Ordinanza concernente gli impianti elettrici a bassa tensione (OIBT) | ASE |
| – Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione | ASE |
| – Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione soggetti ad ammissione | ASE |
| – Ordinanza del Consiglio federale del 7 luglio 1933 concernente l'esecuzione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti elettrici a corrente forte (Ordinanza sugli impianti a corrente forte) | ASE |
| – Legge federale sul lavoro nell'industria, nell'artigianato e nel commercio (Legge sul lavoro) e ordinanze 1-3 | UCFSM |
| – Legge federale sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (LSIT) | UCFSM |
| – Direttive generali concernenti la costruzione, l'equipaggiamento, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione di macchine, form. INSAI 1593 | INSAI |

- Direttive concernenti la costruzione e il collocamento dei dispositivi di comando, form. INSAI 1594 INSAI
- Costruzione e collocamento dei dispositivi di comando, bollettino INSAI 44010 INSAI
- Valori limite d'esposizione sui posti di lavoro (Valori MAC), form. INSAI 1903 INSAI
- Instructions pour le dimensionnement de lunettes de protection et de lunettes de réglage laser, Comunicazioni della Sezione fisica INSAI
- Anleitung zur Klassifizierung von Lasereinrichtungen, Comunicazioni della Sezione fisica INSAI
- Prescriptions de sécurité relatives au travail avec des systèmes de transmission optique, Istruzione di servizio T n. 15 (documento 400.6) del 21. 5. 1985 PTT
- Direttive concernenti la sicurezza sul lavoro nella saldatura e in procedimenti tecnici affini, ASS-710 ASS
- Direttive concernenti l'utilizzazione e il deposito di bombole e di pacchi bombole presso i consumatori nell'industria e l'artigianato, ASS 510.1 ASS
- Guida relativa alle prescrizioni della polizia del fuoco AICAA

Fonti d'ordinazione:

UCFSM	Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale, Fellerstrasse 21, 3027 Berna (Indirizzo postale: UCFSM, 3000 Berna)
PTT	Direzione generale delle PTT, Biblioteca e documentazione, Viktoriastrasse 21, 3030 Berna
ASE	Associazione Svizzera degli Elettrotecnici, casella postale, 8034 Zurigo
SNV	Associazione Svizzera della normalizzazione, casella postale, 8032 Zurigo
INSAI	Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni, casella postale, 6002 Lucerna
ASS	Associazione Svizzera per la Tecnica della Saldatura, casella postale, 4006 Basilea
AICAA	Associazione degli Istituti Cantionali di Assicurazione Antincendio, casella postale, 3001 Berna

Commenti relativi alle direttive n. 6502 Radiazione laser

Edizione luglio 1990

I commenti mostrano degli esempi che permettono di raggiungere gli obiettivi della sicurezza citati nelle presenti direttive. Al posto delle soluzioni riportate negli esempi è permesso adottarne altre, purché siano atte a conseguire gli stessi obiettivi.

Ad 1 Campo d'applicazione

Altre disposizioni di sicurezza (vedi anche «Osservazioni», pag. 11 s.) Secondo l'esperienza, la parte elettrica di un'apparecchiatura laser costituisce un potenziale rischio d'infortunio. Per l'utilizzazione e la manutenzione delle apparecchiature laser occorre osservare le prescrizioni e le norme dell'Associazione Svizzera degli Elettrotecnici (ASE).

Le macchine operatrici al laser automatiche cadono sotto il termine generale «Macchine utensili» risp. «Robot» e devono, in più, essere costruite secondo le regole in materia di sicurezza vigenti per tali macchine. Sono da osservare in modo particolare le seguenti pubblicazioni INSAI.

- Form. INSAI 1593 «Direttive generali concernenti la costruzione, l'equipaggiamento, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione di macchine».
- Form. INSAI 1594 «Direttive concernenti la costruzione e il collocamento dei dispositivi di comando».
- Bollettino INSAI 44010 «Costruzione e collocamento dei dispositivi di comando».

Speciali informazioni sulla costruzione di macchine per la lavorazione al laser di materiali sono raccolte nelle «Comunicazioni della Sezione meccanica II», INSAI (n. d'ordinazione 66010).

Per la lavorazione di materiali mediante raggi laser occorre attenersi alle prescrizioni e alle regole dell'Associazione Svizzera per la Tecnica della Saldatura ASTS (Richtlinien 710 über Arbeitssicherheit bei Schweißen und bei verwandten Verfahren).

Per l'utilizzazione delle apparecchiature laser occorre osservare le prescrizioni generali antincendio (disposizioni generali, VKF, risp. prescrizioni cantonali).

Per il maneggiare di bombole di gas sono da osservare le direttive concernenti l'utilizzazione e il deposito di bombole e di pacchi bombole presso i consumatori nell'industria e l'artigianato, ASS-510.1.

Per la sostituzione delle lampade per il pompaggio ottico e i tubi riempiti di gas sono da osservare le direttive concernenti la prevenzione degli infortuni nella manipolazione dei tubi catodici, form. INSAI 1503.

Per la messa in posa di apparecchiature laser e per l'installazione di reparti laser nelle aziende industriali occorre inoltrare la proposta di approvazione dei piani conformemente alla legge sul lavoro, art. 7.

Ad 2.2 Laser

Laser è l'acronimo di Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation; designa oscillatori ed amplificatori nel campo delle onde elettromagnetiche visibili, infrarosse ed ultraviolette basati sull'interazione di dette onde con elettroni legati della materia.

A differenza della luce normale, la radiazione laser è coerente, ossia composta di onde di uguale fase e monocromatica, a raggi paralleli di natura. La pericolosità di un raggio laser deriva, da un lato, dalla sua efficacia su lunghe distanze e, dall'altro, dalla sua enorme possibilità di concentrazione risp. focalizzazione. Se un raggio laser visibile o invisibile del vicino campo dell'infrarosso, per esempio il raggio di un laser a diodi o di un laser Nd-YAG, penetra nell'occhio, il cristallino concentra questo raggio su una macchia focale puntiforme. Già una radiazione della potenza di pochi millesimi di watt è quindi in grado di creare danni irreversibili alle cellule visive dell'occhio. Nel caso dei laser ad alta intensità (classe 4) sia il raggio principale sia le sue riflessioni possono danneggiare oltre agli occhi anche la cute o persino incendiare l'ambiente circostante.

Ad 2.3 Classi laser

L'unico fattore determinante per l'attribuzione alle classi laser è il pericolo insito nella radiazione accessibile.

Contrariamente alla classificazione praticata per le sostanze tossiche, i gradi di pericolosità delle apparecchiature laser sono ripartiti in classi con una numerazione progressiva.

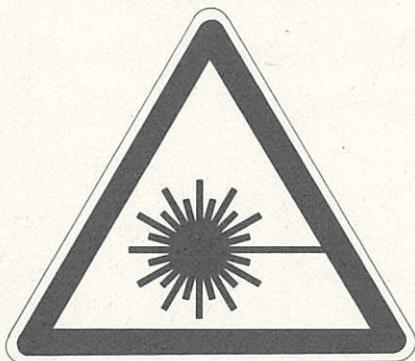
I criteri per la ripartizione in classi sono stati introdotti con la norma internazionale CEI-825. Un'istruzione succinta sulla classificazione delle apparecchiature laser è ottenibile presso l'INSAI in forma di Comunicazioni della Sezione fisica, (vedi anche «Osservazioni»).

Ad 2.4 Etichettatura

Le apparecchiature laser sono da contrassegnare (etichettare) in modo da permettere, in qualsiasi momento, una loro identificazione. Inoltre occorre applicare i seguenti segnali di sicurezza:

- segnali d'avvertimento laser.
- segnali d'indicazione delle classi;
- targa con dati di riconoscimento laser;

Esempio di una segnalazione laser



Segnali d'avvertimento laser



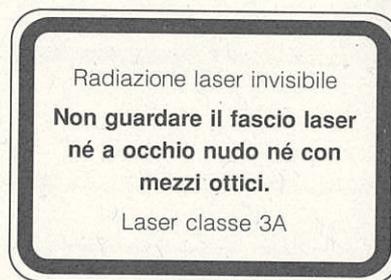
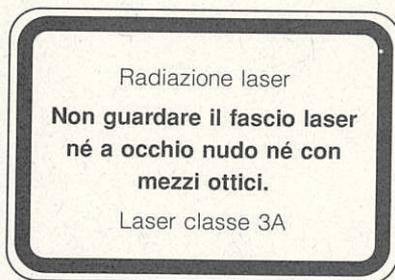
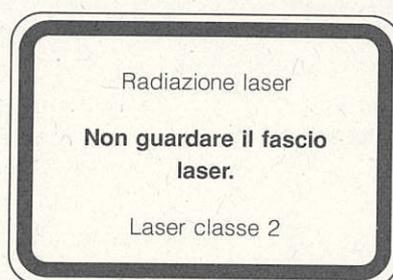
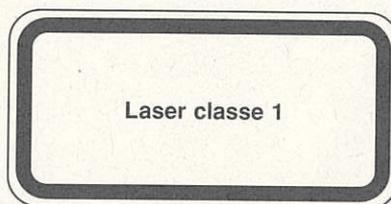
Segnali di indicazione delle classi laser

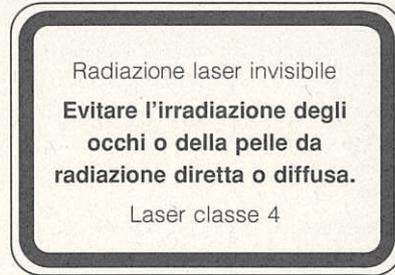
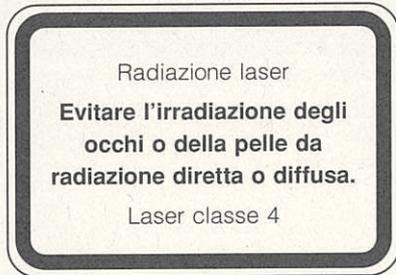
Dati del laser	
Materiale del laser	_____
Lunghezza d'onda	_____
Durata d'emissione	_____
Potenza di radiazione	_____
Energia di radiazione	_____

Esempio di una targa laser

La targa deve contenere tutti i dati necessari per una classificazione del laser.

Segnali di indicazione delle classi laser
Questi segnali vanno usati solo in combinazione con i segnali di avvertimento «Attenzione raggi laser». Eccezione: il segnale di avvertimento non va usato per le apparecchiature laser della classe 1.

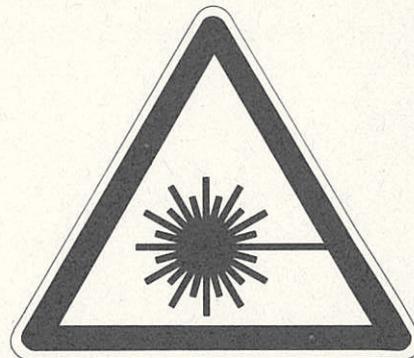
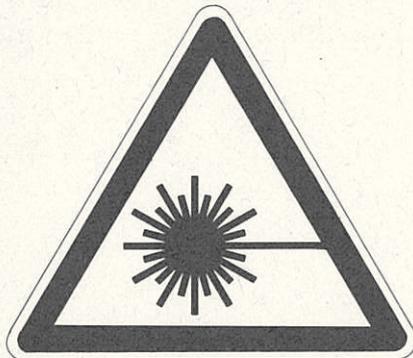




Segnalazione del foro d'uscita della radiazione laser

Per le apparecchiature laser delle classi 3B e 4 occorre esporre nelle vicinanze del foro d'uscita del raggio laser un segnale di avvertimento assieme a un segnale ausiliario portante la dicitura seguente:

- «Foro d'uscita della radiazione laser» risp.
- «Foro d'uscita della radiazione laser invisibile»



Elementi amovibili

Gli elementi della protezione risp. della schermatura, quando sono amovibili o apribili in modo tale che la radiazione laser accessibile possa superare il valore limite per la classe 1, devono essere contrassegnati con un segnale di avvertimento assieme a un segnale ausiliario portante l'adeguata dicitura.

Esempio:

«Attenzione, fuoriuscita di radiazione laser a copertura aperta.»

Oppure:

«Attenzione, fuoriuscita di radiazione laser invisibile quando il connettore ottico è estratto.»

Requisiti relativi ai segnali di sicurezza

- Il simbolo del laser, il testo e il bordo devono essere di color nero e su fondo giallo.
- Per la targa e il segnale d'indicazione della classe 1 lo sfondo deve essere neutrale, ossia non nei colori di sicurezza.
- La dicitura d'avvertimento deve essere redatta nella lingua ufficiale svizzera d'uso comune nell'azienda utilizzatrice.

Radiazione laser invisibile

La dicitura d'avvertimento deve indicare espressamente l'esistenza di radiazioni laser invisibili. Se si ricorre a laser visibili e invisibili, nella dicitura devono essere richiamati ambedue i tipi di radiazione.

Ad 2.6 Esposizione massima permessa (EMP)

I valori EMP relativi all'effetto diretto che l'irradiazione laser esercita sulla cornea dell'occhio, vale a dire nel caso di occhi puntati sul fascio laser, sono menzionati nella tabella VI della norma internazionale CEI 825. La tabella VII porta i valori EMP per la visione di una sorgente laser estesa risp. di un raggio laser dopo riflessione diffusa. La tabella VIII contiene i valori EMP relativi all'effetto che la radiazione laser esercita sulla pelle. Questi valori limite non vengono superati con sicurezza unicamente in presenza di laser della classe 1.

Ad 3.1 Obbligo d'ammissione per apparecchiature laser

L'esame del tipo comprende anche il controllo della corretta classificazione dell'apparecchiatura laser.

Ad 4.1 Regole della tecnica

Per il dimensionamento e la costruzione delle apparecchiature laser fanno stato le regole della buona tecnica sintetizzate nella norma internazionale CEI-820 e CEI-825, nonché in altre specifiche direttive, istruzioni e ordinanze (vedere «Osservazioni», pag. 11 s.). Occorre osservare la legge federale sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (LSIT).

Ad 4.2 Classificazione ed etichettatura

Vedere commenti di cui alle cifre 2.3 e 2.4.

Ad 4.3 Obiettivi della sicurezza per le singole classi laser

Classe 1

La radiazione accessibile ha un livello di potenza talmente basso da non poter produrre effetti dannosi. Grazie alla tecnica adottata nella costruzione dell'apparecchiatura laser, la radiazione pericolosa è inaccessibile anche in caso di errori di manipolazione.

Classe 2

I laser della classe 2 emettono raggi solo nel campo visibile e hanno ad emissione continua una potenza non superiore a 1 mW.

Classe 3A

I laser della classe 3A hanno il fascio allargato (beam expander) e sono, nella maggior parte dei casi, di forma circolare o lineare. La parte della radiazione che può penetrare nell'occhio corrisponde, nel caso di radiazione visibile, a quella di un laser della classe 2, oppure, nel caso di una radiazione invisibile, a quella di un laser della classe 1.

Gli occhi di chi guarda il raggio laser senza ricorrere a strumenti ottici, per esempio a un cannocchiale, non sono esposti a radiazioni inammissibili.

Classe 3B

Il raggio e le riflessioni speculari dei laser della classe 3B possono causare lesioni agli occhi anche a esposizioni di breve durata.

Le condizioni per la visione sicura dei riflessi diffusi di laser della classe 3B a radiazione visibile sono:

- distanza minima fra lo schermo e l'occhio: 13 centimetri;
- tempo massimo di osservazione: 10 secondi.

Classe 4

Per i laser della classe 4 non esistono limiti superiori. Il raggio e le riflessioni costituiscono un potenziale pericolo sia per gli occhi sia per la pelle. Dall'effetto che il raggio laser esercita su determinati materiali possono sprigionarsi delle sostanze nocive e prodursi incendi. Prima di puntare gli occhi su riflessi diffusi occorre accertare se non viene superata l'esposizione massima permessa (EMP) per gli occhi secondo CEI-825, tabella VII.

Ad 4.4 Scelta della classe laser

Per eseguire la marcatura, i lavori topografici e i procedimenti a raggi di direzione si dovrebbero impiegare unicamente apparecchiature laser delle classi 1, 2, 3A e tutt'al più quelle della classe 3B con radiazione visibile della potenza massima di 5 mW.

Ad 4.5 Controllo della schermatura

Tutti gli elementi della schermatura, quando durante l'esercizio e la manutenzione possono modificare la loro posizione in modo tale da dover attribuire all'installazione laser una classe superiore a causa della radiazione diventata accessibile, vanno allacciati a un circuito di sicurezza: anche gli elementi fragili usati per la trasmissione dei raggi, come per esempio le fibre ottiche, sono da allacciare al circuito di sicurezza.

Quando questo circuito di sicurezza interviene, il raggio laser deve essere disinserito o ridotto immediatamente in modo tale che la radiazione accessibile non superi i valori limite delle classi 1, 2 o 3A.

Un tale circuito di sicurezza deve essere concepito come un collegamento di sicurezza, oppure gli interruttori atti a sorvegliare gli elementi della schermatura e il cui azionamento fa scattare il comando di riduzione del raggio laser, devono essere scelti e incorporati in modo da provocare un'interruzione meccanica forzata del circuito elettrico, ogni qualvolta l'elemento venga rimosso dalla sua posizione di difesa.

Un collegamento di sicurezza deve soddisfare le due condizioni seguenti:

- un difetto da solo non deve condurre a una situazione di pericolo;
- deve risultare impossibile che un difetto rimanga inavvertito (per es. il successivo innesto deve essere consentito solo dopo l'avvenuta eliminazione del difetto).

Ad 4.8 Connettori per circuiti di sicurezza esterni

Questo dispositivo può essere utilizzato per sorvegliare le aperture nella schermatura, i sistemi di trasmissione dei raggi, le porte d'accesso alla zona laser, gli interruttori d'arresto d'emergenza, ecc.

Ad 4.9 Visualizzazione delle funzioni operative

La funzione operativa pericolosa di un'apparecchiatura laser deve essere visualizzata mediante avvisi indicatori ottici o acustici. Il segnale ottico deve essere chiaramente individuabile anche indossando occhiali antilaser o antiabbaglianti. Il segnale acustico deve distinguersi nettamente dagli altri rumori (ventilatori, pompe, ecc.).

Per le apparecchiature laser integrate nel processo di produzione occorre visualizzare anche lo stato «Esercizio sicuro».

Ad 4.11 Manutenzione e riparazione

Al fine di escludere i pericoli insiti nelle operazioni di manutenzione e riparazione, le apparecchiature laser devono essere costruite in modo tale da poter:

- provocare un arresto sicuro dell'adduzione di energia e comunque lo scarico dell'energia accumulatasi nel sistema;

- evitare il contatto accidentale con elementi ad alta tensione;
- escludere l'esecuzione contemporanea delle misurazioni al raggio laser e all'alta tensione.

Ad 5.1.1 Ubicazione dei dispositivi di comando

Per quanto possibile, almeno i laser della classe 4 dovrebbero essere del tipo telecomandato. Si può così ottenere che nessuno sia tenuto a soffermarsi nella zona laser o per lo meno negli immediati dintorni del laser.

Ad 5.1.2 Esercizio

Il fornitore di un'apparecchiatura laser è tenuto a mettere a disposizione dell'utilizzatore prescrizioni specifiche relative alla radioprotezione. Le prescrizioni sono da applicare, per quanto possibile, all'apparecchiatura laser.

Ad 5.1.3 Istruzione

Prima di iniziare la loro attività professionale gli addetti devono essere resi edotti dei rischi specifici per la salute cui sono esposti lavorando con le apparecchiature laser e istruiti sul modo corretto di comportarsi. Se necessario, le istruzioni devono essere ripetute. Nell'ambito dell'istruzione sono da trattare i temi seguenti:

- effetto dei raggi laser sugli occhi e sulla cute;
- altre possibilità di rischio ed effetti collaterali;
- prescrizioni di comportamento e istruzioni aziendali;
- comportamento nella zona laser;
- misure e installazioni di protezione sul posto di lavoro;
- impiego degli occhiali antilaser e degli occhiali d'allineamento, nonché delle tute di protezione;
- controllo di tutte le installazioni di protezione;
- come comportarsi in caso di danni o guasti.

E' raccomandabile allestire un bollettino d'informazione sui procedimenti di lavoro da distribuire in occasione dell'istruzione del personale risp. da affiggere sul posto di lavoro.

Nei casi in cui si ricorre all'uso di apparecchiature laser della classe 4 è bene nominare un esperto laser.

Compiti dell'esperto laser:

- circoscrivere e contrassegnare la zona laser;
- stabilire le misure di protezione tecniche e organizzative;
- consegnare e amministrare le chiavi d'accesso alle apparecchiature laser e agli sbarramenti delle zone laser;
- mettere in dotazione i necessari mezzi di protezione personali e controllarli periodicamente;
- istruire e sorvegliare le persone operanti nella zona laser.

Ad 5.2.3 Provvedimenti di sicurezza

- Esporre i segnali di sicurezza.
- Impedire che il raggio passi all'altezza degli occhi.
- Allontanare dalla zona di radiazione laser gli oggetti riflettenti o coprirli convenientemente.
- Limitare il raggio nella parte terminale del suo tratto utile.
- Schermare le zone non utilizzate nei casi in cui si ricorre a radiazioni laser a direzione variabile.
- Tenere al sicuro dalle persone non addette i laser non in funzione.

Nota: sui cantieri occorre avvertire in modo speciale le persone che lavorano con i livelli ottici e i teodoliti in zona laser.

Ad 5.3.1 Sorveglianza della zona laser

Indicazioni

La zona laser e il relativo accesso sono da contrassegnare nel modo analogo a quello usato per la connessa apparecchiatura laser (cfr. Commenti alla cifra 2. 4.) .

Avvisi indicatori dello stato di esercizio

Se la situazione richiede l'uso dei mezzi di protezione personali, il segnale dello stato di esercizio pericoloso di un'apparecchiatura laser deve essere visibile già prima di entrare nella zona laser.

Direzionalità

Per quanto realizzabile, il percorso del raggio dovrebbe essere racchiuso o schermato. Anche la regione bersaglio va racchiusa in modo tale che solo pochissima luce diffusa possa uscire all'esterno. A causa del pericolo d' incendio è consentito usare le apparecchiature laser della classe 4 solo se la loro struttura può essere installata in modo stabile. Il laser e tutti gli

elementi ottici devono essere assicurati in modo da non poterli spostare o rovesciare accidentalmente.

Pararaggi

All' estremità del tratto utile del laser occorre installare un pararaggi, atto a resistere sufficientemente a lungo alla radiazione laser e a produrre il meno possibile radiazioni diffuse. Per l'assorbimento di raggi laser a energia elevata è indicato l'uso di piastre o blocchi di grafite.

Per i laser a potenza elevata a funzionamento continuo è raccomandabile l'utilizzazione dei cosiddetti assorbitori a cavità. Si tratta di blocchi di rame o grafite aventi una cavità conica dal lato d'entrata del raggio laser. Ciò permette di assorbire i raggi primari senza che vengano a crearsi riflessioni all'interno del locale.

I seguenti materiali refrattari sono mal indicati quali pararaggi: mattoni refrattari, mattoni d'argilla, vetri, pietre naturali e pietre.

Sorveglianza della luce diffusa

Per le installazioni laser a potenza elevata ed emittenti nel campo invisibile, può rivelarsi necessaria la sorveglianza continua dell'efficienza dei dispositivi di protezione. A tale scopo si può ricorrere a sensori per luci di dispersione tarati in funzione della corrispondente lunghezza d'onda e di un determinato valore soglia.

Illuminazione

È indispensabile predisporre una illuminazione sufficientemente chiara, dato che molti occhiali di protezione esercitano anche uno smorzamento elevato nel campo spettrale visibile. Si rivela opportuno installare un regolatore della luminosità onde poter ottenere un oscuramento sufficiente nell'eseguire le operazioni di aggiustaggio (allineamento).

Via di fuga

L'allestimento tecnico nella zona laser deve essere eseguito in modo da garantire in qualsiasi momento una sicura via di fuga. Le condotte di rete, dell'acqua e di misurazione vanno posate di preferenza in alto. L'attrezzatura, specialmente quella infiammabile non appartenente all'apparecchiatura laser, dovrebbe essere sistemata fuori della zona laser.

Delimitazione della zona laser sorvegliata

Se gli occhi sono esposti solo a un pericolo leggero, molto improbabile, dovuto a una radiazione diffusa non collimata o da una radiazione diretta debole e a riflessioni accidentali, la delimitazione della zona laser può essere realizzata mediante pareti snodabili o tende speciali. I vetri delle finestre possono essere rivestiti con fogli a dispersione.

Nei casi in cui esiste un enorme pericolo di lesione dalla radiazione laser, le esigenze per la zona laser di cui alla cifra 5.3.1 possono essere soddisfatte, di regola, solo se l'apparecchiatura laser viene usata in una zona delimitata con provvedimenti costruttivi. Questa zona delimitata deve essere accessibile solo agli addetti. In caso di incidenti l'accesso deve essere possibile anche ai soccorritori senza che essi abbiano a esporsi a pericoli. Ciò può essere realizzato con una chiave e un interruttore d'arresto d'emergenza sistemati sotto vetro presso l'accesso alla zona circoscritta.

Le finestre attraverso le quali potrebbe passare la radiazione laser, sono da coprire in modo tale da risultare sufficientemente resistenti alla radiazione in funzione della lunghezza d'onda in uso.

Se la zona laser delimitata con provvedimenti costruttivi può essere accessibile solo indossando gli occhiali antilaser, l'entrata dovrebbe essere del tipo ad anticamera a porta doppia interbloccata.

Uso all'aperto

Qualora l'impiego delle apparecchiature laser delle classi 3B e 4 possa costituire un pericolo per il traffico aereo, occorre informarne il locale servizio di sicurezza dei voli aerei.

Lightshow al laser

Il laser e le connesse installazioni ottiche ed elettriche devono essere installati in modo da renderli inaccessibili al pubblico. I laser, gli obiettivi laser e tutti gli elementi atti a fendere e modulare il raggio, devono essere fissati su un banco ottico o su una piastra di montaggio della dovuta stabilità e in modo tale da rendere impossibile uno spostamento o un rovesciamento accidentale dei singoli pezzi. I suddetti elementi non devono essere spostati o aggiustati (allineati) in presenza di pubblico.

Gli operatori dei laser è bene che usino occhiali di protezione risp. d'aggiustaggio appropriati nell'eseguire tutte le operazioni di regolazione e di aggiustaggio (allineamento) a laser acceso. Sia il raggio laser diretto sia i suoi raggi parziali creatisi per diffrazione non devono invadere - anche dopo ripetute riflessioni su superfici speculari - gli spazi in cui si soffermano le persone: vale a dire che il raggio e i suoi riflessi devono passare in tutti i punti del locale a un'altezza non inferiore a 2,5 dal pavimento. Se il lasershow è previsto per la proiezione in pubblico, occorre fornire la prova che in nessun posto dello spazio accessibile viene superato il valore di esposizione massima permessa (EMP).

Per i laser della classe 4, il raggio deve essere allargato in modo tale che l'energia del raggio diretto o riflesso non abbia a generare temperature superiori a 80°C in un punto d'impatto qualsiasi all'interno del locale, anche sotto carico costante.

Nella zona laser è consentita solo la presenza di oggetti o rivestimenti di pareti difficilmente infiammabili.

In corrispondenza dei punti d'uscita del raggio laser occorre installare un diaframma di metallo tale da impedire che, in caso di uno spostamento accidentale dell'elemento ottico, la radiazione laser non abbia a invadere lo spazio accessibile.

Dimostrazioni sperimentali con laser

I laser della classe 4 non dovrebbero essere usati a scopo di dimostrazione sperimentale davanti al plenum, in quanto costituiscono un elevato rischio di ferimento.

Se ciò nonostante si è tenuti a utilizzare tali laser per determinati esperimenti, occorre osservare i punti seguenti:

- l'utilizzatore dell'impianto è responsabile della sicurezza degli spettatori;
- bisogna eseguire una prova completa dell'esperimento senza la presenza di terzi;
- la struttura per esperimenti deve essere protetta contro uno spostamento accidentale degli elementi ottici;
- prima e durante la dimostrazione gli spettatori devono essere tenuti a distanza dalla struttura sperimentale mediante sbarramenti;
- alla presenza degli spettatori non si deve consentire nessuna registrazione o correzione improvvisata del percorso del raggio laser.

Ad 5.3.2 Equipaggiamento personale di protezione

Fanno parte dell'equipaggiamento personale di protezione contro la radiazione laser:

- occhiali antilaser e di aggiustaggio (allineamento);
- protezione del viso, della testa e delle mani;
- tuta di protezione.

I raggi laser dovrebbero essere sotto controllo in modo tale da rendere necessario al massimo l'uso degli occhiali di protezione.

Gli occhi sono messi in pericolo già da raggi laser di potenza relativamente piccola (effetto della focalizzazione, danni irreversibili), motivo per cui tutti coloro che si trovano nella zona laser dovrebbero indossare occhiali antilaser o di aggiustaggio appropriati durante la manipolazione con apparecchiature laser delle classi 3B e 4. Ciò permette di proteggersi gli occhi da esposizioni nocive accidentali.

Controlli della vista

Non sono necessarie visite profilattiche della vista.

Occhiali antilaser

Gli occhiali antilaser indeboliscono il raggio del laser, per il quale essi sono stati dimensionati, almeno al valore limite della radiazione accessibile della classe 1 risp. al valore massimo ammissibile di irradiazione secondo CEI-825, tabella VI.

Occhiali d'aggiustaggio del laser

Servono a indebolire il raggio del laser, per il quale essi sono stati dimensionati, almeno al valore limite della radiazione accessibile della classe 2. Con gli occhiali d'aggiustaggio è ancora possibile vedere i riflessi diffusi, ciò che non è il caso con gli occhiali antilaser.

Attenzione

Per garantire una visione possibilmente buona, gli occhiali antilaser e d'aggiustaggio hanno un potere d'assorbimento a banda stretta. Ne consegue che un determinato tipo di occhiali non può essere usato in via generale per tutti i tipi di laser, ma solo per quello cui esso è espressamente destinato. L'INSAI mette a disposizione le istruzioni per dimensionare gli occhiali antilaser e d'aggiustaggio, pubblicate nelle «Comunicazioni della Sezione fisica».

Contrassegni per gli occhiali di protezione

Gli occhiali antilaser e d'aggiustaggio del laser devono portare una chiara indicazione del numero di graduazione e della banda di lunghezza d'onda efficace.

Ad 5.4.1 Raggio laser per lavorazione

Una schermatura totale è da prevedere nei casi in cui i materiali da lavorare hanno una forte riflessione o il raggio laser per la lavorazione esegue movimenti tridimensionali.

Per schermatura si intende anche una zona circoscritta con provvedimenti costruttivi tali che durante il procedimento di lavorazione nessuno possa trovarsi nella zona laser.

Ad 5.4.4 Radiazione diffusa

Laser CO₂ (10,6 μm)

Poiché la radiazione infrarossa a onde lunghe non penetra negli occhi, essa non viene intensificata dall'effetto di focalizzazione. La radiazione

diffusa debole, che può diffondersi nel locale durante la lavorazione di materiale non speculare usando un raggio laser CO₂, non può danneggiare gli occhi senza che il soggetto se ne accorga: infatti l'effetto calorico che la radiazione infrarossa esercita sulla pelle verrebbe percepito ancora prima di subire una lesione. Tuttavia, a causa della proiezione di scintille, il processo di lavorazione non dovrebbe essere osservato con occhi non protetti. I normali occhiali di correzione, gli occhiali antischegge e gli occhiali antiabbaglianti fungono da filtro isolante contro l'infrarosso lontano e proteggono quindi gli occhi anche dalla radiazione diffusa dei laser CO₂. Questi occhiali verrebbero, però, distrutti entro breve tempo se esposti a una radiazione diretta.

Laser Neodym-YAG (1,06 μm)

Contrariamente al laser CO₂ la radiazione diffusa dei laser Nd-YAG costituisce un pericolo per gli occhi. La radiazione diffusa invisibile passa attraverso le lenti degli occhiali e il cristallino e viene focalizzata sulla retina. Se si lavora del materiale con un laser Nd-YAG non completamente schermato, tutte le persone presenti devono indossare gli occhiali antilaser. Per evitare di scambiare gli occhiali antiabbaglianti con gli occhiali antilaser, gli occhiali antiabbaglianti dovrebbero essere del tipo a sopraocchiali (detti anche clips) da infilare sugli occhiali antilaser.

Gli occhiali antilaser contro la radiazione diffusa vengono dimensionati secondo il raggio principale.

Ad 5.4.5 Radiazione secondaria

Se un raggio laser a potenza elevata batte contro materiale a conducibilità termica ridotta, sui punti d'impatto si creano in breve tempo temperature elevate che possono condurre a una emissione di luce intensiva non coerente. Questa luce può provocare un abbagliamento prolungato e di conseguenza una riduzione temporanea dell'acuità visiva. Poiché gli occhiali antilaser assorbono di regola solo a banda stretta, essi non offrono alcuna protezione contro la radiazione secondaria. Nelle zone in cui i raggi laser vengono usati regolarmente per la lavorazione di materiali attraverso la fusione, l'evaporazione o la combustione, si dovrebbe far uso di occhiali antiabbaglianti (eventualmente in combinazione con gli occhiali antilaser). Possono essere usati i numeri di graduazione analoghi a quelli per la decalaminazione alla fiamma o la brasatura forte (provare i numeri di graduazione dall'1,7 fino al 4). Gli occhi vengono protetti in tal modo anche contro le scintille.

Ad 5.4.6 Protezione da vapori, polveri, gas e fumi

Se durante l'uso delle apparecchiature laser vengono generati vapori, polveri, gas o fumi, occorre accertare se essi si rivelano nocivi. A seconda del caso, l'utilizzatore deve impedire con misure appropriate, per esempio mediante un'aspirazione locale, che i valori ammissibili sui posti di lavoro non vengano superati (secondo la lista dei valori limite d'esposizione sui posti di lavoro, form. INSAI 1930).

Ad 6.1 Controllo delle installazioni di protezione

Mediante controlli periodici si vuol ottenere che tutte le installazioni di protezione abbiano a soddisfare in qualsiasi momento l'obiettivo della sicurezza. L'intervallo dei controlli deve essere scelto in modo da poter accertare per tempo una compromissione dell'efficacia protettiva.

