

5) Sul Capo V del DLgs.81/2008 – Radiazioni Ottiche Artificiali (ROA)

5.01 – Come ci si deve comportare in caso di lavorazioni che espongono al rischio di radiazioni ottiche naturali ?

Il Capo V del Titolo VIII tratta della protezione dei lavoratori dai rischi fisici associati all'esposizione alle Radiazioni Ottiche di origine artificiale, e a questo argomento sono esclusivamente dedicati gli approfondimenti proposti a seguito.

L'esplicita esclusione delle radiazioni ottiche naturali dal Capo V lascia un vuoto nell'impianto normativo, soprattutto considerando che la radiazione solare è nel gruppo dei cancerogeni certi per l'uomo indicati dalla IARC - International Agency for Research on Cancer.

Pur prendendo atto delle diverse priorità che il legislatore europeo ha assegnato alle varie fonti di rischio, si segnala che l'art.28 impone la valutazione di "...tutti i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori...". In sostanza quindi, in tutti quei casi nei quali il processo lavorativo o la mansione comportino una significativa esposizione del lavoratore alla radiazione solare, si dovrà effettuare una valutazione dei rischi specifica (da intendersi come processo finalizzato ad individuare le adeguate misure di prevenzione e a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza), anche perché gli effetti di questo rischio sono ormai scientificamente noti da tempo.

Per la valutazione del rischio da radiazioni ottiche naturali ci si può riferire alle indicazioni generali fornite al **Capitolo 1**) di questo documento ("Sul Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Disposizioni generali") ed alla norma UNI EN 14255-3:2008.

5.02 – Cosa sono e dove sono presenti, sono prodotte o vengono utilizzate le ROA nei luoghi di lavoro ?

La radiazione ottica comprende le componenti dello spettro elettromagnetico di lunghezza d'onda minore dei campi elettromagnetici (trattati al Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008) e maggiore di quelle delle radiazioni ionizzanti (trattate dal DLgs.230/1995 e s.m.).

L'intervallo delle lunghezze d'onda delle ROA è compreso tra 100 nm e 1 mm (con le bande spettrali degli infrarossi –IR–, del visibile –VIS– e dell'ultravioletto –UV–) mentre l'energia ($E=h\nu$) è compresa tra 10^{-3} e 12 eV (vedi **Tabella 2.1**)

Tabella 2.1: rappresentazione delle bande spettrali delle ROA (λ = lunghezza d'onda, ν = frequenza ed E = energia). In Letteratura si possono trovare limiti di banda leggermente diversi

Banda	IR-C	IR-B	IR-A	VISIBILE	UV-A	UV-B	UV-C
λ (nm)	10 ⁶ ÷ 3000	3000 ÷ 1400	1400 ÷ 780	780 ÷ 400	400 ÷ 315	315 ÷ 280	280 ÷ 100
ν (GHz)	300 ÷ 0,4 × 10 ⁶		0,4 × 10 ⁶ ÷ 0,75 × 10 ⁶		0,75 × 10 ⁶ ÷ 3 × 10 ⁶		
E (eV)	~ 10 ⁻³ ÷ 1,6		1,6 ÷ 3,3		3,3 ÷ 12		

Le sorgenti di radiazioni ottiche possono inoltre essere classificate in **coerenti** e **non coerenti**. Le prime emettono radiazioni in fase fra di loro (i minimi e i massimi delle radiazioni coincidono), mentre le seconde emettono radiazioni sfasate (vedi **Figura 2.2**) .

Figura 2.2



I L.A.S.E.R. (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) sono sorgenti di radiazioni ottiche artificiali coerenti, mentre tutte le altre sono non coerenti.

I laser sono dispositivi che emettono radiazioni ottiche di un'unica lunghezza d'onda, direzionali e di elevata intensità. La lunghezza d'onda è determinata principalmente² dal materiale attivo impiegato e può trovarsi sia nell'infrarosso, sia nel visibile, sia nell'ultravioletto.

Le sorgenti di radiazioni ottiche artificiali nelle attività lavorative sono molteplici. Nelle **Tabelle 2.3 e 2.4** vengono forniti due elenchi non esaustivi dei principali campi di applicazione.

Tabella 2.3

ESEMPI DI SORGENTI NON COERENTI*	
IR	<ul style="list-style-type: none"> • Riscaldatori radianti • Forni di fusione metalli e vetro • Cementerie • Lampade per riscaldamento a incandescenza • Dispositivi militari per la visione notturna
VISIBILE	<ul style="list-style-type: none"> • Sorgenti di illuminazione artificiale (lampade ad alogenuri metallici, al mercurio, sistemi LED ...) • Lampade per uso medico (fototerapia neonatale e dermatologica) / estetico • Luce pulsata –IPL (Intense Pulsed Light)– • Saldatura
UV	<ul style="list-style-type: none"> • Sterilizzazione • Essiccazione inchiostri, vernici • Fotoincisione • Controlli difetti di fabbricazione • Lampade per uso medico (es.: fototerapia dermatologica) e/o estetico (abbronzatura) e/o di laboratorio • Luce pulsata –IPL– • Saldatura ad arco / al laser
* Alcune delle sorgenti di cui sopra emettono non solo nella banda di riferimento, ma anche in quelle vicine	

Tabella 2.4

ESEMPI DI SORGENTI LASER
<ul style="list-style-type: none"> • Applicazioni mediche e mediche per uso estetico • Applicazioni per solo uso estetico (depilazione) • Telecomunicazioni, informatica • Lavorazioni di materiali (taglio, saldatura, marcatura e incisione) • Metrologia e misure • Applicazioni nei laboratori di ricerca • Beni di consumo (lettori CD e "bar code" ...) e intrattenimento (laser per discoteche e concerti ...)

² In alcuni casi il sistema può essere pilotato in modo che dallo stesso mezzo attivo possa essere generata una lunghezza d'onda dimezzata rispetto a quella fondamentale. L'esempio più noto e applicato è il laser Nd:YAG che, in funzione delle applicazioni, può essere costruito per emettere alla lunghezza d'onda di 1064 (IR), 532 (VIS) o 266 nm (UV).

5.03 - Da quando il Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore ?

Il Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore per tutti gli obblighi in esso richiamati ed in tutti i settori produttivi dal 01/01/2009, mentre per il Capo V (ROA) il legislatore ha previsto l'entrata in vigore il 26/04/2010.

Si sottolinea comunque il principio affermato in generale all'art.28 e ribadito relativamente agli agenti fisici all'art.181, che impegna il datore di lavoro alla valutazione di tutti i rischi per la salute e la sicurezza, inclusi quelli derivanti da esposizioni alle radiazioni ottiche artificiali, in relazione al quale esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) alla valutazione ed all'adozione delle idonee misure preventive e protettive per eliminare o minimizzare il rischio.

Per quanto riguarda i compiti di vigilanza, fino alla data del 26/04/2010 non saranno richiedibili e sanzionabili le inottemperanze agli obblighi specificamente previsti dal Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008, ma resteranno validi, richiedibili e sanzionabili i principi generali affermati nel Titolo I e nel Capo I del Titolo VIII.

In questo contesto, data anche la vicinanza temporale con la scadenza legislativa, si raccomanda sin da ora di utilizzare le disposizioni del Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008.

5.04 - Quali sono i rischi per la salute e la sicurezza che si vogliono prevenire ?

In generale i rischi che la legislazione intende prevenire sono quelli per la salute e la sicurezza che possono derivare dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali o dal loro impiego durante il lavoro, con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute.

La tipologia di effetti dell'esposizione dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione incidente, mentre dall'intensità dipendono sia la possibilità che questi effetti si verifichino che la loro gravità.

L'interazione della radiazione ottica con l'occhio e la cute può provocare conseguenze dannose come riportato nella **Tabella 4.1** a seguito.

Tabella 4.1: principali effetti dannosi della radiazione ottica sull'occhio e la pelle

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

Oltre ai rischi per la salute dovuti all'esposizione diretta alle radiazioni ottiche artificiali esistono ulteriori rischi indiretti, quali:

- sovraesposizione a luce visibile: disturbi temporanei visivi, quali abbagliamento, accecamento temporaneo;
 - rischi di incendio e di esplosione innescati dalle sorgenti stesse e/o dal fascio di radiazione;
- e ulteriori rischi associati alle apparecchiature/lavorazioni che utilizzano ROA quali stress termico, contatti con superfici calde, rischi di natura elettrica

Poiché le sorgenti laser possono generare radiazioni di elevatissima intensità, i danni conseguenti possono risultare estremamente gravi.

Per alcuni tipi di sorgenti laser vanno presi in considerazione anche rischi di natura chimica e biologica (nei laser a coloranti; nei fumi, aerosol e polveri associati all'impiego), rischi correlati all'uso di sistemi criogenici (es.: dovuti ai gas di raffreddamento della sorgente) e di radiazioni collaterali (ionizzanti e ottiche) concomitanti al funzionamento della sorgente stessa.

5.05 - Quali caratteristiche deve avere il “personale adeguatamente qualificato” che effettua la valutazione del rischio ?

Fermi restando i principi generali fissati dal Titolo I del DLgs.81/2008, i riferimenti legislativi vanno ricercati tanto nell'art.32 quanto nell'art.181 del DLgs.81/2008 ove si afferma che il personale qualificato deve avere specifiche conoscenze in materia di rischi da agenti fisici. In questo contesto la dicitura “personale qualificato” definisce correntemente un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento.

In assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso, sui soggetti (enti/aziende) autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il “personale qualificato” essenzialmente sulla base del curriculum (richiedendo un curriculum specifico nel settore ed in particolare la partecipazione ad almeno un corso teorico-pratico sulla materia), del rispetto delle norme di buona tecnica e di buona prassi (apparecchiature adeguate, modalità tecniche appropriate) e del prodotto finale del proprio lavoro (una relazione tecnica con tutti gli elementi richiesti dal Capo V, Titolo VIII, DLgs.81/2008; vedi **Punto 5.20**).

Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nei documenti “*La figura professionale dell'esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz–300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente*” e “*Profili professionali degli Esperti per la valutazione delle radiazioni ottiche non coerenti-ERO e coerenti-ASL/TSL*” redatti a cura della CIIP (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) e disponibili sul sito web della Consulta medesima (<http://www.ospedalesicuro.eu/>) che, in particolare definiscono i profili professionali dell'Esperto nella valutazione dei rischi derivanti da Radiazioni Ottiche non coerenti (ERO), dell'Addetto alla Sicurezza Laser in ambito sanitario (ASL) e del Tecnico per la Sicurezza Laser negli ambiti industriali, di ricerca e nei settori civili e ambientali (TSL).

5.06 – Come si può effettuare la valutazione del rischio di esposizione alle ROA ?

Per effettuare la valutazione del rischio di esposizione alle ROA lo schema di flusso consigliato è il seguente:

- Conoscenza delle sorgenti: è necessario preliminarmente censire le sorgenti ROA (attenzione a non limitarsi a consultare inventari spesso non correttamente aggiornati) ed acquisirne i dati forniti dai fabbricanti o, in loro assenza, da documenti tecnici o lavori presenti in Letteratura che trattano sorgenti analoghe. Utilizzare, ove disponibile, la classificazione delle sorgenti secondo le norme tecniche specifiche o la conformità a standard tecnici, può consentire la “giustificazione” che permette di non effettuare una valutazione approfondita del rischio in quanto trascurabile (vedi **Punto 5.07**), ovvero di stabilire direttamente (senza effettuare misurazioni - vedi **Punto 5.13**) il superamento o meno dei valori limite.
- Conoscenza delle modalità espositive: tutte le attività che comportano o possono comportare l'impiego di sorgenti ROA devono essere censite e conosciute a fondo; in particolare devono essere individuate le tipologie di sorgenti, le modalità di impiego ed i luoghi in cui sono operanti, acquisendo, se possibile, i “layout” o le planimetrie dove sono installate le sorgenti. Per potere valutare i lavoratori a rischio e la loro effettiva esposizione è importante acquisire anche i tempi,

le distanze e le modalità di esposizione per le sorgenti non coerenti, mentre per quelle laser è importante verificare anche eventuali riflessioni.

- Esecuzione di misure: nel caso non siano disponibili i dati del fabbricante o non vi siano riferimenti a standard tecnici specifici, è necessario effettuare delle misure strumentali secondo le indicazioni fornite da norme tecniche specifiche (vedi **Punti 5.14 e 5.15**). Le misure devono essere eseguite con strumentazione adeguatamente tarata, dotata di caratteristiche idonee ai parametri da rilevare (vedi **Punto 5.17**).
- Esecuzione di calcoli: partendo dai dati forniti dal fabbricante, dai dati di letteratura o dai valori misurati, mediante appositi calcoli si ottengono le grandezze necessarie al confronto con i valori limite (es.: dall'irradianza spettrale fornita dal costruttore o misurata, si stima l'irradianza efficace).
- Confronto con i valori limite: i risultati acquisiti dalle fasi precedenti (dai dati dei produttori, dai dati di bibliografia, da misure strumentali o da calcoli) devono essere confrontati con i valori limite previsti nell'Allegato XXXVII del DLgs.81/2008 per stabilire il possibile superamento o meno di tali valori.

Utili riferimenti per la conduzione della valutazione del rischio da ROA non coerenti sono presenti nell'allegato A delle norme UNI EN 14255-1 e UNI EN 14255-2. Tale approccio può essere esteso alla valutazione del rischio da radiazioni laser che ha valido riferimento anche nella norma CEI EN 60825-1 e nelle guide per l'utilizzatore (CEI 76 fascicolo 3849R e fascicolo 3850R per le varie applicazioni) e nella norma CEI 76-6 (identica alla IEC 60825-8) fascicolo 5928 sulle problematiche nelle applicazioni mediche.

5.07 - Quali sono le condizioni nelle quali la valutazione del rischio può concludersi con la “giustificazione” secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata ?

Costituisce esperienza condivisa che talune sorgenti di radiazioni ottiche, nelle corrette condizioni d'impiego, non danno luogo ad esposizioni tali da presentare rischi per la salute e la sicurezza. In questi casi è giustificato non dover procedere ad una valutazione del rischio più dettagliata.

Richiamato che inizialmente occorre sempre individuare (censire) ogni sorgente di radiazione ottica artificiale (vedi **Punto 5.06**), il termine “giustificazione” riportato dal legislatore nell'art.181, comma 3, si riferisce a tutte quelle situazioni espositive per le quali non è necessario effettuare un approfondimento della valutazione. D'altra parte l'approfondimento della valutazione è necessario in tutti quei casi di esposizione a ROA i cui effetti negativi non possono essere ragionevolmente esclusi.

Sono giustificabili tutte le apparecchiature che emettono radiazione ottica non coerente classificate nella *categoria 0* secondo lo standard UNI EN 12198:2009 (vedi **Punto 5.11**), così come le lampade e i sistemi di lampade, anche a LED, classificate nel gruppo “*Esente*” dalla norma CEI EN 62471:2009 (vedi anche **Punto 5.11 e Punto 5.13**)^{3,4}.

Esempio di sorgenti di gruppo “*Esente*” sono l'illuminazione standard per uso domestico e di ufficio, i monitor dei computer, i display, le fotocopiatrici, le lampade e i cartelli di segnalazione luminosa. Sorgenti analoghe, anche in assenza della suddetta classificazione, nelle corrette condizioni di impiego si possono “giustificare”.

³ Dato che i criteri su cui si basano le norme possono in alcuni casi non essere sovrapponibili a quelli del DLgs.81/2008, può accadere che apparecchiature in categoria 0 o lampade esenti possano far superare i valori limite di esposizione (vedi banda UVA e danno termico retinico).

⁴ Poiché le norme tecniche citate in questo capoverso sono di recente emanazione, per tutte le sorgenti antecedenti ad esse si consiglia di rivolgersi al fabbricante per ottenere le necessarie informazioni. In mancanza di queste, occorrerà procedere con una valutazione del rischio più approfondita.

Tutte le sorgenti che emettono radiazione laser classificate nelle classi 1 e 2 (attenzione: non 1M e 2M, ma neppure le apparecchiature di classe 1 o 2 che contengono sorgenti di classe superiore: vedi **Punto 5.13**) secondo lo standard IEC 60825-1 (vedi **ALLEGATO 1**) sono giustificabili. Per le altre sorgenti occorrerà effettuare una valutazione del rischio più approfondita.

5.08 - E' disponibile un elenco di situazioni lavorative che devono essere certamente valutate ?

La **Tabella 8.1** riporta le principali sorgenti non coerenti di radiazione ottica che vanno valutate ai fini della prevenzione del rischio per i lavoratori. Le sorgenti di radiazioni UV sono tratte dalla pubblicazione edita dall'ICNIRP dal titolo *Protecting workers from ultraviolet radiation (ICNIRP 14/2007)*.

Tabella 8.1: Principali sorgenti ROA non coerenti delle quali si dovrebbe approfondire la valutazione del rischio

Sorgente	Possibilità di sovraesposizione	Note
Arco elettrico (saldatura elettrica)	Molto elevata	Le saldature ad arco elettrico (tranne quelle a gas) a prescindere dal metallo, possono superare i valori limite previsti per la radiazione UV per tempi di esposizione dell'ordine delle decine di secondi a distanza di un metro dall'arco. I lavoratori, le persone presenti e di passaggio possono essere sovraesposti in assenza di adeguati precauzioni tecnico-organizzative
Lampade germicide per sterilizzazione e disinfezione	Elevata	Gli UVC emessi dalle lampade sono utilizzati per sterilizzare aree di lavoro e locali in ospedali, industrie alimentari e laboratori
Lampade per fotoindurimento di polimeri, fotoincisione, "curing"	Media	Le sorgenti UV sono usualmente posizionate all'interno di apparecchiature, ma l'eventuale radiazione che può fuoriuscire attraverso aperture o fessure è in grado di superare i limiti in poche decine di secondi
"Luce Nera" usata nei dispositivi di test e controllo non distruttivi (eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente" secondo CEI EN 62471:2009)	Bassa – Media o Elevata in relazione all'applicazione	Il rischio è riconducibile all'emissione di UVA associata alla radiazione visibile Lampade UVA sono utilizzate in dispositivi quali quelli dedicati al controllo e all'ispezione dei materiali o per il controllo delle banconote; analoghe sorgenti sono usate nei locali per intrattenimento quali discoteche, pub e nei concerti. I sistemi impiegati in metallurgia, superano il limite per l'esposizione a UVA per tempi dell'ordine di 1 – 2 ore, rispetto ad attività che possono essere protratte per tutto il turno lavorativo.
Lampade/sistemi LED per fototerapia	Elevata	La radiazione UV è utilizzata per le terapie in dermatologia e la "luce blu" è utilizzata nell'ambito di attività sanitarie (es.: fototerapia dell'ittero neonatale, chirurgia refrattiva).
Lampade ad alogenuri metallici	Bassa (Elevata se visione diretta)	Sono utilizzate nei teatri, in ambienti vasti (es.: supermercati) e aperti per l'illuminazione esterna e possono superare sia i limiti per gli UV che per la radiazione visibile e in particolare per la "luce blu" per visione diretta della sorgente
Fari di veicoli	Bassa (Elevata se visione diretta)	Possibile sovraesposizione da luce blu per visione diretta protratta per più di 5-10 minuti: potenzialmente esposti i lavoratori delle officine di riparazione auto
Lampade scialitiche da sala operatoria	Bassa (Elevata se visione diretta)	Per talune lampade i valori limite di esposizione per luce blu possono essere superati in 30 minuti in condizioni di visione diretta della sorgente
Lampade abbronzanti	Media – Elevata	Le sorgenti utilizzate in ambito estetico per l'abbronzatura possono emettere sia UVA che UVB, i cui contributi relativi variano a seconda della loro tipologia (vedi ALLEGATO 2). Queste sorgenti superano i limiti per i lavoratori per esposizioni dell'ordine dei minuti.

Lampade per usi particolari eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente"	Media – Elevata	Si tratta di lampade fluorescenti non per illuminazione generale quali quelle utilizzate in acquari e terrari. Queste lampade presentano elevate irradianze UVB che possono portare a sovraesposizione in pochi minuti, soprattutto a distanze ravvicinate.
Lampade per uso generale e lampade speciali classificate nei gruppi 1,2,3 ai sensi della norma CEI EN 62471:2009	Bassa-Media-Elevata in relazione alla classificazione	Inclusi sistemi LED
Corpi incandescenti quali metallo o vetro fuso, ad esempio nei crogiuoli dei forni di fusione con corpo incandescente a vista e loro lavorazione	Elevata-Molto elevata	Nel corso della colata e in prossimità dei crogiuoli le esposizioni a IRB-IRC possono superare i valori limite per tempi di esposizione dell'ordine di pochi secondi.
Riscaldatori radiativi a lampade	Medio-basso	Emissioni di radiazioni infrarosse potenzialmente superiori ai valori limite
Apparecchiature con sorgenti IPL per uso medico o estetico	Elevata-Molto elevata	Emissioni di radiazioni ottiche potenzialmente molto superiori ai valori limite anche per pochi secondi

Per quanto riguarda la radiazione laser, tutte le apparecchiature che emettono radiazione ottica coerente classificate nelle classi 1M, 2M 3R, 3B e 4 (nella nuova classificazione) o nelle classi 3A, 3B e 4 (nella vecchia classificazione) secondo lo standard IEC 60825-1 (vedi **ALLEGATO 1**) vanno valutate.

In alcuni casi, ad esempio nella lavorazione di materiali con sorgenti laser, possono essere prodotte emissioni secondarie non coerenti, che devono essere valutate.

5.09 - Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio ?

L'articolo 216 del DLgs.81/08 precisa che *"il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori..."* in conformità alle norme CIE e CEN per quanto riguarda le radiazioni non coerenti e le norme IEC per i laser.

Allo stato attuale i riferimenti per le misurazioni delle radiazioni ottiche non coerenti sono:

- UNI EN 14255-1:2005 per gli UV;
- UNI EN 14255-2:2006 per il visibile e l'infrarosso;
- UNI EN 14255-4:2007 sulla terminologia e le grandezze da utilizzare per le misurazioni.

È anche utile ricordare la pubblicazione ICNIRP *"Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3 μm)"* pubblicata su *Health Physics, September 1997, Vol.73, N.3* e scaricabile dal sito dell'ICNIRP: www.icnirp.org/documents/broadband.pdf.

I valori limite di esposizione (VLE) per le ROA non coerenti sono contenuti nell'Allegato XXXVII-Parte I del DLgs.81/2008.

Altre norme che trattano la valutazione e la misura in ambiti specifici sono:

- UNI EN 12198-1:2009 / UNI EN 12198-2:2009 / UNI EN 12198-3:2008 per le radiazioni emesse dal macchinario;
- CEI EN 62471:2009 per la valutazione della sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampade.

Allo stato attuale i riferimenti per le misurazioni delle radiazioni laser sono le norme CEI-EN 60825-1:2009 fascicolo 9891 (anche denominata "nuova classificazione") e CEI-EN 60825-1 fascicolo 4405 R (anche denominata "vecchia classificazione").

I VLE per le ROA coerenti sono contenuti nell'Allegato XXXVII-Parte II del DLgs.81/2008.

Altre norme che trattano la valutazione e la misura in ambiti specifici sono:

- UNI EN ISO 11553-1:2009 / UNI EN ISO 11553-2:2009 sui requisiti di sicurezza per macchine laser e laser portatili.
- UNI EN ISO 11554:2008 sui metodi di prova per determinare la potenza e l'energia di fasci laser ad onda continua e ad impulsi

Tanto per le radiazioni laser quanto per quelle non coerenti, ulteriori fonti di cui tenere conto sono le informazioni reperibili in pubblicazioni scientifiche ed i dati della sorveglianza sanitaria dove attuata (art.216, c.2, lettera h).

5.10 - Come gestire la valutazione del rischio per i soggetti particolarmente sensibili ?

Il rispetto dei valori limite di esposizione non necessariamente tutela taluni dei soggetti particolarmente sensibili indicati al **Punto 5.24** (si vedano le pubblicazioni ICNIRP “*Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation ...*”, pagg. 174-175 e pag.185 e “*Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3 μm)*”, pag.551.

La valutazione del rischio per questi soggetti andrà effettuata in strettissimo collegamento con il Medico Competente.

5.11 – In quali casi e con quali modalità i fabbricanti sono tenuti a fornire informazioni sui livelli di emissione di ROA ?

Le attrezzature che emettono radiazioni ottiche artificiali devono essere corredate dalle informazioni sulle emissioni, in conformità a specifiche norme tecniche che fanno riferimento ai seguenti filoni principali:

- la direttiva europea 2006/42/CE (nuova direttiva macchine) recepita con il DLgs.27/01/2010 n.17, in vigore dal 06/03/2010 (che ha sostituito la precedente direttiva macchine, la 98/37/CE, recepita con DPR 459/96);
- la direttiva 93/42/CE (direttiva dispositivi medici) recepita con DLgs.46/97, in vigore fino al 20/03/2010; dopo tale data il riferimento sarà alla Direttiva 2007/47/CE, in attesa di recepimento, e alla direttiva 98/79/CE (direttiva dispositivi medici diagnostici *in vitro*), recepita con DLgs.332/00, attualmente in vigore.

Tra le categorie di attrezzature non ricomprese dalle suddette norme principali, ricordiamo invece le lampade e i sistemi di lampade, anche a LED, per le quali il riferimento è alla direttiva 2006/95/CE (direttiva bassa tensione) ed i lettini abbronzanti e le lampade UV per uso estetico, per i quali si rimanda all'**ALLEGATO 2**.

Radiazioni ottiche non coerenti

Il DLgs. 27/01/2010 n.17 prevede che se una **macchina** emette radiazioni non ionizzanti (quindi comprese anche le ROA) che possono nuocere all'operatore o alle persone esposte, soprattutto se portatrici di dispositivi medici impiantati (per le ROA: il cristallino artificiale), il costruttore deve riportare nel manuale di istruzioni le relative informazioni.

Qualora manchino norme specifiche di prodotto, la norma UNI EN 12198:2009 consente al fabbricante di assegnare alla macchina una categoria in funzione del livello di emissione di radiazioni secondo i valori riportati nella appendice B della suddetta norma. Sono contemplate tre categorie di emissione, per le quali sono previste diverse misure di protezione, informazione, addestramento, riassunte nella **Tabella 11.1**:

Tabella 11.1

Categoria	Restrizioni e misure di protezione	Informazioni e addestramento
0	Nessuna restrizione	Nessuna informazione necessaria
1	Restrizioni: possono essere necessarie la limitazione dell'accesso e misure di protezione	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari
2	Restrizioni speciali e misure di protezione sono essenziali	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari; l'addestramento può essere necessario

Le macchine rientranti nelle categorie 1 e 2 devono riportare una marcatura specifica comprendente i seguenti elementi:

- il segnale di sicurezza rappresentante il tipo di emissione di radiazione;
- il numero di categoria (categoria 1 o categoria 2);
- il riferimento alla norma UNI EN 12198:2009.

In **Figura 11.2** è mostrato ad esempio una marcatura specifica per una apparecchiatura di categoria 1.

Figura 11.2

Si ricorda che la norma UNI EN 12198-1:2009 non riguarda l'emissione di radiazione laser né le sorgenti di radiazione fissate a una macchina che sono utilizzate unicamente per l'illuminazione (sorgenti luminose primarie o lampade).

Le lampade e i sistemi di lampade sono invece classificati in 4 gruppi (le 4 classi di rischio evidenziate in **Tabella 11.3**) secondo lo standard CEI EN 62471:2009. Questa norma prevede metodi di misura e classificazione ed anche se non definisce vincoli specifici per la marcatura, rappresenta attualmente lo stato dell'arte in termini di informazioni sulla sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampade (compresi i LED).

Tabella 11.3

Gruppo	Stima del Rischio
<i>Esente</i>	Nessun rischio fotobiologico
<i>Gruppo 1</i>	Nessun rischio fotobiologico nelle normali condizioni di impiego
<i>Gruppo 2</i>	Non presenta rischio in condizioni di riflesso naturale di avversione alla luce o effetti termici
<i>Gruppo 3</i>	Pericoloso anche per esposizioni momentanee

Per quanto riguarda i **dispositivi medici** (ad es. apparecchiature per diagnosi e terapia) ed i dispositivi medici diagnostici in vitro (ad es. apparecchiature di laboratorio, cappe di manipolazione) il fabbricante è tenuto a dichiararne la conformità ai requisiti delle pertinenti Direttive attenendosi alle prescrizioni in esse contenute, in relazione ai rischi e alle emissioni di radiazioni ottiche potenzialmente pericolose (allegato I, par. 11 della Direttiva 93/42/CE o

2007/47/CE dal 21 marzo 2010 e allegato I, par. 5 e par. 8 della Direttiva 98/79/CE). In particolare, il fabbricante deve fornire le indicazioni nella documentazione allegata al dispositivo circa la corretta installazione, le avvertenze e/o le precauzioni da prendere per l'uso, le specifiche istruzioni di utilizzazione, le informazioni necessarie riguardanti la natura, il tipo, l'intensità e la distribuzione delle radiazioni ed una pertinente etichettatura. I fabbricanti sono inoltre tenuti ad indicare la conformità a specifiche norme di prodotto (IEC, EN, UNI, CEI) ove esistenti.

Radiazioni laser

Anche in questo caso, quando una **macchina** emette radiazioni che possono nuocere all'operatore o alle persone esposte, soprattutto se portatrici di dispositivi medici impiantati (per le ROA: il cristallino artificiale), il costruttore deve riportare nel manuale di istruzioni le relative informazioni. Ogni qual volta si utilizzino apparecchiature che emettono radiazioni laser, i fabbricanti sono tenuti a fornire informazioni: classificazione, targhettatura e indicazione dei requisiti di sicurezza.

Le norme UNI EN ISO 11553-1 e UNI EN ISO 11553-2 del 2009 sono le norme armonizzate che trattano dei requisiti generali di sicurezza delle macchine laser e dei laser portatili.

Per la classificazione, la targhettatura, i requisiti tecnici di sicurezza necessari in funzione della classe di appartenenza, le informazioni per l'utilizzatore, le norme UNI EN ISO 11553-1 e UNI EN ISO 11553-2:2009 rimandano alla CEI-EN 60825-1:2009 (vedi **ALLEGATO 1**) che precisa anche i valori di LEA (limite di emissione accessibile, vale a dire livello massimo di radiazioni emesso corrispondente alla classe del laser).

Dal punto di vista delle informazioni di sicurezza il fabbricante deve apporre una o più targhette su ogni apparecchio laser. Al simbolo che riporta il pittogramma del laser (vedi **Figura 11.4**) deve essere associata, tranne che per la classe 1, una ulteriore targhetta (vedi esempio in **Figura 11.5**) che riporta:

- gli avvertimenti relativi all'utilizzo in sicurezza del laser;
- la classe del laser, la massima potenza della radiazione laser emessa, le lunghezze d'onda emesse, la durata dell'impulso (se il caso);
- la norma usata per la classificazione.
- se l'emissione della radiazione laser è invisibile (esterna, totalmente o in parte, all'intervallo delle lunghezze d'onda della radiazione visibile) deve essere indicato sulla targhetta.

Ad ogni protezione che, una volta rimossa o spostata, permetta l'accesso ad una radiazione laser che supera il LEA della classe 1 devono essere affisse ulteriori targhette. Per la classe 1 e la classe 1M, invece che sulle targhette affisse sull'apparecchio, le indicazioni possono essere incluse nelle informazioni per l'utilizzatore.

Inoltre, se durante le operazioni di assistenza alla macchina possono essere superati i LEA della classe 1, il costruttore deve comunque indicare sul libretto di uso e manutenzione tutte le informazioni sulla classe del laser, sulle caratteristiche della radiazione emessa e le relative procedure di sicurezza da adottare in ogni possibile circostanza.

Quando la protezione degli occhi risulta indispensabile, anche solo per talune operazioni, devono essere fornite dal costruttore anche tutte le indicazioni necessarie per la scelta di DPI oculari (vedi **ALLEGATO 6**).

Figura 11.4

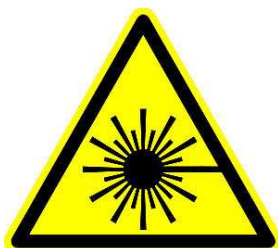


Figura 11.5



Per quanto riguarda i **dispositivi medici** ed i dispositivi medici diagnostici *in vitro* le regole di classificazione delle sorgenti sono le stesse utilizzate per le “macchine” mentre per quanto riguarda targhettatura e indicazioni dei requisiti di sicurezza si deve far riferimento all'allegato I, par. 11 della 93/42/CE o 2007/47/CE dal 21 marzo 2010 e allegato I, par. 5 e par. 8 della 98/79/CE.

La norma IEC 60601-2-22:2007 (attenzione: la norma CEI attualmente in vigore è ancora la 60601-2-22:1997) sugli apparecchi elettromedicali tratta della sicurezza degli apparecchi laser terapeutici e diagnostici di sola classe 3B e 4.

5.12 Ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario misurare e/o calcolare ?

Secondo l'art.216 del D.Lgs.81/2008, nell'ambito della valutazione dei rischi il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori.

Essendo le misurazioni strumentali generalmente costose sia in termini economici che di tempo, è da preferire, quando possibile, la valutazione dei rischi che non richieda misurazioni.

Innanzitutto occorre verificare se le sorgenti sono “giustificabili” secondo quanto evidenziato al **Punto 5.07**.

Se le sorgenti non sono giustificabili, la valutazione senza misurazioni può essere effettuata quando si è in possesso di dati tecnici forniti dal fabbricante (comprese le classificazioni delle sorgenti o delle macchine secondo le norme tecniche pertinenti), o di dati in letteratura scientifica o di dati riferiti a situazioni espositive analoghe.

Anche l'analisi preliminare della situazione lavorativa e della sorgente talvolta permettono di evitare la necessità di effettuare le misure. In questo caso, in generale è necessario conoscere e riportare nel documento di valutazione dei rischi:

- il numero, la posizione e la tipologia delle sorgenti da considerare,
- la possibilità di riflessioni (scattering) della radiazione da pareti, apparecchiature, oggetti contenuti nell'ambiente;
- i dati spettrali della sorgente; lo spettro può essere determinato ricavandolo dalle specifiche tecniche fornite dal costruttore;
- se l'emissione della sorgente è costante o variabile;
- la distanza operatore-sorgente e le caratteristiche del campo visivo professionale;
- il tempo di permanenza dell'operatore nella posizione esposta.

A titolo di esempio le misure o i calcoli non si rendono necessari:

- nel caso delle saldatrici ad arco, dove è noto che con qualsiasi corrente di saldatura e su qualsiasi supporto i tempi per cui si raggiunge una sovraesposizione per il lavoratore addetto risultano dell'ordine delle decine di secondi. Pertanto, pur essendo il rischio estremamente elevato, l'effettuazione delle misure e la determinazione esatta dei tempi di esposizione è del tutto superflua per l'operatore addetto; ulteriori valutazioni possono essere richieste se l'addetto alla saldatura deve essere assistito da altro personale o opera in prossimità di altri;
- nel caso di sorgenti classificate in accordo con lo standard UNI EN 12198:2009 (per le macchine) o lo standard CEI EN 62471:2009 (lampade o sistemi di lampade) dove i dati di classificazione consentono una ragionevole valutazione dei livelli di esposizione.

5.13 Come si effettua la valutazione dei livelli di esposizione senza eseguire misure?

Radiazioni ottiche non coerenti

Nel caso di ROA non coerenti emesse da macchine, la classificazione in categorie secondo la norma UNI EN 12198-1:2009 stabilisce una relazione con la pertinente irradianza efficace. Nelle appendici B2, B4 e B5 di tale norma sono riportate le tabelle di correlazione tra i valori

dell'irradianza e la categoria della macchina per i diversi tipi di radiazione ottica (UV, VIS, IR). Qualora il fabbricante fornisca il valore dell'irradianza o della radianza, si potrà effettuare il confronto con i valori limite riportati in Allegato XXXVII, parte 1 del DLgs.81/2008, se del caso con gli opportuni calcoli. Se invece viene fornita solo la categoria (com'è sufficiente per il rispetto della norma), per il confronto con i limiti di Legge, nel caso di apparati di categoria 1, si potrà prudenzialmente utilizzare il valore più elevato di irradianza o radianza dell'intervallo riportato nell'appendice della norma tecnica. Per quelle di categoria 2, poiché non vengono definiti valori di irradianza o radianza massimi, ma solo maggiori di una soglia, per accertarsi del rispetto dei valori limite si dovranno eseguire delle misure strumentali.

Nel caso di esposizione a lampade o sistemi di lampade la valutazione può essere eseguita a partire, ove disponibile, dalla classificazione del fabbricante secondo la norma CEI EN 62471:2009, confrontando i tempi di esposizione (per gli occhi: visione diretta della sorgente da parte dei lavoratori) con i tempi massimi indicati nella norma oppure i valori di emissione della classe con i valori limite dell'Allegato XXXVII, se del caso con gli opportuni calcoli. Per quelle di categoria 3, per accertarsi del rispetto dei valori limite si dovranno eseguire delle misure strumentali.

La classificazione di sicurezza, pur essendo uno strumento di fondamentale importanza per lo studio e la valutazione delle ROA emesse dalle sorgenti, presenta i seguenti limiti:

- si riferisce alla radiazione ottica emessa, che non necessariamente coincide con il livello di esposizione del lavoratore;
- non tiene conto di rischi addizionali, come il rischio elettrico, radiazione collaterale, fumi, rumore, ecc...;
- si riferisce all'uso normale del prodotto e non si applica alla manutenzione o all'assistenza, o quando il dispositivo originale è parte di una installazione complessa;
- si riferisce al singolo prodotto e non tiene conto di esposizioni cumulative a sorgenti multiple;
- non tiene conto dell'eventuale attenuazione supplementare fornita dall'apparecchio illuminante.

I prodotti sono classificati a una distanza che produce una illuminanza di 500 lux per i sistemi di illuminazione generale e a 200 mm dalla sorgente per le altre applicazioni: può non essere rappresentativa di tutte le condizioni d'uso

In generale, in assenza di informazioni precise la valutazione dei livelli di esposizione deve avvenire mediante misurazioni strumentali.

Nel caso dei dispositivi medici e per i dispositivi diagnostici in vitro vale quanto indicato nel **Punto 5.11** e il confronto con i valori limite avviene o direttamente con il dato fornito dal fabbricante o con la grandezza da questo calcolata.

Radiazioni laser

Nel caso di radiazioni laser emesse da macchine, la classificazione riportata nella norma CEI EN 60825-1:2009 stabilisce una relazione con il livello di radiazione emesso. In tale norma sono riportate le tabelle di correlazione tra la classe di rischio della macchina e i valori del livello di radiazione emessa per i diversi tipi di radiazione ottica (UV, VIS, IR). Qualora il fabbricante fornisca il valore del livello di radiazione emesso si potrà effettuare il confronto con i corrispondenti valori limite riportati in Allegato XXXVII, parte 2 del DLgs.81/2008, se del caso con gli opportuni calcoli.

Se invece viene fornita solo la classificazione (com'è sufficiente per il rispetto della norma), bisogna sottolineare che si è certi del non superamento dei valori limite solo se si ha a che fare con laser della classe 1 e della classe 2⁵. In tutti gli altri casi il superamento può verificarsi tutte le volte

⁵ in realtà un laser di classe 2 può presentare rischi maggiori della classe 1 per esposizioni che durino più di 0,25 s e a condizione che non intervenga il riflesso istintivo di avversione alla luce (in classe 2 ci sono solo i laser che emettono nel visibile). I laser di classe 2 possono dunque essere considerati di rischio "nullo" (anche se sarebbe preferibile parlare di "rischio trascurabile") e come tali giustificabili (nel senso che non bisogna approfondire la valutazione dei rischi), a

che il raggio intercetta l'occhio (per i laser di Classe 1M, 2M, 3A, 3R, 3B e 4) e potrebbe avvenire per la cute (sicuramente per le attrezzature di Classe 4, da valutarsi negli altri casi). Se però il raggio non intercetta mai (né occasionalmente, né accidentalmente) l'occhio o la cute, i valori limite sono rispettati anche in presenza di laser di Classe 1M, 2M, 3A, 3R, 3B e 4.

In questi casi la valutazione effettuata osservando le modalità lavorative e di esposizione in rapporto alla Classe del laser in uso può stabilire se i valori limite sono superati senza misurazioni.

È da precisare tuttavia che non è sufficiente soffermarsi sulla classificazione che riguarda gli apparati laser, ma occorre considerare anche quella dei sistemi laser che eventualmente li contengono. Quando sono presenti laser di elevata potenza all'interno di sistemi laser classificati come non pericolosi, in quanto racchiusi con barriere e sistemi di protezione adeguati, bisogna tenere presente che nel momento in cui si accede, superando le protezioni alle aree prossime alla sorgente, ad. es. per operazioni di manutenzione, pulitura, allineamento delle ottiche, il lavoratore si può trovare di fronte ad una sorgente di Classe più elevata, ad es. la 4, e la valutazione del rischio per questi operatori deve necessariamente considerare tale evenienza.

5.14 - Come si effettua la valutazione dei livelli di esposizione eseguendo misure?

Radiazioni ottiche non coerenti

Se è noto che la sorgente non emette radiazione UV, ma ha un'emissione essenzialmente nel visibile e vicino infrarosso, è possibile effettuare una misurazione preliminare di luminanza della stessa o di ricavarla da una misura di illuminamento effettuata con un normale luxmetro (da cui calcolare poi la luminanza). Infatti, se la luminanza di una sorgente non supera le 10.000 cd/m^2 , non saranno superati i relativi limiti previsti a tutela del rischio retinico (ICNIRP, "*Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm)*").

Questa procedura, che prevede comunque un semplice calcolo e una semplice misura, è certamente un approccio meno oneroso alla caratterizzazione spettroradiometrica della sorgente.

Negli altri casi, metodi validi per effettuare le misure sono gli stessi riportati nelle norme citate al **Punto 5.09**.

Radiazioni laser

Ad eccezione delle sorgenti giustificabili (vedi **Punto 5.07**) e di quelle situazioni nelle quali dai dati disponibili è possibile ottenere i valori di confronto con i livelli limite dell'Allegato XXXVII la valutazione dei livelli di esposizione si effettua mediante misurazioni.

Indicazioni tecniche e operative per effettuare le misure sono riportati nella norma CEI EN 60825-1. Qualora vi siano più valori limite di esposizione applicabili ad una data sorgente o condizione di lavoro, è sufficiente procedere ad una verifica con misure del valore limite più restrittivo.

5.15 - Quali sono le specifiche indicazioni per le misurazioni di esposizioni a sorgenti pulsate di radiazioni coerenti e non coerenti ?

Le indicazioni metodologiche per l'effettuazione delle misurazioni per questo tipo di sorgenti sono riportate nelle norme:

- CEI EN 62471:2009 *Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade*
- CEI EN 60825-1:2009 *Sicurezza degli apparecchi laser*

patto che il lavoratore sia informato del fatto (come del resto deve essere scritto sulle targhette) che non deve fissare intenzionalmente il fascio

5.16 - Come interpretare i valori limite presenti nelle tabelle dell'Allegato XXXVII del DLgs.81/2008 ?

I valori limite di esposizione alle radiazioni ottiche sono correlati direttamente ai possibili effetti sulla salute che sono stati accertati nelle esperienze lavorative sulla base di considerazioni di natura prettamente biologica: il rispetto di questi limiti fornisce un elevato livello di protezione della salute per i lavoratori esposti. Questi valori limite permettono anche di valutare il tempo massimo di permanenza in un ambiente ove sia possibile una esposizione, misurabile o calcolabile, a radiazioni non coerenti o laser senza subire danni alla salute.

Per i danni a lungo termine si rimanda per un maggiore approfondimento all'**ALLEGATO 3**.

A differenza di quanto avviene per i campi elettromagnetici e per le radiazioni ionizzanti, per le ROA non esistono ulteriori livelli di protezione per la popolazione.

I VLE per le radiazioni non coerenti emesse da sorgenti artificiali sono riportati nell'Allegato XXXVII-Parte I quelle delle radiazioni laser nell'Allegato XXXVII-Parte II. Le formule e i parametri da utilizzare per la valutazione dell'esposizione dipendono dall'intervallo di lunghezza d'onda in cui si colloca lo spettro della radiazione emessa dalla sorgente, dalle caratteristiche di emissione e da quelle di esposizione. I risultati delle valutazioni dell'esposizione devono essere poi confrontati con i corrispondenti valori limite delle grandezze radiometriche considerate e indicati negli allegati citati.

Per una determinata sorgente di radiazioni ottiche possono essere pertinenti differenti valori limite di esposizione che in questo caso devono essere tutti rispettati contemporaneamente.

5.17 – Quali sono le tipologie degli strumenti di misura e qual è la periodicità della taratura ?

La strumentazione per la misura delle grandezze fisiche relative alle ROA non coerenti (irradianza efficace, radianza efficace, esposizione radiante efficace) deve essere in grado di acquisire la distribuzione spettrale della potenza irradiata da una sorgente (o ricevuta da una superficie) oppure le corrispondenti grandezze integrate nell'intervallo spettrale pertinente alla grandezza efficace da misurare. Nel primo caso la strumentazione sarà costituita da uno spettroradiometro; nel secondo, da un radiometro a larga banda. Tali strumenti dovranno essere dotati di un'opportuna ottica di raccolta delle radiazioni: un correttore di coseno o una sfera integratrice qualora si debbano fare misure di irradianza, un'ottica telescopica o un'ottica priva di lenti, ma dotata di diaframmi circolari che delimitino il campo di vista, nel caso si effettuino misure di radianza. Queste ottiche potranno essere solidali con lo spettroradiometro (o con la sonda del radiometro) o collegate allo strumento (rivelatore) mediante ottiche di collimazione e/o fibre ottiche. Le misure di esposizione radiante si otterranno integrando (off-line) per la durata dell'esposizione il dato di irradianza efficace, oppure verranno fornite automaticamente dalla strumentazione (dosimetro elettronico). Le sonde dei radiometri dovranno inoltre essere equipaggiate di filtri che riproducano la risposta spettrale dei pertinenti spettri d'azione così come definiti nell'Allegato XXXVII, parte I del DLgs.81/2008.

Gli spettroradiometri e i radiometri sono utilizzabili per tutto l'intervallo spettrale delle radiazioni ottiche, salvo il diverso tipo di sensore che equipaggerà lo strumento. In generale i sensori sensibili nel visibile potranno operare utilmente anche nell'UV, mentre i sensori sensibili alla radiazione IR si basano su una tecnologia diversa.

Sono molto apprezzati per le loro dimensioni compatte, la loro relativa economicità, la versatilità e facilità d'uso, gli spettroradiometri compatti a CCD (Charge Couplet Device).

Nel campo della radiazione laser, la strumentazione utilizzata per le misure della potenza e dell'energia della radiazione deve rispondere ad una serie di specifiche fissate nelle norme di buona tecnica, ed in particolare nella norma CEI 76-3 (CEI EN 61040).

Occorre poi ricordare che nel campo della radiazione ottica coerente, le misurazioni, oltre che per definire i livelli di esposizione, si effettuano anche per stabilire le misure di prevenzione e protezione (es.: caratteristiche degli schermi, dei DPI ecc.) o assumono un carattere di controllo di

qualità e la tipologia di strumenti di misura viene spesso decisa anche sulla base di tali esigenze. In **ALLEGATO 5** si riportano ad esempio i parametri che potrebbero essere valutati e le caratteristiche della strumentazione necessaria per i controlli di qualità delle apparecchiature laser medicali.

La periodicità della taratura non è fissata da leggi, ma si raccomanda in primo luogo di attenersi a quanto specificato dal costruttore nel manuale di impiego. In assenza di istruzioni specifiche, alla luce di quanto indicato dalle norme di buona tecnica metrologica, è importante che il laboratorio di misura effettui una taratura iniziale (all'acquisto della strumentazione) e adotti una periodicità massimo biennale per le tarature successive.

La taratura deve essere eseguita presso laboratori che garantiscano la riferibilità ai campioni internazionali di misura (centri SIT, EA o ILAC). Si ricorda che la taratura periodica delle apparecchiature e la riferibilità metrologica ai campioni nazionali e internazionali è un requisito indispensabile per l'accreditamento dei laboratori in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 o equivalente.

Ulteriori approfondimenti sulla scelta e sui requisiti della strumentazione di misura delle ROA sono riportati in **ALLEGATO 4**.

5.18 - Quali misure tecniche e organizzative adottare all'esito della valutazione ?

Scopo delle misure di tutela è quello di eliminare o ridurre al minimo tutti i rischi (diretti o indiretti) per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione a radiazioni ottiche di livello pericoloso ed eventuali altri rischi associati.

Il DLgs.81/2008 richiede che vengano adottate specifiche azioni di prevenzione solo qualora la valutazione evidenzi la possibilità di superamento dei VLE oppure la sorveglianza sanitaria evidenzi alterazioni apprezzabili dello stato di salute dei lavoratori correlate all'esposizione a ROA.

Radiazioni ottiche non coerenti

Oltre all'adozione delle misure di tutela previste dai manuali di istruzione delle attrezzature di lavoro (macchine) marcate CE, una volta verificata l'indispensabilità o insostituibilità della sorgente o dell'attività-sorgente, per limitare o prevenire l'esposizione, si possono adottare soluzioni tecniche e procedurali quali:

- 1) il contenimento della sorgente all'interno di ulteriori idonei alloggiamenti schermanti completamente ciechi oppure di attenuazione nota, in relazione alle lunghezze d'onda di interesse; ad esempio, la radiazione UV si può schermare con finestre di vetro o materiali plastici trasparenti nel visibile;
- 2) l'adozione di schermi ciechi o inattinici a ridosso delle sorgenti (es.: i normali schermi che circondano le postazioni di saldatura, come da UNI EN 1598:2004);
- 3) la separazione fisica degli ambienti nelle quali si generano ROA potenzialmente nocive dalle postazioni di lavoro vicine;
- 4) l'impiego di automatismi (interblocchi) per disattivare le sorgenti ROA potenzialmente nocive (es.: lampade germicide a raggi UV) sugli accessi ai locali nei quali queste sono utilizzate;
- 5) la definizione di "zone ad accesso limitato", contrassegnate da idonea segnaletica di sicurezza, ove chiunque acceda deve essere informato e formato sui rischi di esposizione alla radiazione emessa dalle sorgenti in esse contenute e sulle appropriate misure di protezione, soluzione particolarmente utile per evitare esposizioni indebite, vale a dire di lavoratori non direttamente coinvolti nelle operazioni con sorgenti ROA potenzialmente nocive, nonché esposizioni di soggetti particolarmente sensibili.

Radiazioni laser

La norma CEI EN 60825-1 fissa le principali misure di tutela per l'installazione e l'impiego dei laser e richiede, in funzione della classe dell'apparato laser, specifiche misure di prevenzione, la cui opportunità deve essere valutata nel contesto specifico. In generale, tali misure sono riconducibili a:

- schermare adeguatamente il fascio al termine del suo percorso utile;
- trattare o proteggere le eventuali superfici riflettenti presenti sul percorso del fascio e per le specifiche lunghezze d'onda al fine di evitarne la riflessione o la diffusione;
- collegare i circuiti del locale o della porta ad un connettore di blocco remoto;
- inserire una abilitazione dello strumento mediante comando a chiave, hardware o software;
- inserire un attenuatore di fascio;
- installare segnaletica di sicurezza e segnali di avvertimento sugli accessi alle aree (ZLC e ZNRO, vedi **Punto 5.25**) o agli involucri di protezione;
- predisposizione di procedure per l'accesso in sicurezza alle aree a rischio (es.: evitare oggetti riflettenti introdotti dal personale).

5.19 – Quali sono i criteri di scelta dei DPI per la protezione degli occhi e del viso da radiazioni ottiche ?

Al fine di proteggere i lavoratori dai rischi che possono provocare danni agli occhi e al viso, una volta identificati e valutati i rischi ed adottate tutte le misure concretamente attuabili per la loro eliminazione o riduzione, il datore di lavoro ha l'obbligo di adottare anche i dispositivi di protezione degli occhi e del viso più efficaci per contrastare i tipi di rischio presenti.

Per la protezione di occhi e viso si utilizzano occhiali (con oculare doppio o singolo), maschere (del tipo a scatola o a coppa) e ripari facciali (per saldatura o altro uso).

Per i rischi per gli occhi e il viso da radiazioni riscontrabili in ambiente di lavoro, le norme tecniche di riferimento sono riportate in **Tabella 19.1**.

Tabella 19.1

NORMA	ARGOMENTO
UNI EN 166: 2004	Protezione personale dagli occhi - Specifiche
UNI EN 167: 2003	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova ottici
UNI EN 168: 2003	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova non ottici
UNI EN 169: 2003	Protezione personale degli occhi – Filtri per saldatura e tecniche connesse – Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 170: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 171: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi – Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 172: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri solari per uso industriale
UNI EN 175: 1999	Protezione personale degli occhi – Equipaggiamenti di protezione degli occhi e del viso durante la saldatura e i procedimenti connessi
UNI EN 207: 2004	Protezione personale degli occhi - Filtri e protettori dell'occhio contro radiazioni laser (protettori dell'occhio per laser)
UNI EN 208: 2004	Protezione personale degli occhi - Protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser e sistemi laser (protettori dell'occhio per regolazione laser)
UNI EN 379: 2004	Protezione personale degli occhi – Filtri automatici per saldatura
UNI 10912: 2000	Dispositivi di protezione individuale - Guida per la selezione, l'uso e la manutenzione dei dispositivi di protezione degli occhi e del viso per attività lavorative.

Radiazioni ottiche non coerenti

I DPI destinati a prevenire gli effetti acuti e cronici delle radiazioni sull'occhio devono poter assorbire la maggior parte dell'energia irradiata nelle lunghezze d'onda nocive. Non devono alterare in modo eccessivo la trasmissione della parte non nociva dello spettro visibile, la percezione dei contrasti e la distinzione dei colori qualora le condizioni prevedibili d'impiego lo richiedano. Le

lenti inoltre non devono deteriorarsi o perdere le loro proprietà per effetto dell'irraggiamento emesso in normali condizioni di impiego.

Tutti i dispositivi di protezione degli occhi e del viso da radiazioni ottiche appartengono almeno alla II categoria del DLgs.475/92 e pertanto comportano l'obbligo di una formazione specifica all'uso.

I dispositivi di protezione degli occhi e del viso, oltre alla marcatura CE, devono avere obbligatoriamente la marcatura specifica sia dell'oculare che della montatura, entrambe rappresentate da una sequenza orizzontale di lettere e numeri che stanno ad indicare le capacità protettive e le caratteristiche delle due parti del dispositivo. La nota informativa che accompagna il DPI contiene le spiegazioni che permettono di interpretare il significato della marcatura e si rivela particolarmente utile poiché la marcatura utilizza diversi codici alfanumerici stabiliti dalle norme tecniche specifiche.

L'oculare presenta un codice alfanumerico prima del marchio di identificazione del fabbricante che, se funzionale alla riduzione dell'esposizione a radiazioni ottiche non coerenti, nella prima posizione presenta un numero di scala che identifica il tipo di protezione da radiazioni luminose. Il numero di scala è una combinazione di numero di codice (che identifica la regione spettrale per la quale i filtri sono destinati) e numero di graduazione (che rappresenta la capacità del filtro di trattenere la radiazione incidente pericolosa), staccati da un trattino. Se compare un solo numero si deve intendere che si tratta di un protettore per saldatura (i relativi filtri non hanno infatti uno specifico numero di codice) e il singolo numero identificherà direttamente la graduazione.

Per maggiori dettagli si veda l'**ALLEGATO 6**.

Occorre infine ricordare che la protezione complessiva del lavoratore si avvale spesso di DPI che non riguardano solo la protezione di occhi e volto. Ad esempio, nelle lavorazioni che comportano l'esposizione dell'operatore alle radiazioni emesse da archi elettrici, torce al plasma, ecc. (radiazione UV, visibile e infrarossa) la protezione si attua prescrivendo al lavoratore di utilizzare, oltre alle maschere munite di idonei filtri o agli elmetti provvisti di filtri elettronici a cristalli liquidi, i guanti da saldatore e indumenti resistenti al calore (es.: grembiule).

Per inciso occorre anche che nell'ambiente dove si lavora con tali protezioni il microclima sia regolato di conseguenza.

Radiazioni laser

I DPI oculari specifici per radiazioni laser devono essere utilizzati in tutte le zone pericolose dove è possibile il superamento dei valori limite di esposizione.

La norma europea UNI EN 207 descrive i requisiti cui i filtri laser devono rispondere ed elenca i livelli protettivi possibili, indicati da un numero di graduazione espresso con il simbolo **L**, seguito da un numero da 1 a 10.

Per ogni livello protettivo è indicato il fattore spettrale massimo di trasmissione per lunghezza d'onda, nonché le densità di potenza e/o di energia utilizzata per i test di prova; tali test vengono eseguiti per le varie tipologie di laser (a onda continua, pulsata, a impulsi giganti e a impulsi a modo accoppiato), ognuna contraddistinta da una lettera identificativa (rispettivamente **D**, **I**, **R** e **M**).

Per calcolare il livello protettivo necessario ad un determinato laser, la norma tecnica sopra citata fornisce le formule necessarie ed una tabella di riferimento (riportata in **ALLEGATO 6 – Tabella A6-G**) per poter eseguire gli opportuni calcoli; in alternativa, si consiglia di far riferimento ai fabbricanti di occhiali antilaser, fornendo tutte le caratteristiche del laser da cui ci si deve proteggere.

Oltre al livello protettivo, ai fini della scelta del dispositivo idoneo, è necessario prendere in considerazione anche:

- la trasmissione luminosa per avere la visione più nitida possibile;
- il riconoscimento dei colori;
- il campo visivo che deve essere il più vasto possibile.

Inoltre i protettori degli occhi devono restare aderenti al volto, permettendo comunque una ventilazione sufficiente per evitare l'appannamento. La montatura e i ripari laterali devono dare una protezione equivalente a quella assicurata dalle lenti. È comunque opportuno precisare che, anche indossando un occhiale protettivo, non si deve per nessun motivo fissare il raggio; i test di prova effettuati sugli occhiali prevedono una resistenza dell'occhiale stesso per un periodo di almeno 10 secondi e per 100 impulsi, ma non necessariamente oltre.

Per quanto riguarda le operazioni di puntamento e allineamento del raggio laser esistono delle protezioni specifiche i cui requisiti sono indicati in un'altra norma tecnica, la UNI EN 208.

Si tratta di occhiali che proteggono durante la regolazione di laser, con emissione nel campo spettrale visibile da 400 a 700 nm, in cui il raggio è visibile. Anche in questo caso, i filtri certificati secondo la norma appena citata non devono essere utilizzati per guardare direttamente nel raggio, ma solo per la protezione da visione accidentale.

La stessa norma, come sempre, prevede una scala di protezioni: nella marcatura apposta sull'occhiale il livello protettivo è contrassegnato dalla lettera **R**, seguita da un numero di graduazione da 1 a 5 (vedi **ALLEGATO 6 - Tabella A6-H**).

5.20 - Alla luce delle indicazioni del Capo V, Titolo VIII, DLgs.81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?

Il Documento redatto sotto la responsabilità del Datore di lavoro a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato (con data certa o attestata) e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 del DLgs.81/2008 (ed in particolare il piano delle azioni per la riduzione del rischio). Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica redatta dal "personale qualificato":

1-Premessa

- Obiettivo della valutazione;
- Luogo e data della valutazione;
- Caratterizzazione del luogo e delle posizioni di lavoro e individuazione degli apparati in grado di emettere radiazioni ottiche (layout);
- Definizione delle principali caratteristiche delle sorgenti di radiazione ottica e in particolare potenza, dimensioni, temperature operative (nel caso di forni di fusione metalli e vetro), spettro di emissione, categoria della sorgente (nel caso delle radiazioni non coerenti) o classe di appartenenza (nel caso dei laser) .
- Lista degli eventuali standard riferibili agli apparati/sorgenti;
- Eventuale dimostrazione di giustificazione dell'apparato.

1.1 - Nel caso non siano effettuati né misurazioni né calcoli:

- Descrizione delle condizioni di utilizzo dell'apparato: processo di lavoro, tempi di esposizione, posizione del lavoratore rispetto all'apparato durante le fasi che comportano esposizione a radiazione ottica;
- Fonti informative dei singoli dati utilizzati (dati del produttore, buone prassi, dati di letteratura).

1.2 - Nel caso siano effettuate misurazioni:

- Descrizione delle condizioni di utilizzo dell'apparato: processo di lavoro, tempi di esposizione, posizione del lavoratore rispetto all'apparato durante le fasi che comportano esposizione a radiazione ottica;
- Caratteristiche della strumentazione di misura e riferimenti dell'ultima taratura;
- Posizioni di misura;

- Condizioni della sorgente durante la misura (le misure devono essere effettuate nelle diverse modalità operative o nelle condizioni di utilizzo della macchina più sfavorevoli, se identificabili);
- Condizioni in cui sono state effettuate le misure: posizione dell'operatore, posizione degli altri lavoratori oltre l'operatore, tempo speso nelle postazioni, operazioni, manutenzione e riparazione a distanze dalle sorgenti inferiori a quelle raccomandate dalle istruzioni delle ditte fabbricanti, ecc.;
- Durata delle misure.

1.3 - Nel caso vengano effettuate valutazioni tramite calcolo:

- Software ed algoritmi usati;
- Norme tecniche, buone prassi, linee guida o altri documenti pertinenti a cui ci si è riferiti per l'effettuazione delle valutazioni e dei calcoli.

2-Risultati delle valutazioni e/o misure e/o calcoli

- Valori valutati (dichiarati dal fabbricante e desunti dal libretto di istruzioni del macchinario ovvero disponibili in Letteratura) e/o misurati e/o calcolati;
- Incertezze associate ai valori così disponibili.

In relazione al tipo di sorgente ed alla utilizzazione dei risultati, può essere opportuno elaborare questi ultimi in modo da poterli presentare in termini di:

- Lunghezze d'onda;
- Risultati di analisi puntuali in ambienti/condizioni particolari (nei pressi di "hot spot", presenza schermi, previsioni di efficacia di interventi di bonifica, ecc.).

3-Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione proposte

Vanno riportati:

- i livelli di rischio identificati (si raccomanda di indicare i dati di esposizione individuale) con riferimento ai VLE previsti dall'Allegato XXXVII del DLgs.81/2008;
- le specifiche condizioni espositive ove si fosse riscontrato il superamento del VLE;
- la presenza di apprezzabili alterazioni dello stato di salute degli esposti desunta dai dati della sorveglianza sanitaria (richiedere la relazione sanitaria anonima e collettiva o riscontro al Medico Competente);
- gli interventi (strutturali e/o procedurali) che si propone siano messi in atto dall'azienda;
- le caratteristiche dei DPI che si propone siano adottati nelle differenti condizioni espositive;
- l'indicazione delle aree proposte per l'accesso limitato;
- la segnaletica che si propone sia apposta nei vari ambienti.

5.21 - Quando far partire la informazione / formazione ?

Per quanto riguarda l'esposizione a radiazione ottica non coerente si raccomanda di attivare l'informazione / formazione dei lavoratori quando la valutazione dei rischi non può concludersi con la cosiddetta "giustificazione" di non dover effettuare una valutazione dei rischi più dettagliata (vedi **Punto 5.07**).

Relativamente alla radiazione laser l'informazione/formazione ai lavoratori è dovuta quando si utilizzano sorgenti di classe diversa dalla 1.

5.22 - Quali sono i contenuti della informazione e formazione dei lavoratori ?

L'informazione e la formazione dei lavoratori professionalmente esposti a ROA devono sempre comprendere:

- 1) descrizione del tipo di ROA utilizzate nel lavoro in oggetto;
- 2) definizione, entità e significato dei valori limite di esposizione alle ROA utilizzate;
- 3) rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare dall'esposizione alle ROA, con particolare riguardo a quelli sugli occhi e sulla cute;
- 4) controindicazioni specifiche all'esposizione, con elencazione delle condizioni di salute che classificano un lavoratore come particolarmente sensibile, ad es. presenza di lesioni oculari, alla pelle, ecc.;
- 5) risultati della valutazione e/o misurazione e/o calcolo dei livelli di esposizione alle ROA;
- 6) circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e obiettivi della stessa;
- 7) modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi per la salute derivanti dall'esposizione alle ROA;
- 8) risultati anonimi e collettivi della sorveglianza sanitaria sugli effetti delle ROA;
- 9) misure di protezione e prevenzione adottate per eliminare o ridurre al minimo i rischi derivanti dalle ROA, quali:
 - uso corretto delle attrezzature;
 - uso corretto dei dispositivi di prevenzione collettiva (es.: schermature);
 - procedure di lavoro corrette;
 - quando e come indossare correttamente i DPI e relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all'uso;
- 10) conoscenza della segnaletica relativa alle ROA e criteri utilizzati per la sua collocazione.

5.23 - Quando è necessario far partire la sorveglianza sanitaria ?

Premesso che in ogni caso deve essere previsto un tempestivo controllo del Medico Competente ove si fosse riscontrata un'esposizione superiore ai valori limite, in considerazione del fatto che la sorveglianza sanitaria di cui all'art.218 del DLgs. 81/08 è effettuata con lo scopo di prevenire tutti gli effetti dannosi derivanti dall'esposizione, appare logico attivare gli accertamenti sanitari preventivi e periodici certamente per quei lavoratori che, sulla base dei risultati della valutazione del rischio, debbano indossare DPI degli occhi o della pelle in quanto altrimenti potrebbero risultare esposti a livelli superiori ai valori limite di legge (nonostante siano state adottate tutte le necessarie misure tecniche di prevenzione, mezzi di protezione collettiva nonché misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro). Con specifico riferimento alla radiazione ultravioletta e alla luce blu, possono essere messi in atto interventi mirati di sorveglianza sanitaria finalizzata alla prevenzione dei danni a lungo termine quando le esposizioni, anche se inferiori ai valori limite, si possono protrarre nel tempo (mesi, anni) (vedi **ALLEGATO 3**).

La sorveglianza sanitaria è di norma annuale.

Per quanto riguarda i soggetti particolarmente sensibili, che potrebbero essere esposti ad un rischio significativo anche a valori inferiori ai limiti di legge, saranno individuate dal Medico Competente la periodicità dei controlli sanitari e le misure protettive specifiche da mettere in atto in relazione alla tipologia ed entità dell'esposizione ed alle condizioni di suscettibilità individuale emerse dal controllo sanitario.

5.24 - Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio ?

Viene di seguito fornito un elenco, da ritenersi non esaustivo, di soggetti particolarmente sensibili (ove non diversamente specificato si intende a tutto lo spettro ottico):

- donne in gravidanza: per quanto disposto agli artt.28 e 183 del DLgs.81/08 nonché all'art.11 del DLgs.151/01, in assenza di sicure informazioni reperibili nella letteratura scientifica, sarà cura del Medico Competente valutare l'eventuale adozione di cautele specifiche. Particolare

attenzione va riservata alla possibile azione sinergica di condizioni microclimatiche e IR: per esempio nel caso di lavoratrici operanti in prossimità di forni;

- minorenni: in assenza di sicure informazioni reperibili nella letteratura scientifica, sarà cura del Medico Competente valutare l'eventuale adozione di cautele specifiche. Si ricorda comunque che la legislazione vieta di adibire gli adolescenti - ad eccezione dei casi derogati dalla competente Direzione Provinciale del Lavoro - alle lavorazioni, ai processi e ai lavori quali le lavorazioni nelle fonderie, la produzione dei metalli ferrosi e non ferrosi e loro leghe e la saldatura e taglio dei metalli con arco elettrico o con fiamma ossidrica o ossiacetilenica, che possono comportare esposizioni considerevoli a ROA;
- albinici e individui di fototipo 1 per esposizione a radiazioni UV;
- i portatori di malattie del collagene (Sclerodermia e Lupus Eritematoso nelle sue varie forme, dermatomiosite, poliartrite nodosa, sindrome di Wegener, sindrome antifosfolipidi, ecc.) per esposizioni a radiazioni UV;
- i soggetti in trattamento cronico o ciclico con farmaci fotosensibilizzanti (quali ad esempio: antibiotici come le tetracicline ed i fluorochinolonici; antinfiammatori non steroidei come l'ibuprofene ed il naprossene; diuretici come la furosemide; ipoglicemizzanti come la sulfonilurea; psoraleni; acido retinoico; acido aminolevulinico, neurolettici come le fenotiazine; antiaritmici come l'amiodarone); vedasi **Tabella 24.1**;

Tabella 24.1: Agenti fotosensibilizzanti (da ICNIRP, 2004).

Agenti	Incidenza	Tipo di reazione	Intervallo delle lunghezze d'onda efficaci
Agenti fotosensibilizzanti dopo somministrazione locale			
<i>Solfonammidi e prodotti chimici associati</i> (schermi solari, sbiancanti ottici)	n.d.*	fototossica e fotoallergica	290 - 320 nm
<i>Disinfettanti</i> (composti di salicilanilide in saponi e deodoranti)	n.d.	fototossica e fotoallergica	290 - 400 nm
<i>Fenotiazine</i> (creme, coloranti e insetticidi)	n.d.	fototossica e fotoallergica	320 nm - Visibile
<i>Coloranti</i>	n.d.	fototossica iperpigmentazione	Visibile
<i>Catrame di carbone e derivati</i> (composti fenolici)	n.d.	fototossica	340 - 430 nm
<i>Oli essenziali</i> (profumi e acque di colonia)	n.d.	fototossica iperpigmentazione	290 - 380 nm
<i>Composti furocumarinici</i> (psoraleni)	n.d.	fototossica iperpigmentazione	290 - 400 nm
<i>Solfuro di cadmio</i> (tatuaggi)	n.d.	fototossica	380 - 445 nm
Agenti fotosensibilizzanti dopo somministrazione orale o parenterale			
<i>Amiodarone</i>	Alta	fototossica	300 - 400 nm
<i>Diuretici a base di tiazide</i>	Media	fotoallergica	300 - 400 nm
<i>Clorpromazina e fenotiazine associate</i>	Media	fototossica e fotoallergica	320 - 400 nm
<i>Acido nalidixico</i>	Alta	fototossica	320 - 360 nm
<i>Farmaci antinfiammatori non steroidei</i>	Bassa	fototossica e fotoallergica	310 - 340 nm
<i>Protriptilina</i>	Alta	fototossica	290 - 320 nm
<i>Psoraleni</i>	Alta	fototossica	320 - 380 nm
<i>Sulfamidici</i> (batteriostatici e antidiabetici)	Bassa	fotoallergica	315 - 400 nm
<i>Tetracicline</i> (antibiotici)	Media	fototossica	350 - 420 nm

*n.d. = non disponibile

- i soggetti affetti da alterazioni dell'iride (colobomi, aniridie) e della pupilla (midriasi, pupilla tonica);
- i soggetti portatori di drusen (corpi colloidali) per esposizioni a luce blu;
- lavoratori che abbiano lesioni cutanee maligne o pre-maligne, per esposizioni a radiazioni UV;
- lavoratori affetti da patologie cutanee fotoindotte o fotoaggravate, per esposizioni a radiazioni UV e IR;
- lavoratori affetti da xeroderma pigmentosus, per esposizioni a radiazioni UV;
- soggetti epilettici per esposizioni a luce visibile di tipo intermittente, cioè tra i 15 e i 25 flash al secondo.

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



Maggiori approfondimenti al merito potranno essere desunti dalle informazioni reperibili nella letteratura medica specialistica.

5.25 – Qual è il ruolo della segnaletica e della delimitazione delle aree?

Ai sensi dell'art. 217, comma 2, del DLgs.81/2008 (ma anche dell'Allegato XXV, punti 3.2 e 3.3, richiamati dall'art.163 dello stesso Decreto), la segnaletica di identificazione della presenza di ROA entra in gioco nel caso di un'area in cui i lavoratori o le persone del pubblico possono essere esposti a rischi. In tal caso l'area va indicata tramite segnaletica e l'accesso alla stessa va limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista un rischio di superamento dei valori limite di esposizione.



Nel caso delle radiazioni ottiche non coerenti, mancando uno specifico cartello di avvertimento, in attesa di chiarimenti normativi, si fornisce l'indicazione di utilizzare quello previsto per la marcatura delle macchine che emettono ROA non coerenti ai sensi della norma EN 12198, come riportato in **Figura 25.1**.

Nel caso in cui all'interno dell'area sia necessario l'utilizzo di DPI, quali ad esempio gli occhiali, all'ingresso deve essere esposto l'apposito segnale di prescrizione, ad esempio quello indicato nella **Figura 25.2**.

Figura 25.1	Figura 25.2
	

Nel caso di radiazione laser la segnaletica di identificazione della presenza di Zona Laser Controllata (ZLC) si trova nella norma CEI EN 60825-1:2009 in cui si richiede che agli accessi delle aree che contengono apparecchi laser di Classe 3B e Classe 4 siano affissi segnali di avvertimento indicanti la presenza di un laser con indicata la classe di appartenenza (vedi **Figura 25.3 e 25.4**).

Nel caso in cui all'interno della ZLC sia necessario l'utilizzo di DPI, quali ad esempio gli occhiali, all'ingresso deve essere esposto l'apposito segnale di prescrizione che nell'esempio fatto è ancora quello indicato nella **Figura 25.2**.

Figura 25.3	Figura 25.4
	

Se in un'area sono presenti una o più sorgenti laser, l'area, secondo la norma CEI EN 60825-1, viene suddivisa in "Zone" come di seguito indicato:

- Zona Laser Controllata (ZLC) = zona dove la presenza e l'attività delle persone al suo interno sono regolate da apposite procedure di controllo al fine della protezione dai rischi da radiazione;
- Zona Nominale Rischio Oculare (ZNRO) = zona all'interno della quale l'irradiazione o l'esposizione energetica del fascio supera l'esposizione massima permessa (EMP) per la cornea; essa include la possibilità di errato puntamento accidentale del fascio laser. Se la ZNRO comprende la possibilità di visione assistita otticamente, viene detta "ZNRO estesa".

La ZNRO è inclusa all'interno della ZLC.

Se l'area è delimitata da pareti fisiche di qualsiasi natura che risultano una barriera per la radiazione laser, eventualmente incidente la ZLC può coincidere con la superficie individuata da tali pareti; diversamente deve essere implementato un accesso regolamentato all'interno della ZLC e della ZNRO.

5.26 - Quali sono le ricadute della legislazione sulla prevenzione e protezione dai rischi delle ROA sui DUVRI e sui PSC/POS ?

Nel Documento unico di valutazione dei rischi interferenti (DUVRI) di cui all'art.26, comma 3, del D.Lgs 81/08, il datore di lavoro committente indicherà innanzitutto i luoghi e i tempi di lavoro nei quali i lavoratori potrebbero essere esposti a ROA e preciserà le misure di prevenzione e protezione da adottare (limitazione della durata delle esposizioni, attuazione di sfasamenti temporali o spaziali per evitare possibili interferenze, allontanamento dei lavoratori dalle sorgenti ROA, segregazione delle sorgenti ROA, impiego di adeguati DPI, ...).

Il tema dei rischi interferenti è particolarmente pertinente nel caso della protezione dei lavoratori che, anche in regime di sub-appalto, svolgono mansioni che prevedono la condivisione del sito e lo svolgimento di attività contigue in presenza di almeno una sorgente ROA. Al fine di una valutazione completa del rischio si raccomanda che il datore di lavoro committente si rapporti con le singole ditte esecutrici per ottenere informazioni sulle complessive emissioni delle sorgenti ROA, da trasferire all'interno del DUVRI.

Nel caso in cui sia evidenziata la presenza di esposizioni a ROA anche di bassa entità ma interferenti, il datore di lavoro committente ne darà ugualmente comunicazione all'interno del DUVRI al fine di prevenire qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori esposti appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio.

Il Coordinatore in materia di sicurezza e di salute durante la progettazione dell'opera (CSP), all'atto dell'elaborazione del Piano di sicurezza e di coordinamento (PSC; art.100, DLgs.81/2008), dovrà:

- prendere in considerazione le sorgenti ROA che saranno poste in prossimità o all'interno dell'area del cantiere (ad es.: laser, stazioni di saldatura, stazioni di taglio metalli al plasma) valutandone i valori espositivi per i lavoratori;
- descrivere, in caso di esposizione dei lavoratori a ROA, le prescrizioni operative, le misure preventive e protettive da adottare, comprese le modalità per la loro verifica;

- individuare gli eventuali dispositivi di protezione individuale da utilizzare atti a ridurre al minimo tali rischi.

Il Piano operativo di sicurezza (POS) redatto dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice, conterrà le informazioni relative alle attrezzature che potrebbero comportare l'esposizione a sorgenti ROA. Inoltre esso dovrà contenere le informazioni, relative ad eventuali possibili superamenti dei valori limite di esposizione, prevedendo in tal caso l'apposizione di idonea segnaletica indicante il pericolo. In presenza di sorgenti ROA nel POS dovranno comunque essere sempre indicate:

- le misure preventive e protettive e le procedure complementari e di dettaglio adottate, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC, per minimizzare e tenere sotto controllo il rischio stesso;
- l'elenco dei dispositivi di protezione individuale, forniti ai lavoratori occupati in cantiere, per far fronte allo specifico rischio residuo;
- la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione, fornite ai lavoratori occupati in cantiere per il particolare rischio.

Il Coordinatore alla sicurezza in fase di esecuzione (CSE) adeguerà, se necessario, il PSC prevedendo supplementari misure di prevenzione e protezione o l'idonea informazione in relazione alle possibili interferenze tra le diverse attività lavorative presenti nel cantiere.

5.27 – Quali sono le norme principali citate in questo documento ?

I riferimenti delle principali norme tecniche di fonte CEI, UNI e IEC sono riportate con una breve descrizione in **ALLEGATO 7**, unitamente alle Pubblicazioni ICNIRP.

ALLEGATO 1

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI E SISTEMI LASER

Tabella A1.A

<p>Classificazione attuale dei laser o “nuova classificazione” (dopo il 01/07/2005)</p> <p>La nuova classificazione prevede sette classi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Classe 1 - Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, incluso l'uso di strumenti ottici per la visione del fascio; 2) Classe 1M - Laser che emettono nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302,5 nm e 4000 nm che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma possono essere pericolosi se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del fascio (lenti d'ingrandimento, binoculari,...); 3) Classe 2 - Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm; la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Questa reazione fornisce un'adeguata protezione nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, incluso l'uso di strumenti ottici per la visione del fascio; 4) Classe 2M - Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm; la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale; comunque, la visione del fascio può essere pericolosa se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del fascio (lenti d'ingrandimento, binoculari,...); 5) Classe 3R - Laser che emettono nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 302,5 e 10⁶ nm, dove la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa ma il rischio è più basso dei laser di Classe 3B; i requisiti del costruttore e le misure di controllo per il Responsabile delle attività sono meno restrittive che per i laser di Classe 3B; 6) Classe 3B - Laser che sono normalmente pericolosi nel caso di esposizione diretta del fascio; la visione della radiazione diffusa è normalmente non pericolosa; 7) Classe 4 - Laser che sono anche in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose; possono causare lesioni alla pelle e potrebbero anche costituire un pericolo d'incendio. Il loro uso richiede un'estrema cautela.

Tabella A1.B

<p>Vecchia classificazione, ancora valida per i laser antecedenti al 01/07/2005</p> <p>La vecchia classificazione prevedeva cinque classi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Classe 1 - Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili; 2) Classe 2 - Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm; la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale; 3) Classe 3A - Laser che sono sicuri per la visione ad occhio nudo. Per i laser che emettono nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm, la protezione dell'occhio è assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale; per le altre lunghezze d'onda il rischio per l'occhio nudo non è superiore a quello della Classe 1. La visione diretta del fascio laser di Classe 3A con strumenti ottici (per es. binocoli, telescopi, microscopi) può essere pericolosa; 4) Classe 3B - La visione diretta del fascio di questi laser è sempre pericolosa; la visione di riflessioni diffuse è normalmente non pericolosa; 5) Classe 4 - Laser che sono anche in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose; possono causare lesioni alla pelle e potrebbero anche costituire un pericolo d'incendio. Il loro uso richiede un'estrema cautela.

A titolo esemplificativo e non esaustivo si riportano di seguito il grado di pericolosità e le principali caratteristiche e requisiti di sicurezza associati alle differenti classi dei laser, attribuiti sulla base della nuova e della vecchia classificazione.

Tabella A1.C

TIPO DI LASER	PERICOLO	Principali caratteristiche e requisiti di sicurezza
Classe 1	Nessuno	Nessuna prescrizione; il laser è innocuo in condizioni normali di esercizio Il LEA di questa classe è uguale a quello della classe 1M SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1
Classe 1M	Basso	Emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302,5 nm e 4000 nm, sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili. Possono essere pericolosi se vengono utilizzate ottiche di osservazione (microscopi, binoculari, ecc..) SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER - NON OSSERVARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI, APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1M

Classe 2	Basso	<p>Emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 400 nm e 700 nm. Il LEA di questa classe è uguale a quello della classe 2M</p> <p>Normalmente le reazioni di difesa naturali compreso il riflesso palpebrale (0,25 s) sono sufficienti per la protezione dell'occhio.</p> <p>Non osservare direttamente il raggio laser. Non dirigere il raggio verso le persone.</p> <p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER - NON FISSARE IL FASCIO APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2</p>
Classe 2M	Basso	<p>Emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 400 nm e 700 nm. Normalmente le reazioni di difesa naturali compreso il riflesso palpebrale (0,25 s) sono sufficienti per la protezione dell'occhio.</p> <p>Possono essere pericolosi se vengono utilizzate ottiche di osservazione (microscopi, binoculari, ecc..)</p> <p>Non osservare direttamente il raggio laser. Non dirigere il raggio verso le persone.</p> <p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO, NE' GUARDARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI - APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2M</p>
Classe 3R	Medio	<p>Emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302,5 nm e 10⁶ nm.. La visione diretta del fascio è sconsigliata in ogni caso. Il rischio è comunque inferiore a quello del laser di classe 3B</p> <p>Non osservare direttamente il raggio laser. Non dirigere il raggio verso le persone. Consentire l'uso alle sole persone autorizzate Formare in modo specifico il personale addetto.</p> <p>Previsto il supporto del TSL (Tecnico Sicurezza Laser)</p> <p>Deve essere affissa una targhetta in prossimità di ogni apertura attraverso la quale viene emessa una radiazione laser che supera i LEA della classe 1 o 2</p> <p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER – EVITARE L'ESPOSIZIONE DIRETTA DEGLI OCCHI – APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3R</p>
Classe 3B	Medio	<p>Sono normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio. Le riflessioni diffuse sono normalmente sicure.</p> <p>Non dirigere il raggio verso le persone. Consentire l'uso alle sole persone autorizzate Formare in modo specifico il personale addetto. Utilizzare solo in zona confinata e sorvegliata Evitare le esposizioni indebite e adottare i necessari provvedimenti per l'accesso alla zona laser</p> <p>Previsto il supporto del TSL</p> <p>Devono riportare una targhetta in prossimità di ogni apertura attraverso la quale viene emessa radiazione laser che supera i LEA della classe 1 o 2</p> <p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER – EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO – APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B</p>
Classe 4	Alto	<p>Sono normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio e sono anche in grado di produrre riflessioni diffuse pericolose. Possono causare lesioni alla pelle e potrebbero costituire un pericolo d'incendio. Il loro uso richiede estrema cautela.</p> <p>Non dirigere il raggio verso le persone. Consentire l'uso alle sole persone autorizzate Formare in modo specifico il personale addetto. Utilizzare solo in zona confinata e sorvegliata Evitare le esposizioni indebite e adottare i necessari provvedimenti per l'accesso alla zona laser.</p> <p>Previsto il supporto del TSL</p> <p>Devono riportare una targhetta in prossimità di ogni apertura attraverso la quale viene emessa una radiazione laser che supera i LEA della classe 1 o 2</p> <p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER-EVITARE L'ESPOSIZIONE DEGLI OCCHI E DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA – APPARECCHIO LASER DI CLASSE 4</p>

Tabella A1.D

TIPO DI LASER	PERICOLO	Principali caratteristiche e requisiti di sicurezza
Classe 1	Nessuno	DESCRIZIONE: Laser intrinsecamente sicuri o sicuri per il loro progetto tecnico. L'EMP (Esposizione massima permessa) non è mai superata PRESCRIZIONI: Utilizzo senza prescrizioni SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa: "APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1 IN ACCORDO CON LA NORMA CEI 76-2"
Classe 2	Basso	DESCRIZIONE: Sono compresi in questa classe i laser ad emissione continua e nel visibile, con potenza ≤ 1 mW. Normalmente le reazioni di difesa naturali compreso il riflesso palpebrale (0,25 s) sono sufficienti per la protezione dell'occhio. Sono possibili danni in caso di esposizione prolungata. PRESCRIZIONI: Non direzionare il fascio verso gli occhi. Interrompere il fascio al termine del suo percorso utile. SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa: "RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO - APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2 IN ACCORDO CON LA NORMA CEI 76-2"
Classe 3A	Basso	DESCRIZIONE: Raggio laser pericoloso se osservato tramite strumenti ottici (microscopi, binoculari, ecc..). Questi laser possono emettere radiazioni sia nel campo del visibile che in quello invisibile. PRESCRIZIONI: Proteggere gli occhi. Non direzionare il fascio verso gli occhi. Interrompere il fascio al termine del suo percorso utile. Formare in modo specifico il personale addetto. SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa: "RADIAZIONE LASER NON FISSARE IL FASCIO NE' AD OCCHIO NUDO NE' TRAMITE UNO STRUMENTO OTTICO - APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3A IN ACCORDO CON LA NORMA CEI 76-2"
Classe 3B	Medio	DESCRIZIONE: La visione diretta del fascio o tramite riflessione speculare è sempre pericolosa ma in certe circostanze può essere visto tramite riflessione diffusa. Questi laser possono emettere radiazioni sia nel campo del visibile che in quello invisibile. PRESCRIZIONI: Proteggere gli occhi e la pelle. Non direzionare il fascio verso gli occhi. Interrompere il fascio al termine del suo percorso utile. Impedire le emissioni non volute. Formare in modo specifico il personale addetto. Prescritti connettore di blocco, comando a chiave, attenuatore di fascio, indicatore di emissione. SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa: "RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO - APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B IN ACCORDO CON LA NORMA CEI 76-2". Riportano un'etichetta nella quale è indicata l'apertura di emissione.
Classe 4	Alto	DESCRIZIONE: Sono i laser più pericolosi, hanno una potenza tale da causare seri danni agli occhi e alla pelle anche se il fascio è diffuso. Possono costituire un potenziale rischio di incendio, possono causare fuoriuscita di materiale tossico e costituiscono pericolo di elettrocuzione a causa delle tensioni di alimentazione molto elevate. PRESCRIZIONI: Proteggere gli occhi e la pelle. Non direzionare il fascio verso gli occhi. Interrompere il fascio al termine del suo percorso utile. Impedire le emissioni non volute. Formare in modo specifico il personale addetto. Prescritti connettore di blocco, comando a chiave, attenuatore di fascio, indicatore di emissione. SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa: "RADIAZIONE LASER EVITARE L'ESPOSIZIONE DELL'OCCHIO O DELLA PELLE ALLA RADIAZIONE DIRETTA O DIFFUSA - APPARECCHIO LASER DI CLASSE 4 IN ACCORDO CON LA NORMA CEI 76-2". Riportano un'etichetta nella quale è indicata l'apertura di emissione.

ALLEGATO 2

LETTINI ABBRONZANTI E LAMPADE UV PER USO ESTETICO

La norma armonizzata in vigore che regola l'uso dei lettini abbronzanti e delle lampade UV per uso estetico è la CEI EN 60335-2-27 (quarta edizione luglio 2005) con gli emendamenti CEI EN 60335-2-27/A1 (2009) e CEI EN 60335-2-27/A2 (2009), che deve essere utilizzata congiuntamente alla norma CEI EN 60335-1 "Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare – Sicurezza – Parte 1: Norme generali" (2008).

Tale norma prescrive che gli apparecchi UV siano classificati dal costruttore in uno dei seguenti 4 tipi, che devono riportare l'indicatore del numero appropriato del tipo di apparecchio nella seguente forma: "UV di tipo X", dove X è uno dei seguenti numeri:

Tipo 1: Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda superiori a 320 nm. Irradianza relativamente elevata da 320 nm a 400 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.

Tipo 2: Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda sia inferiori che superiori a 320 nm. Irradianza relativamente elevata da 320 nm a 400 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.

Tipo 3: Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda sia inferiori che superiori a 320 nm. Irradianza limitata nell'intera banda UV. Possono essere usate da persone non specializzate.

Tipo 4: Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda inferiori a 320 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate, e seguendo le avvertenze mediche.

I limiti dell'irradianza efficace eritemale per i differenti tipi di apparecchi UV sono riportati nella seguente Tabella.

Tabella A2

Tipo di apparecchio UV	Irradianza efficace eritemale (W/m ²)	
	250 nm < λ < 320 nm	320 nm < λ < 400 nm
1	< 0,0005	≥ 0,15
2	da 0,0005 a 0,15	≥ 0,15
3	< 0,15	< 0,15
4	≥ 0,15	< 0,15

λ è la lunghezza d'onda della radiazione

Gli apparecchi UV devono riportare un avvertimento che abbia il seguente significato:

- Attenzione: le radiazioni ultraviolette possono danneggiare gli occhi e la pelle. Leggere attentamente le istruzioni. Portare gli occhiali di protezione.
- Certi farmaci o cosmetici possono aumentare la sensibilità.
- Gli apparecchi UV la cui luminanza sia superiore a 100.000. cd/m² devono riportare un avvertimento che abbia il seguente significato: "Attenzione: luce intensa. Non fissare l'emettitore".

Gli apparecchi UV di tipo 4 devono riportare la segnalazione "da usare solo seguendo le avvertenze mediche".

Per quanto riguarda questa ultima tipologia di apparecchi, si richiama quanto espresso nel documento ICNIRP "Problemi sanitari connessi con l'uso di apparecchiature abbronzanti per scopi cosmetici" tradotto in Italiano dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e consultabile al sito: www.iss.it/site/sole/icnirp/appar.html

"Le apparecchiature di tipo 4, caratterizzate da elevati livelli di emissioni nella regione UVB (280÷315 nm) devono essere usate su prescrizione del medico e non a scopo abbronzante, principalmente a causa della ben nota associazione tra UVB e tumori della pelle".

Inoltre la norma CEI EN 60335-2-27/A2 (2009), che integra le precedenti edizioni del 2005 e 2009, prescrive al punto 32.101:

"Gli apparecchi non devono presentare un pericolo tossico o analogo. Gli apparecchi che hanno degli emettitori UV non devono emettere radiazioni che abbiano un'irradiazione efficace totale superiore a 0.3 W/m², ponderata conformemente allo spettro d'azione dell'eritema".

ALLEGATO 3

APPROFONDIMENTI SULLA PROTEZIONE DAI RISCHI PER LA SALUTE A LUNGO TERMINE

I valori limite di esposizione per le radiazioni non coerenti emesse da sorgenti artificiali, riportati nelle Tabelle dell'Allegato XXXVII-Parte I, sono stati determinati dall'ICNIRP sulla base degli effetti sulla salute, connessi ad esposizioni acute e croniche, per i quali è stato possibile determinare una soglia di induzione del danno. La limitazione delle esposizioni al di sotto delle soglie assicura pertanto che i lavoratori non subiscano i danni da esposizione acuta e quei danni da esposizione cronica per i quali sono state determinate soglie di insorgenza (per es.: danni sul cristallino da esposizione cronica a infrarossi –cataratta dei vetrai-).

Nel caso delle esposizioni alla radiazione ultravioletta, il rispetto dei VLE previene l'insorgenza di effetti quali l'eritema, la fotocheratite, la fotocongiuntivite e la cataratta da esposizione acuta, ma non previene totalmente il rischio di effetti a lungo termine indotti dall'esposizione cronica, quali la fotocancerogenesi cutanea, il fotoinvecchiamento cutaneo e i danni oculari da esposizione cronica, per i quali non sono state determinate soglie di induzione.

Analogo discorso vale per quanto riguarda il danno retinico di natura fotochimica, detto anche rischio da "luce blu" in quanto indotto prevalentemente dalla radiazione visibile blu (lunghezza d'onda compresa tra circa 380 e 490 nm), con massima efficacia tra i 440 e i 442 nm. Tale danno, infatti, è prevenuto rispettando i VLE per quanto riguarda la possibile insorgenza di danni acuti, mentre il rispetto di questi stessi limiti non può, allo stato attuale delle conoscenze, prevenire in assoluto il danno retinico da esposizione cronica legato alla dose totale accumulata dal lavoratore durante lunghi periodi (anni, decine d'anni).

Gli effetti a lungo termine delle ROA possono quindi, in linea di principio, verificarsi anche se sono rispettati gli attuali limiti di esposizione, ricordando tuttavia che la limitazione delle esposizioni al di sotto delle soglie di induzione degli effetti acuti contribuisce a diminuire la dose che il lavoratore esposto accumula durante la sua vita lavorativa, e riduce la probabilità (per effetti stocastici quale la fotocancerogenesi cutanea) o la gravità (per effetti deterministici quale il fotoinvecchiamento cutaneo) degli effetti a lungo termine.

Per quanto concerne gli effetti oculari da luce blu, vanno sottolineati alcuni aspetti che li differenziano sostanzialmente rispetto agli altri effetti delle ROA. Il primo è che la "dose accumulata", dalla quale è verosimile dipendono gli effetti a lungo termine, è in questo caso di difficile quantificazione⁶ poiché dipende da più variabili, alcune di non agevole valutazione, quali: il diametro pupillare, le condizioni clinico-oftalmiche, la tipologia dei compiti svolti. Un secondo aspetto è connesso alle aree retiniche coinvolte. Infatti, gli effetti causati da un'esposizione a medio/lungo termine sarebbero assai più gravi (invalidanti) sotto il profilo occupazionale, ma anche sociale, ove, anziché i soli bastoncelli, fossero colpiti anche i coni (situati nella fovea), dai quali dipende in modo esclusivo la visione "al dettaglio", la visione cromatica e la stereopsi. È da notare infine come i rischi per la salute connessi alla luce blu siano spesso sottovalutati, o addirittura ignorati, probabilmente anche a causa del fatto che la radiazione visibile produce un effetto neuro-psico-sensoriale che difficilmente si tende ad associare ad un rischio per la salute.

Altre misure che, allo stato delle conoscenze scientifiche, possono essere prese per prevenire i danni a lungo termine, con particolare riferimento alla radiazione ultravioletta e alla luce blu, consistono nell'evitare le esposizioni indebite di lavoratori non direttamente coinvolti nella particolare attività lavorativa che utilizza sorgenti di ROA, nell'eliminare sorgenti di luce blu ove esse non siano essenziali per i particolari compiti lavorativi da svolgere in un dato ambiente, e nel ridurre le esposizioni al più basso livello possibile. Accanto a queste misure di prevenzione primaria, pure utili possono risultare mirati interventi di sorveglianza sanitaria.

Infine, relativamente alla radiazione laser occorre osservare che dal punto di vista scientifico non c'è nessun motivo di ritenere che la radiazione coerente non causi gli stessi effetti a lungo termine della radiazione incoerente e che quindi ad essa non si applichino le stesse considerazioni relative alla mancata identificazione di soglie di induzione del danno. Nel caso delle esposizioni lavorative alla radiazione laser, tuttavia, le esposizioni sono normalmente solo di tipo accidentale, non croniche, e non sono ad oggi note esposizioni continuative, o comunque per lunghi periodi, tali da richiedere una generalizzazione della sorveglianza sugli effetti a lungo termine. Resta ferma l'esigenza di attivare la sorveglianza sanitaria qualora la valutazione del rischio ne evidenzia la necessità.

⁶ Una difficile quantificazione della dose accumulata si riscontra anche nel caso della radiazione UV, poiché essa dipende dagli spettri di azione biologici, non ancora ben definiti, relativi agli effetti a lungo termine.

Allegato 4

APPROFONDIMENTI SULLA STRUMENTAZIONE DI MISURA

Tipicamente, i diversi tipi di rivelatori delle radiazioni ottiche hanno un intervallo di lavoro che non si estende sull'intero spettro delle ROA o quantomeno non si dimostrano idonei a tale impiego o per insufficiente sensibilità o per mancanza di un comportamento lineare. Pertanto, per le verifiche del rispetto dei limiti di esposizione relativamente all'intervallo spettrale UV-VIS-IR, sarà necessario utilizzare strumentazione specifica per le tre bande: alcuni strumenti presentano un intervallo di lavoro che copre sia l'UV che il VIS (comunemente con sensori in silicio), mentre i sensori per l'IR sono di tipo diverso (comunemente adottano sensori CCD a semiconduttore InGaAs o termopile se a banda larga).

La strumentazione necessaria ad acquisire le grandezze che andranno confrontate con i valori limite di esposizione, deve essere in grado di misurare l'irradianza efficace (dalla quale si determina eventualmente la corrispondente esposizione radiante) su una superficie che rappresenta l'organo bersaglio oggetto di tutela, nelle condizioni tipiche o più gravose di esposizione, oppure la radianza efficace di una sorgente nella direzione di osservazione dell'operatore esposto a radiazione visibile-IR-A⁷, che potranno essere fornite in forma integrata rispetto ad uno specifico intervallo spettrale oppure in forma "spettrale" se il dato si riferisce a piccole porzioni contigue dello spettro (dell'ordine del nanometro). Si sottolinea che il dato integrato può essere fornito anche da uno spettroradiometro.

Le grandezze radiometriche così ottenute, al fine di ricavare le rispettive "grandezze efficaci", dovranno essere "ponderate" (la convoluzione dello spettro con lo spettro d'azione permetterà di ottenere il corrispondente spettro efficace) secondo gli spettri d'azione biologici di interesse riportati in Allegato XXXVII, parte I, del DLgs.81/2008. Tale ponderazione potrà essere attuata dopo la misurazione operando sui dati "spettrali" (utilizzando un foglio di calcolo o un software)⁸, oppure prima della misura interponendo tra sorgente e rivelatore uno specifico filtro capace di riprodurre le caratteristiche di interazione tessuto-radiazione, attenuando selettivamente la radiazione incidente secondo rapporti spettrali simili a quello dello spettro d'azione.

Gli strumenti in grado di fornire le misure prima descritte sono i "Radiometri", a loro volta suddivisi in "Radiometri a larga banda" ed in "Spettroradiometri"; i primi forniscono le grandezze integrate dell'intera banda misurata, mentre i secondi le rispettive grandezze spettrali. Tra questi ultimi vengono spesso privilegiati gli spettroradiometri compatti a CCD con uscita in fibra ottica, per il basso costo e la praticità d'uso. Le loro prestazioni sono generalmente adeguate per misure nel campo del VIS-IRA, mentre per accurate misure nell'UV vanno preferiti strumenti con doppio monocromatore, per il loro più efficiente abbattimento della stray light (luce diffusa)⁹.

I radiometri a banda larga invece, a differenza degli spettroradiometri, non forniscono il dato spettrale, informazione questa molto utile per orientare efficacemente le strategie di misura e di valutazione. Tali strumenti trovano il loro campo ottimale d'impiego nelle misure per la verifica periodica delle caratteristiche di emissione di sorgenti già caratterizzate in precedenza.

In funzione delle grandezze radiometriche da misurare (irradianza, radianza e grandezze ad esse correlate), la strumentazione (anche quella a banda larga) dovrà essere corredata di specifiche ottiche per la raccolta delle radiazioni. La corretta misura dell'irradianza prevede che il contributo della radiazione incidente sia proporzionale al coseno dell'angolo d'incidenza calcolato rispetto alla normale alla superficie ricevente, pertanto l'ottica di raccolta per la misura dell'irradianza dovrà essere dotata di un diffusore piano o emisferico (correttore di coseno) o una sfera integratrice. Invece, per le misure di radianza sarà necessario equipaggiare lo spettroradiometro con un'ottica avente un campo di vista ristretto, costituita da una lente semplice ed un diaframma (apertura limitante), sostanzialmente un teleobiettivo¹⁰ eventualmente equipaggiato di un puntatore (sistema reflex, telemetro oppure laser). In alternativa sarà necessario utilizzare un gruppo ottico privo di lenti dotato di una serie di diaframmi che delimitino il campo inquadrato, il cui impiego non richiede il posizionamento ad una specifica distanza, purché la sorgente riempia completamente il campo di vista del sistema. L'ottica di raccolta potrà eventualmente essere accoppiata al radiometro mediante fibra ottica.

⁷ per le definizioni si rimanda al Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008.

⁸ Attualmente i software di gestione degli spettroradiometri non hanno ancora implementato gli spettri d'azione d'interesse protezionistico, pertanto non sono al momento in grado di fornire direttamente i dati delle grandezze efficaci. Tuttavia alcuni software sono programmabili e permettono l'aggiunta di nuove funzionalità. Le stesse case produttrici stanno mostrando interesse verso le esigenze tecniche di chi opera nel settore della sicurezza e probabilmente già nel breve periodo provvederanno ad implementare le funzionalità necessarie al valutatore.

⁹ la stray light può portare ad una sovrastima anche notevole delle misure radiometriche nell'UV. Gli strumenti a singolo monocromatore possono essere utilizzati per misure nell'UV, a condizione di correggere la misura valutando il contributo della luce diffusa per le diverse componenti spettrali (molti software di gestione degli strumenti permettono di implementare funzioni per la correzione di tale fenomeno); poiché l'effetto dovuto alla stray light cambia al variare dello spettro della sorgente osservata, tale correzione non permetterà mai di raggiungere le prestazioni di uno strumento con doppio monocromatore.

¹⁰ la sonda dovrà essere posta ad una distanza dalla sorgente pari a quella di messa a fuoco del sistema ottico.

Più in dettaglio, l'ottica di raccolta determina l'angolo di accettazione del sensore (cioè l'area sottesa dal campo di vista del sensore che dovrebbe essere pari al valore dell'angolo effettivo con cui l'occhio vede la sorgente a causa dei movimenti oculari, valore stabilito pari a 11 mrad¹¹), riproducendo le caratteristiche ottiche dell'occhio (lente-cristallino, diaframma-pupilla, sensore-retina). La radianza della sorgente è legata all'irradianza sul sensore - la retina, attraverso una funzione spettrale di trasferimento che dipende solo dalle caratteristiche costruttive dell'obiettivo, cioè dalle caratteristiche fisiologiche dell'occhio, ed indipendente dalla distanza sorgente-osservatore. Tale funzione di trasferimento associata alla sonda per la misura della radianza altro non è che la funzione che esprime i coefficienti spettrali della curva di taratura in radianza (funzione della lunghezza d'onda) della sonda di misura (tale dato si desume dal certificato di taratura). In altre parole il radiometro misura sempre un valore di irradianza sul sensore, che, moltiplicato per il corrispondente fattore di taratura spettrale, permette di calcolare il corrispondente valore di radianza della sorgente (se si moltiplica l'irradianza "spettrale" per lo spettro d'azione per la funzione di trasferimento si ottiene la corrispondente radianza "spettrale efficace").

In alternativa all'uso dell'ottica per la misura della radianza, si può procedere, come indicato nella norma CEI EN 62471 (2009), ad una misura di irradianza, dopo aver schermato la parte della sorgente eccedente l'angolo di accettazione. Tale parametro è determinato dal rapporto del diametro della superficie circolare sottesa dall'angolo solido determinato dall'angolo di accettazione e la distanza tra sorgente- detector. La scelta della distanza di misura e del diametro della superficie schermante deve determinare un setup di misura tale per cui l'angolo di accettazione del sensore sia uguale all'angolo effettivo con cui l'occhio vede la sorgente a causa dei movimenti oculari. Un setup di misura ove questo angolo di accettazione fosse inferiore al valore stabilito comporterebbe la sovrastima della misura. Il valore di questo angolo non va confuso con quello che sottende la sorgente, la cui determinazione è esclusivamente finalizzata alla determinazione del corretto valore limite di esposizione da applicare a tutela dei lavoratori in funzione delle condizioni di esposizione.

I requisiti prestazionali della strumentazione radiometrica da utilizzarsi per la valutazione dei rischi di esposizione a radiazioni ottiche sono riportati nella norma CEI EN 62471 (Allegato B). Una vasta serie di spettroradiometri a singolo monocromatore con rivelatore a CCD ed uscita in fibra ottica sono disponibili sul mercato, offrendo una soluzione relativamente economica e flessibile alle necessità del valutatore.

La grande possibilità di "personalizzare" tali strumenti (selezionando ad esempio parametri come: intervallo spettrale di lavoro, risoluzione, efficienza quantica del sensore, ecc.), adattandoli alle necessità più disparate, li rende strumenti molto versatili con potenzialità molto elevate. Bisogna tuttavia sceglierne molto accuratamente le caratteristiche al fine di garantire i requisiti prestazionali richiesti nonché un grado accettabile di incertezza nella misura delle grandezze radiometriche.

Alcuni parametri importanti di cui tener conto nella scelta della configurazione dello strumento sono:

- il mezzo disperdente del monocromatore;
- la dispersione angolare che per i reticoli aumenta all'aumentare del numero di incisioni per mm;
- "l'angolo di blaze" del reticolo: variando l'angolazione delle incisioni del reticolo è infatti possibile indirizzare una maggiore quantità di radiazione in uno specifico ordine di diffrazione, aumentando il segnale al rivelatore in un determinato intervallo spettrale (d'altra parte il segnale all'esterno dell'intervallo spettrale diminuisce).

Le proprietà del reticolo unitamente alla focale del sistema ottico che costituiscono lo spettroradiometro determinano l'intervallo spettrale utile per quella determinata configurazione. La risoluzione spettrale dello strumento è in relazione sia alla configurazione del sistema, sia alle dimensioni dell'apertura della fenditura posta all'ingresso dello strumento stesso (quanto più è piccola tanto maggiore è la risoluzione spettrale ma tanto più bassa è l'intensità che può giungere al rivelatore), sia infine alle dimensioni del rivelatore (le dimensioni del pixel se il rivelatore è un CCD). Si sottolinea che la risoluzione spettrale non va spinta oltre il limite del manometro, onde evitare di penalizzare eccessivamente la dinamica dello strumento. Nel caso in cui l'ottica di raccolta dello strumento sia una fibra ottica, l'apertura limitante sarà data dal diametro della fibra nel caso questa sia inferiore alle dimensioni della fenditura (aumenterà di conseguenza la risoluzione spettrale). La risoluzione spettrale dello spettroradiometro dovrà permettere misure con step di 1 nm nell'UV e al massimo 5 nm nell'IRA, questo poiché nell'UV si incontrano frequentemente sorgenti con spettro di righe¹² mentre nell'IR le sorgenti più comuni sono principalmente assimilabili a corpi neri.

La misura delle caratteristiche di emissione dei LED richiede, anche nel visibile, caratteristiche prestazionali superiori a quelle necessarie per misure nell'UV.

I radiometri a larga banda invece offrono il vantaggio di una grande rapidità e semplicità di misura che li rende strumenti molto versatili per una indagine di screening, tuttavia la pesatura spettrale operata dai filtri non riesce sempre

¹¹ come indicato nel punto j-k-l, della tabella 1.1 dell'allegato XXXVII del DLgs.81/2008, che riporta i valori limite di esposizione

¹² una corretta valutazione del dato spettrale riferito ad una riga di emissione richiede che lo strumento abbia (se il rivelatore è un CCD) una risoluzione spettrale tale da risolvere lo spettro della riga almeno con 5 pixel

a riprodurre il comportamento dello spettro d'azione comportando di conseguenza un errore sulla determinazione delle grandezze efficaci. Un altro errore che spesso si può associare all'uso di tali strumenti è dato dalla risposta spettrale che spesso si estende oltre i limiti dell'intervallo di lunghezze d'onda definito per le grandezze efficaci.

Le caratteristiche della strumentazione di misura da impiegare sono riportate in dettaglio nelle norme tecniche riportate nel **Punto 5.09** Ulteriori utili riferimenti si possono dedurre dalla lettura della pubblicazione "Measurements of Optical Radiation Hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards", Gaithersburg, Maryland, USA, September 1-3, 1998. Munich: ICNIRP/CIE-Publications; 1999 e delle altre linee guida ICNIRP, liberamente scaricabili dal relativo sito internet.

Come già anticipato, la strumentazione utilizzata nel campo della radiazione laser per le misure della potenza e dell'energia della radiazione deve rispondere ad una serie di specifiche fissate nelle norme di buona tecnica, ed in particolare nella norma CEI 76-3 (CEI EN 61040). Tutte le informazioni relative a questi parametri devono essere contenute nelle specifiche tecniche fornite all'acquisto dello strumento o nel certificato di taratura.

Tutti i rivelatori, gli strumenti e gli apparati per la misurazione della radiazione laser devono essere tarati correttamente, devono superare la prova di sovraccarico e devono essere conformi alle prescrizioni minime indicate nella norma CEI 76-3, al punto 3.1. Dovrà essere indicata la classe di precisione di appartenenza.

Allegato 5

CONTROLLI DI QUALITÀ SU APPARECCHIATURE LASER MEDICALI

1. Controlli su parametri fisici per ogni tipologia di laser

1.a Misura della potenza media (laser CW e laser pulsati con frequenza di ripetizione maggiore o uguale a 3 Hz)

Strumentazione di misura: Power/energy meter calibrato con testa adeguata alla tipologia di laser:
Metodo di misura: Si imposta sull'apparecchio laser la massima potenza media.
Si misura la potenza su 1 minuto di emissione, con periodo di campionamento inferiore a 0,1 sec.
Si imposta sull'apparecchio laser la minima potenza media.
Si misura la potenza su 1 minuto di emissione, con periodo di campionamento inferiore a 0,1 sec.
Nota: per effettuare la misura è opportuno rimuovere dall'apparecchio laser eventuali sistemi ottici complessi (es. micromanipolatori) che possono introdurre attenuazioni non trascurabili della potenza di uscita.

Risultato accettabile: Per ciascun livello di potenza misurato, il valore massimo e il valore minimo misurati (oppure il valor medio più o meno due volte la deviazione standard) non devono scostarsi più del 20% dal valore nominale impostato.

1.b Misura dell'energia per impulso (laser pulsati con frequenza di ripetizione inferiore a 3 Hz)

Strumentazione di misura: Power/Energy meter calibrato con testa adeguata alla tipologia di laser:
Metodo di misura: Si imposta sull'apparecchio laser la massima energia per impulso.
Si misurano le energie di 10 impulsi.
Si imposta sull'apparecchio laser la minima energia per impulso.
Si misurano le energie di 10 impulsi.
Nota: per effettuare la misura è opportuno rimuovere dall'apparecchio laser eventuali sistemi ottici complessi (es. micromanipolatori) che possono introdurre attenuazioni non trascurabili della potenza di uscita.

Risultato accettabile: Per ciascun livello di energia misurato, il valore massimo e il valore minimo misurati (oppure il valor medio più o meno due volte la deviazione standard) non devono scostarsi più del 20% dal valore nominale impostato.

1.c Misura durata impulso e del treno di impulsi (laser pulsati)

Strumentazione di misura: Oscilloscopio
Fotodiodo adeguato alla tipologia di laser.
Metodo di misura: Si imposta sull'apparecchio laser la massima durata di impulso, e dove questa non indicata, la massima energia di impulso.
Si misurano le durate di impulso al 50% su 10 impulsi, registrando i valori massimo e minimo.
Si imposta sull'apparecchio laser la minima durata di impulso, e dove questa non indicata, la minima energia di impulso.
Si misurano le durate di impulso al 50% su 10 impulsi, registrando i valori massimo e minimo.

Risultato accettabile: Il valore massimo e il valore minimo di durata di impulso misurati devono rientrare all'interno del range di durata di impulso dichiarato dal fabbricante nel manuale d'uso.

1.d Misura della frequenza di ripetizione degli impulsi (laser pulsati)

Strumentazione di misura: Oscilloscopio.
Fotodiodo adeguato alla tipologia di laser.
Metodo di misura: Si misura per 10 volte la frequenza di ripetizione, per ciascun valore impostabile. Si registrano i valori massimo e minimo e si calcola il valor medio e la deviazione standard.

Risultato accettabile: I valori di frequenza di ripetizione misurati non devono scostarsi più del 5% dai valori nominali impostati (il valore medio più due volte la deviazione standard, oppure i valori max e min).

1.e Controllo allineamento fascio di lavoro - fascio di puntamento

Strumentazione di misura: Carta termica, calibro.

Metodo di misura: Si posiziona la carta termica ad una distanza pari alla distanza dell'area di lavoro nell'uso normale.
Si misurano i diametri degli spot del fascio di lavoro e del fascio di puntamento, e la distanza tra i centri degli spot.

Risultato accettabile: Lo scostamento tra i centri dei due spot non deve superare il 50% del diametro maggiore.
Il diametro dello spot del fascio di puntamento non deve superare di oltre 1,5 volte il diametro dello spot del fascio di lavoro.

1.f Misura divergenza fascio laser

Strumentazione di misura: Analizzatore di fascio

Metodo di misura: Si misura in due sezioni differenti il diametro d_{63} ovvero il diametro minimo che contiene il 63% della potenza (o energia) totale del fascio laser.
Si calcola la divergenza in base ai due diametri misurati e alla loro distanza sull'asse del fascio, secondo la formula:

$$\varphi = 2 \arctan \left(\frac{d'_{63} - d_{63}}{2r} \right).$$

Risultato accettabile: La divergenza misurata deve essere maggiore o uguale a quella dichiarata dal fabbricante nel manuale d'uso.

2. Controlli su laser con sistema di trasmissione a fibra rimovibile

2.a Verifica integrità estremità fibra

Metodo di verifica: Analisi visiva; verifica con fascio di puntamento per la testa di uscita e con lampada esterna per la testa di ingresso.

Risultato accettabile: Entrambe le estremità della fibra devono risultare integre.

2.b Verifica rendimento fibra (fibra + manipolo)

Strumentazione di misura: Power/Energy meter calibrato con testa adeguata alla tipologia di laser:

Spezzone di fibra

Metodo di misura: Si imposta sull'apparecchio laser la massima potenza media.
Si misura la potenza in uscita dalla fibra (o fibra + manipolo se presente).
Si rimuove la fibra e l'eventuale manipolo, e si inserisce uno spezzone di fibra lungo non più di 10 cm.
Si misura la potenza in uscita dallo spezzone di fibra e si calcola il rendimento della fibra + eventuale manipolo.

Risultato accettabile: Il rendimento non deve essere inferiore all'85% .

3. Controlli per laser a CO₂ con manipolo o microscopio finale

3.a Verifica rendimento accoppiatore

Strumentazione di misura: Power/Energy meter calibrato con testa adeguata alla tipologia di laser:

Metodo di misura: Si imposta sull'apparecchio laser la massima potenza media.

Si misura la potenza in uscita dal sistema di focalizzazione.

Si rimuove il sistema di focalizzazione e si misura la potenza in uscita.

Risultato accettabile: Il rendimento non deve essere inferiore all'85%, e non deve essere inferiore al 70% nel caso di sistemi ottici complessi (es. micromanipolatori).

ALLEGATO 6
SPECIFICHE DEI DPI PER LA PROTEZIONE DA RADIAZIONI OTTICHE

1) Radiazioni non coerenti

Sono riportate di seguito i numeri di codice identificativi per tipo di protezione da radiazioni luminose:

2 filtro per ultravioletti, il riconoscimento dei colori può risultare alterato

2 C filtro per ultravioletti con buon riconoscimento dei colori

4 filtro per infrarossi

5 filtro solare senza requisiti per gli infrarossi

6 filtro solare con requisiti per infrarossi

Relativamente agli **UV**, per aiutare l'utente nella scelta del livello protettivo, la norma tecnica UNI EN 170 riporta alcune indicazioni sulla graduazione da utilizzarsi in determinate situazioni secondo la **Tabella A6-A** con la precisazione che le indicazioni riportate non sono applicabili a lavoratori con fotofobia o a quelli sottoposti a trattamento medico che possono essere particolarmente sensibili alla radiazione ottica. Inoltre tali filtri non sono adatti per l'osservazione diretta di sorgenti brillanti quali le lampade ad arco allo xeno ad alta pressione o gli archi di saldatura, per i quali deve essere utilizzato un DPI conforme alla norma UNI EN 169.

Tabella A6-A

N° di scala	Percezione del colore	Applicazioni tipiche	Sorgenti tipiche (esempi)
2-1,2 2-1,4 2-1,7	Può essere alterata, salvo se il filtro è marcato 2C	Da utilizzare con sorgenti che emettono prevalentemente radiazione UV a lunghezza d'onda minori di 313 nm e quando l'abbagliamento non è un fattore importante. Questo copre le bande UVC (da 100 nm a 280 nm) e la maggior parte delle bande UVB (da 280 nm a 315 nm).	Lampade a vapori di mercurio a bassa pressione, come le lampade utilizzate per stimolare la fluorescenza o "luci nere", le lampade attiniche e le lampade germicide.
2-2 2-2,5		Da utilizzare con sorgenti che emettono una forte radiazione contemporaneamente nel campo spettrale UV e nel campo visibile e perciò è richiesta l'attenuazione della radiazione visibile	Lampade a vapori di mercurio a media pressione, come le lampade fotochimiche
2-3 2-4			Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione e lampade a vapori di alogenuri metallici, come le lampade solari per solarium
2-5			Sistemi a lampade pulsanti. Lampade a vapori di mercurio ad alta ed altissima pressione come le lampade solari per solarium

Nel caso specifico tanto maggiore è il numero del livello di graduazione del filtro, tanto più elevato è il livello di protezione dalle radiazioni UV.

Anche il numero di scala dei filtri di protezione dalle **radiazioni solari** è formato dal numero che indica il tipo di protezione da radiazioni luminose, questa volta con codice **5** o **6**, e dal numero di graduazione del filtro uniti da un trattino. I filtri di codice **5** garantiscono protezione nel campo spettrale dell'ultravioletto e della luce visibile. Se il filtro è in grado di garantire anche la protezione da radiazioni infrarosse il codice identificativo è il **6**.

Tanto maggiore è il numero di livello di graduazione del filtro, tanto superiore è il livello di protezione dalle radiazioni solari.

La **Tabella A6-B**, ripresa dalla norma UNI EN 172, riporta il livello protettivo ed il relativo filtro (designazione) da utilizzarsi in alcune situazioni.

Tabella A6-B

Numero di scala	Designazione e uso
5-1,1 6-1,1	Solo per certi filtri solari fotocromatici allo stato chiaro
5-1,4 6-1,4	Filtro molto chiaro
5-1,7 6-1,7	Filtro chiaro

5-2 6-2	Filtro medio, generico raccomandato per la maggior parte degli usi
5-2,5 6-2,5	Filtro scuro, utilizzato generalmente in Europa centrale
5-3,1 6-3,1	Filtro molto scuro, utilizzato ai tropici ed ai sub-tropici, per l'osservazione del cielo, in alta montagna, zone innevate, zone d'acqua luminose, pianure sabbiose, cave di gesso e calcare
5-4,1 6-4,1	Filtro estremamente scuro, da utilizzarsi solo in condizioni di forte luminosità, non adatto per la guida

Il numero di scala dei filtri per la protezione dalle **radiazioni infrarosse** è formato dal numero di codice **4** e dal numero di graduazione relativo al filtro uniti da un trattino. La norma UNI EN 171 di riferimento individua 13 livelli protettivi con numeri di graduazione che vanno dall'1.2 al 10; a livello protettivo maggiore corrisponde una minor trasmissione nel campo dell'infrarosso e contemporaneamente anche una minor trasmissione luminosa.

Poiché l'emissione di raggi infrarossi avviene tipicamente in presenza di lavorazioni ed impianti di fusione la norma tecnica fornisce indicazioni per la scelta del livello protettivo in base alla temperatura di fusione dei solidi in lavorazione, come riportando nella **Tabella A6-C** a seguito.

Dove il problema da radiazioni infrarosse è associato a una forte emissione di calore (come nelle fonderie e nelle lavorazioni del vetro) o quando l'esposizione è prolungata, è raccomandato l'uso di filtri con riflettanza maggiore nel campo dell'infrarosso al fine di aumentare la confortevolezza del portatore in quanto questo trattamento provoca un minor aumento della temperatura. Questi filtri sono marcati "Numero di scala - R".

Per i processi lavorativi nei quali il riconoscimento dei colori è importante è raccomandato l'utilizzo di filtri per infrarossi con capacità superiore di riconoscimento dei colori che sono marcati "4C-Numero di graduazione".

Tabella A6-C

Numero di scala	Applicazione tipica in termini di fonti di temperatura media [°C]	Numero di scala	Applicazione tipica in termini di fonti di temperatura media [°C]
4 - 1.2	Fino a 1.050	4 - 5	1.390
4 - 1.4	1.070	4 - 6	1.510
4 - 1.7	1.090	4 - 7	1.650
4 - 2	1.110	4 - 8	1.810
4 - 2,5	1.150	4 - 9	1990
4 - 3	1.190	4 - 10	2.220
4 - 4	1.290		

I dispositivi di protezione utilizzati nelle **operazioni di saldatura** sono schermi (ripari facciali) e maschere (entrambi rispondenti a specifici requisiti di adattabilità, sicurezza ed ergonomia), con filtri a graduazione singola, a numero di scala doppio o commutabile (quest'ultimo per es. a cristalli liquidi).

I filtri per i processi di saldatura devono fornire protezione sia da raggi ultravioletti che infrarossi che da radiazioni visibili.

Il numero di scala dei filtri destinati a proteggere i lavoratori dall'esposizione alle radiazioni durante le operazioni di saldatura e tecniche simili è formato solo dal numero di graduazione corrispondente al filtro, mentre manca il numero di codice, che invece è presente invece negli altri filtri prima descritti. In funzione del fattore di trasmissione dei filtri, la norma UNI EN 169 prevede 19 numeri di graduazione.

Per individuare il corretto numero di scala dei filtri, è necessario considerare prioritariamente:

- per la saldatura a gas, saldo-brasatura e ossitaglio: la portata di gas ai cannelli;
- per la saldatura ad arco, il taglio ad arco e al plasma jet: l'intensità della corrente.

Ulteriori fattori da tenere in considerazione sono:

- la distanza dell'operatore rispetto all'arco o alla fiamma; se l'operatore è molto vicino può essere necessario una graduazione maggiore;
- l'illuminazione locale dell'ambiente di lavoro;
- le caratteristiche individuali.

Tra la saldatura a gas e quella ad arco vi sono, inoltre, differenti livelli di esposizione al calore: con la prima si raggiungono temperature della fiamma che vanno dai 2500 °C ai 3000 °C circa, mentre con la seconda si va dai 3000 °C ai 6000 °C fino ai 10.000 °C tipici della saldatura al plasma.

Per aiutare la scelta del livello protettivo, la norma tecnica riporta alcune indicazioni sul numero di scala da utilizzarsi (vedi **Tabella A6-D, A6-E e A6-F**). Esse si basano su condizioni medie di lavoro dove la distanza dell'occhio del saldatore dal metallo fuso è di circa 50 cm e l'illuminazione media dell'ambiente di lavoro è di circa 100 lx.

Tanto è maggiore il numero di scala tanto superiore è il livello di protezione dalle radiazioni che si formano durante le operazioni di saldatura e tecniche connesse.

Tabella A6-D: Numeri di scala per saldatura a gas e saldo-brasatura

Lavoro	$q \leq 70$	$70 < q \leq 200$	$200 < q \leq 800$	$q > 800$
Saldatura a gas e saldobrasatura	4	5	6	7
Q è la portata di acetilene, in litri all'ora. NB: In funzione delle condizioni di impiego, può essere utilizzato il numero di scala immediatamente superiore o inferiore				

Tabella A6-E: Numeri di scala per l'ossitaglio

Lavoro	$900 \leq q \leq 2000$	$2000 < q \leq 4000$	$4000 < q \leq 8000$
Ossitaglio	5	6	7
Q è la portata di ossigeno, in litri all'ora. NB: In funzione delle condizioni di impiego, può essere utilizzato il numero di scala immediatamente superiore o inferiore			

Tabella A6-F: Utilizzazione raccomandata dei diversi numeri di scala per la saldatura ad arco

Processo	Corrente A																															
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600											
Elettrodi rivestiti	8				9				10				11				12				13				14							
MAG	8				9				10				11				12				13				14							
TIG	8				9				10				11				12				13				14							
MIG con metalli pesanti	8				9				10				11				12				13				14							
MIG con leghe leggere	8				9				10				11				12				13				14							
Taglio aria-arco	8				9				10				11				12				13				14				15			
Taglio plasma-jet	8				9				10				11				12				13				14							
Saldatura ad arco al microplasma	4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15									
	1,5	6	10	15	30	40	60	70	100	125	150	175	200	225	250	300	350	400	450	500	600											

Nota Il termine "metalli pesanti" si applica ad acciai, leghe di acciaio, rame e leghe correlate, ecc.

Il codice alfanumerico dell'oculare indica:

Posizione I: numero di scala, include solo il numero che identifica la graduazione del filtro

Posizione II: marchio di identificazione del fabbricante

Posizione III: classe ottica con valori di 1 (migliore), 2 o 3 (peggiore)

Posizione IV: livello di resistenza meccanica all'impatto di solidi che può essere A (migliore), B, F o S (peggiore) con, talvolta a seguito la lettera T per indicare oculari che resistono alle particelle ad alta velocità a temperature estreme;

Posizione V: numero che indica l'eventuale protezione da archi elettrici (8) o metalli fusi e solidi incandescenti (9)

Posizione VI: lettera K che indica l'eventuale lente antigraffio;

Posizione VII: lettera N che indica l'eventuale trattamento antiappannante

Pur essendo definita la sequenza, non sempre sono presenti tutti i numeri/lettere ed in tal caso la marcatura viene compattata. Ad esempio una marcatura dell'oculare: "2,5 X 1F 9 N" indica:

- numero di scala, che coincide con il solo numero di graduazione del filtro;
- X corrisponde al codice di identificativo del fabbricante;
- il numero 1 si riferisce alla classe ottica migliore;
- la lettera F indica il livello (basso) di resistenza meccanica;
- il numero 9 si riferisce alla protezione da metalli fusi e solidi caldi;
- la lettera N denota l'oculare con il trattamento antiappannante.

Anche la montatura presenta delle marcature ma il loro significato non interviene sulla protezione da radiazioni ottiche. Quando la lente e la montatura formano un tutt'uno (es. occhiali panoramici con astine, occhiali a mascherina), il protettore deve essere marcato come per l'oculare seguito da un trattino, dalla norma tecnica di riferimento e altri simboli.

I filtri da saldatura con fattore di trasmissione luminosa variabile includono altri numeri tra cui i primi sono relativi alla graduazione più chiara e alla graduazione più scura separati dal simbolo “/”. Se la graduazione scura è controllata manualmente, dovranno essere marcati i limiti della gamma dei numeri di scala conseguibili separati da un trattino. Mentre nel caso di filtri per saldatura che commutano automaticamente la loro graduazione, il numero di scala dello stato più scuro deve essere preceduto dal simbolo “<” ed, eventualmente, da una “M” nel caso in cui sia anche possibile compensare manualmente lo stato scuro del filtro.

Ulteriori numeri si riferiscono alle classi di luce diffusa all'interno del filtro 1, 2 o 3 e alla classe di variazione del fattore di trasmissione luminosa che vanno aggiunte alla classe ottica, da questa e fra loro separate da una barra obliqua. Deve inoltre essere presente il numero della normativa europea di riferimento.

Ad esempio una marcatura dell'oculare: “5/11 – 13 X 1/3/2 EN 379” indica:

- un filtro con graduazione chiara 5, commutabile manualmente in graduazioni scure corrispondenti a numeri compresi fra 11 e 13.
- X corrisponde al codice di identificativo del fabbricante,
- i numeri 1/3/2 corrispondono alla classe ottica 1, classe di diffusione della luce 3 e classe di variazione del fattore di trasmissione luminosa 2.
- la dicitura EN 379 si riferisce alla normativa tecnica europea.

2) Radiazioni laser

Tabella A6-G: Numeri di graduazione raccomandati per l'uso di filtri e protettori dell'occhio contro le radiazioni laser.

Numero di graduazione	Fattore spettrale massimo alla lunghezza d'onda del laser $\tau(\lambda)$	Densità massima di potenza (E) e/o energia (H) nel campo di lunghezze d'onda								
		da 180 nm a 315 nm			da >315 nm a 1 400 nm			da >1 400 fino a 1 000 μm		
		Tipo di laser / periodo di esposizione in s								
		D $\geq 3 \cdot 10^4$	I, R da 10^9 a $3 \cdot 10^4$	M $< 10^9$	D $> 5 \cdot 10^4$	I, R da 10^9 a $5 \cdot 10^4$	M $< 10^9$	D $> 0,1$	I, R da 10^9 a $0,1$	M $< 10^9$
	E_D	$H_{I,R}$	E_M	E_D	$H_{I,R}$	H_M	E_D	$H_{I,R}$	E_M	
	W/m^2	J/m^2	W/m^2	W/m^2	J/m^2	W/m^2	W/m^2	J/m^2	W/m^2	
L1	10^{-1}	0,01	$3 \cdot 10^2$	$3 \cdot 10^{11}$	10^2	0,05	$1,5 \cdot 10^{-3}$	10^4	10^3	10^{12}
L2	10^{-2}	0,1	$3 \cdot 10^3$	$3 \cdot 10^{12}$	10^3	0,5	$1,5 \cdot 10^{-2}$	10^5	10^4	10^{13}
L3	10^{-3}	1	$3 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^{13}$	10^4	5	0,15	10^6	10^5	10^{14}
L4	10^{-4}	10	$3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^{14}$	10^5	50	1,5	10^7	10^6	10^{15}
L5	10^{-5}	10^2	$3 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^{15}$	10^6	$5 \cdot 10^2$	15	10^8	10^7	10^{16}
L6	10^{-6}	10^3	$3 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^{16}$	10^7	$5 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^2$	10^9	10^8	10^{17}
L7	10^{-7}	10^4	$3 \cdot 10^8$	$3 \cdot 10^{17}$	10^8	$5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^3$	10^{10}	10^9	10^{18}
L8	10^{-8}	10^5	$3 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^{18}$	10^9	$5 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^4$	10^{11}	10^{10}	10^{19}
L9	10^{-9}	10^6	$3 \cdot 10^{10}$	$3 \cdot 10^{19}$	10^{10}	$5 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^5$	10^{12}	10^{11}	10^{20}
L10	10^{-10}	10^7	$3 \cdot 10^{11}$	$3 \cdot 10^{20}$	10^{11}	$5 \cdot 10^7$	$1,5 \cdot 10^6$	10^{13}	10^{12}	10^{21}

NB: la grandezza in cui è espressa H_M è J/m^2 e non W/m^2 come erroneamente riportato nella norma (e nella tabella che si riporta fedelmente)

I filtri degli occhiali utilizzati contro le radiazioni laser non sono sostituibili e quindi la marcatura può essere collocata sull'oculare o sulla montatura e deve riportare in sequenza i seguenti elementi:

- lunghezza(e) d'onda o campo di lunghezze d'onda in nm in cui il filtro garantisce la protezione
- simbolo della condizione di prova per tipo di laser (**D** laser a onda continua, **I** laser a impulsi, **R** laser a impulsi giganti e **M** laser a impulsi a modo accoppiato).

- numero di graduazione
- marchio di identificazione del fabbricante
- livello di resistenza meccanica (ove applicabile).

Ad esempio una marcatura dell'oculare "633 DI L4 X S" indica:

- 633 è la lunghezza d'onda per la quale il protettore dell'occhio fornisce protezione;
- DI sono i simboli della condizione di prova per tipo di laser; in questo caso, significa che l'occhiale è idoneo sia per laser a onda continua (D) che a impulsi (I);
- L4 è numero di graduazione secondo la norma EN 207;
- X è marchio di identificazione del fabbricante;
- S corrisponde alla resistenza meccanica; in questo caso rappresenta una "robustezza incrementata".

Nella **Tabella A6-G** sono riportati i numeri di graduazione raccomandati per l'uso di filtri e protettori dell'occhio contro le radiazioni laser.

Nella **Tabella A6-H** sono invece riportati i numeri di graduazione raccomandati per i filtri e le montature dei protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser.

Tabella A6-H: Numeri di graduazione raccomandati per i filtri e le montature dei protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser

Numero di graduazione	Fattore spettrale di trasmissione		Laser in emissione continua e laser a impulsi con durata dell'impulso $\geq 2 \cdot 10^{-4}$ s Potenza laser massima W	Laser a impulsi con durata dell'impulso $> 10^{-9}$ s fino a $2 \cdot 10^{-4}$ s Energia massima dell'impulso J
	Filtro	Montatura		
R 1	$10^{-2} < \tau(\lambda) \leq 10^{-1}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-1}$	0,01	$2 \cdot 10^{-6}$
R 2	$10^{-3} < \tau(\lambda) \leq 10^{-2}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-2}$	0,1	$2 \cdot 10^{-5}$
R 3	$10^{-4} < \tau(\lambda) \leq 10^{-3}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-3}$	1	$2 \cdot 10^{-4}$
R 4	$10^{-5} < \tau(\lambda) \leq 10^{-4}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-4}$	10	$2 \cdot 10^{-3}$
R 5	$10^{-6} < \tau(\lambda) \leq 10^{-5}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-5}$	100	$2 \cdot 10^{-2}$

Anche i filtri degli occhiali utilizzati in queste operazioni non sono sostituibili e quindi la marcatura può essere collocata sull'oculare o sulla montatura.

La marcatura dei protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser deve riportare le seguenti informazioni:

- potenza massima del laser, in watt (W) ed energia massima di impulso, in joule (J);
- lunghezza d'onda, o campo di lunghezze d'onda (in nm), dalla quale il dispositivo deve proteggere;
- numero di graduazione;
- marchio di identificazione del fabbricante;
- marchio di certificazione se applicabile;
- lettera relativa alla resistenza meccanica (ove applicabile);
- sulla montatura le parole "protettori dell'occhio per regolazione" nella lingua del Paese in cui il DPI è venduto.

Ad esempio una marcatura dell'oculare "1 W 2×10^{-3} J 500 – 550 R4 X S" indica:

- 1 W è la massima potenza laser;
- 2×10^{-3} J mostra l'energia massima d'impulso;
- 500 – 550 è la gamma di lunghezze d'onda da cui il dispositivo deve proteggere;
- R4, identifica il numero di graduazione cioè la protezione da utilizzare per interventi di regolazione su sistemi laser;
- X è il codice identificativo del fabbricante;
- S corrisponde alla resistenza meccanica; in questo caso rappresenta una "robustezza incrementata".

ALLEGATO 7
PRINCIPALI NORME TECNICHE E PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE CITATE

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
<p>CEI-EN 60825-1 fascicolo 4405 R</p> <p>Norma It. CEI EN 60825-1 – Class. CEI 76-2 – CT 76 – Fascicolo 6822 – Anno 2003 – Edizione Quarta Inglese – Italiano</p> <p>Sicurezza degli apparecchi laser Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore</p>	<p>Sicurezza degli apparecchi laser – Parte 1: classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore (VECCHIA CLASSIFICAZIONE)</p> <p>Questa Norma riporta le prescrizioni minime relative alla sicurezza degli apparecchi laser, che possono essere composti da un solo laser con o senza dispositivo di alimentazione separato, oppure può incorporare uno o più laser in un sistema complesso ottico, elettrico o meccanico. Le applicazioni dei laser a cui si riferisce la norma sono le più disparate, sia per dimostrare fenomeni fisici e ottici, sia per lavorare materiali, sia per la lettura e registrazione dei dati come per la trasmissione e visualizzazione dell'informazione. Sono inclusi i diodi che emettono luce (LED).</p> <p>Nel caso in cui un sistema laser costituisca una parte di un'apparecchiatura che è soggetta a un'altra norma per la sicurezza, ad esempio applicazione medica, si utilizza la presente norma che si applica in relazione ai rischi specifici derivanti dalle radiazioni laser.</p> <p>La Norma comprende la variante A2 CENELEC alla Pubblicazione base che modifica la classificazione delle apparecchiature della norma in modo rilevante. Si è quindi ritenuto utile mettere a disposizione la presente edizione che ingloba il contenuto della norma-base (CEI EN 60825-1:1998-05), la variante V1 (CEI EN 60825-1/A11:1999-01, che corrisponde all'A11 CENELEC:1996-10), e le varianti A1 e A2 (IEC e CENELEC), quest'ultima non esiste separatamente perché modifica in modo rilevante tutto il contenuto della norma base e relativa Variante.</p> <p>La Norma è parzialmente sostituita dalla CEI EN 60825-1:2009-07 (CEI 76-2 – fasc. 9891), dalla quale sono rimaste escluse le sezioni relative alla Guida per l'utilizzatore e ai requisiti applicabili ai LED.</p> <p>Indipendentemente dalla DOW (data di ritiro delle norma nazionali contrastanti) l'edizione 2003 della CEI EN 60825-1 continuerà a rimanere applicabile, in riferimento alle due sezioni escluse, fino a quando le stesse non verranno ripubblicate.</p> <p>E' altresì parzialmente sostituita dalla CEI EN 62471:2009-02 (CEI 76-9 – fasc. 9646E).</p>
<p>Norma It. CEI EN 60825-1 – Class. CEI 76-2 – CT 76 – Fascicolo 9891 – Anno 2009 – Edizione Quinta Inglese – Italiano</p> <p>Sicurezza degli apparecchi laser Parte 1: Classificazione delle apparecchiature e requisiti</p>	<p>L'attuale edizione della Norma europea EN 60825-1 riporta i requisiti minimi relativi alla sicurezza degli apparecchi laser che emettono radiazioni laser con lunghezza d'onda compresa tra 180 nm e 1 mm.</p> <p>La Norma sostituisce parzialmente la EN 60825-1:1994 (+ Corrigendum Febbraio 1995) + A1:2002 + A2:2001 (+ corrigendum Aprile 2004).</p> <p>Rispetto all'edizione precedente, la guida per l'utilizzatore è stata rimossa ed è ora un documento separato (Parte 14).</p> <p>I LED (diodi che emettono luce) non rientrano più nello scopo di questa Parte 1 della EN 60825, ma potranno ancora essere oggetto di altre parti della serie EN 60825.</p> <p>Indipendentemente dalla DOW (data di ritiro delle norma nazionali contrastanti), fino a quando queste 2 sezioni (guida per l'utilizzatore e requisiti applicabili ai LED) escluse dall'attuale edizione non verranno pubblicate, la precedente edizione di febbraio 2003 della CEI EN 60825-1 continuerà a rimanere applicabile in riferimento alle 2 parti escluse.</p>
<p>Norma It. CEI EN 62471 – Class. CEI 76-9 – CT 76 – Fascicolo 9646 E – Anno 2009 – Edizione Prima Inglese</p> <p>Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade</p>	<p>Questa Norma recepisce la pubblicazione IEC 62471:2006/CIE S 009:2002 che, elaborata in base all'accordo tra CIE (International Commission on Illumination) e IEC, è stata pubblicata, dopo essere stata sottoposta al voto dei Comitati Nazionali IEC secondo la procedura di Fast Track, con il doppio logo IEC e CIE. Essa vuole dare indicazioni per la valutazione della sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade, inclusi gli apparecchi di illuminazione.</p> <p>Questa Norma viene pubblicata dal CEI in una prima fase nella sola lingua inglese, per consentirne l'immediato utilizzo da parte degli utenti interessati, nel rispetto della data di pubblicazione fissata dagli Enti formatori internazionali.</p> <p>Successivamente il CEI pubblicherà, in un nuovo fascicolo – ma come medesima edizione – la stessa Norma in versione italiano-inglese; tale nuova versione avrà la stessa validità della presente.</p> <p>Questa Norma recepisce il testo originale inglese della Pubblicazione IEC e pertanto consta delle sole pagine dispari.</p>

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
<p>Norma It. CEI EN 61040 - Class. CEI 76-3 - CT 76 - Fascicolo 3579 R Anno 1998 - Edizione Prima Inglese - Italiano Rilevatori, strumenti e apparati per la misura della potenza e dell'energia della radiazione laser</p>	<p>Questa Norma si applica agli strumenti e agli apparati che misurano la potenza e l'energia di radiazione laser nella gamma spettrale ottica (con lunghezza d'onda da 100 nm a 1 mm). Essa ha per oggetto di stabilire le definizioni, le prescrizioni minime e le procedure di prova adatte per le caratteristiche e le norme di fabbricazione di rivelatori, strumenti e apparati per la misura della potenza e dell'energia della radiazione laser. Questa Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 2137 E).</p>
<p>Norma It. CEI UNI EN ISO/IEC 17025 - Class. CEI 501-10 - CT 501 - Fascicolo 9528 - Anno 2008 - Edizione Inglese - Italiano Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura</p>	<p>La Norma indica i requisiti generali per la competenza dei laboratori ad effettuare prove e/o tarature, compreso il campionamento. Essa si applica alle prove e tarature eseguite utilizzando metodi normalizzati, non-normalizzati e metodi sviluppati da laboratori.</p>
<p>Norma It. CEI EN 60335-2-27 - Class. CEI 61-184 - CT 59/61 - Fascicolo 7753 - Anno 2005 - Edizione Quarta Inglese - Italiano Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare Parte 2: Norme particolari per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi</p>	<p>Questa Norma si occupa della sicurezza degli apparecchi elettrici che incorporano gli emettitori per l'esposizione della pelle alle radiazioni ultraviolette o infrarosse, per uso domestico e similare, con tensioni nominali non superiori a 250 V monofase e a 480 V per gli altri. Nel campo di applicazione della Norma rientrano anche gli apparecchi non destinati all'uso domestico, ma che possono tuttavia costituire fonte di pericolo per le persone, come per gli apparecchi destinati ai centri per l'abbronzatura, saloni di bellezza e strutture similari. La Norma non si applica invece agli apparecchi destinati ad usi medicali. Vengono considerati i pericoli che gli apparecchi comunemente presentano in casa o nelle vicinanze, ma sono esclusi l'uso come gioco da parte di bambini o di persone inferme senza supervisione. Deve essere usata congiuntamente alla CEI EN 60335-1.</p>
<p>Norma It. CEI EN 60335-2-27/A1 - Class. CEI 61-184;V1 - CT 59/61 - Fascicolo 9710 - Anno 2009 - Edizione Inglese - Italiano Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare Parte 2: Norme particolari per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi per uso domestico e similare</p>	<p>Questa Modifica A1 aggiorna la Norma EN 60335-2-27 relativa alla sicurezza per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi per uso domestico e similare. Le principali modifiche riguardano: - Art. 3 ""Definizioni"": le definizioni per apparecchi UV di tipo1, 2, 3 e 4. sono state spostate nel nuovo Allegato BB; sono state inserite nuove definizioni (MED Minimal Erythemat dose, filtri UV, ecc...) - Art. 7 ""Marcatura e istruzioni"": modificate le istruzioni relative alla dose massima annuale di esposizione raccomandata. - Art. 22 ""Costruzione"": modificate regole e valori per i temporizzatori in relazione ai nuovi limiti di esposizione. - Art. 32 ""Radiazione, tossicità"": sono stati modificati i valori limite dell'irradiazione efficace. Sono state aggiornate le regole di calcolo dell'irradiazione efficace con l'uso dello spettro ""non-melanoma"" e di una nuova e più ampia tabella di fattori di ponderazione per ciascuna lunghezza d'onda. - ""Allegato BB"" Classificazione dettagliata degli apparecchi UV: nuovo allegato (normativo) con definizioni e classificazione dei tipi di apparecchi UV e i relativi limiti di irradiazione efficace.</p>
<p>Norma It. CEI EN 60335-2-27/A2 - Class. CEI 61-184;V2 - CT 59/61 - Fascicolo 9711 - Anno 2009 - Edizione Inglese - Italiano Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e</p>	<p>Questa Modifica A2 aggiorna la Norma EN 60335-2-27 relativa alla sicurezza per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi per uso domestico e similare. Le principali modifiche riguardano: - Introduzione: vengono precisate le relazioni tra la Parte 1 e le Parti 2 delle norme e aspetti delle norme di tipo orizzontale. - Cap.1 Campo di applicazione : indicazioni relative a disabili, persone inesperte, bambini, ecc.</p>

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
<p>similare</p> <p>Parte 2: Norme particolari per apparecchi per il trattamento della pelle con raggi ultravioletti ed infrarossi per uso domestico e similare</p>	<p>- Cap.3 Definizioni : aggiunte per lampade UV fluorescenti e filtri UV</p> <p>- Cap.7 Marcatura ed istruzioni: modifiche per lampade UV fluorescenti .</p> <p>Aggiunta di una lista dettagliata delle tipologie di persone che non devono usare gli apparecchi UV.</p> <p>Elenco dettagliato delle istruzioni necessarie per gli emettitori UV.</p> <p>- Cap.22 Costruzione: per le lampade UV fluorescenti vengono fornite le regole per determinare i limiti dell'intervallo del codice di equivalenza.</p> <p>- Cap.32 Radiazione, tossicità. sono state aggiornate le regole per la determinazione delle distanze di esposizione e della misura dell'irradiazione</p> <p>- Allegato CC Codice di equivalenza per lampade UV fluorescenti: nuovo allegato che definisce i codici con cui devono essere marcate le lampade UV fluorescenti.</p>
<p>IEC 60601-2-22 Ed. 3.0 b:2007 Inglese</p> <p>Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment</p>	<p>Vale per la sicurezza di base e le prestazioni essenziali dei dispositivi laser sia per chirurgia, terapeutica, applicazioni di diagnostica medica, cosmetica e veterinaria destinati per l'uso sugli esseri umani o animali, classificati in classe 3B o come prodotto laser di classe 4, come definito da 3,22 e 3,23 in IEC 60825-1, di seguito denominato apparecchiature laser. Nella presente norma internazionale i diodi emettitori di luce (LED) sono inclusi ogni volta che la parola "laser" è usato. Questa terza edizione annulla e sostituisce la seconda edizione della IEC 60601-2-22, pubblicato nel 1995. Questa edizione costituisce una revisione tecnica. Questa terza edizione tiene conto delle edizioni recentemente pubblicate delle nuove norme generali IEC 60601-1 e la pubblicazione IEC 60825-1. Inoltre, affronta questioni tecniche e di sicurezza che sono sorte nel tempo a seguito della seconda edizione.</p>
<p>CEI EN 60601-2-22 1997 Fascicolo 3495 Apparecchi elettromedicali Parte 2: Norme particolari per la sicurezza degli apparecchi laser terapeutici e diagnostici</p>	<p>La Norma si applica agli apparecchi laser destinati all'applicazione della radiazione laser ai tessuti biologici a fini diagnostici e terapeutici, classificati come prodotti di classe 3B o 4.</p> <p>In particolare precisa le caratteristiche di protezione contro i pericoli derivanti dalla radiazione luminosa di questo tipo di apparecchi e indica nel dettaglio i dati da inserire sulla targa o nella documentazione di accompagnamento. Indica infine alcuni dati particolari relativi alle parti collegate alla rete e componenti.</p>
<p>Norma It. CEI 76 - Class. CEI 76 - CT 76 - Fascicolo 3849 R - Anno 1998 - Edizione Prima Italiano</p> <p>Guida per l'utilizzazione di apparati laser</p>	<p>La presente Pubblicazione contiene guide all'utilizzazione di apparati laser. Tali guide sono destinate a completare la Norma CEI 76-2 che recepisce il Documento di Armonizzazione CENELEC HD 482 S1 (IEC 825 - 1984) riguardante la sicurezza delle radiazioni di apparati laser, nelle loro diverse utilizzazioni. La presente serie di Guide ha lo scopo di fornire all'utilizzatore criteri di applicazione che permettano l'uso appropriato delle apparecchiature laser. Data la diversità delle utilizzazioni si è ritenuto opportuno fornire criteri d'impiego specifici prendendo in esame le applicazioni di maggior rilievo. Vengono presentate in questa prima Pubblicazione le guide seguenti:</p> <p>A - Guida per le applicazioni di apparati laser alle lavorazioni di materiali.</p> <p>B - Guida per le applicazioni di apparati laser per misure industriali, civili e ambientali; presentazioni di immagini e giochi di luce.</p> <p>C - Guida per le applicazioni di apparati laser a sistemi di telecomunicazioni e di trasmissioni dati per mezzo di fibre ottiche.</p> <p>D - Guida per le applicazioni cliniche di apparati laser medicali. Per tutte le applicazioni che non rientrano nelle categorie suddette valgono i criteri d'uso di tipo generale indicati nella Guida B in quanto applicabile.</p> <p>La presente Norma costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Norma pari numero ed edizione (Fascicolo 1284 G).</p>
<p>Norma It. CEI 76 - Class. CEI 76 - CT 76 - Fascicolo 3850 R - Anno 1998 - Edizione Prima Italiano</p> <p>Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca</p>	<p>La Pubblicazione contiene la Guida E per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca e specifica le misure di sicurezza e i mezzi di controllo da adottare nella messa a punto e nella modifica di laser e/o apparati laser. La Guida è destinata a completare la serie di Guide per l'utilizzatore pubblicate sull'argomento e si affianca alla Norma CEI 76-2 riguardante la sicurezza delle radiazioni di apparati laser.</p> <p>La presente Guida costituisce la ristampa senza modifiche, secondo il nuovo progetto di veste editoriale, della Guida pari numero ed edizione (Fascicolo 1381 G).</p>
<p>Norma It. CEI 76-6 - Class. CEI 76-6 - CT 76 - Fascicolo 5928 - Anno 2001 - Edizione Prima</p>	<p>La presente Guida fornisce informazioni al datore di lavoro e all'utilizzatore sull'uso sicuro dei laser e delle apparecchiature laser di classe 3B o 4 per applicazioni diagnostiche e terapeutiche in strutture sanitarie.</p> <p>Descrive inoltre le misure di controllo raccomandate per la sicurezza dei pazienti, del</p>

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
Inglese - Italiano Sicurezza degli apparecchi laser Parte 8: Guida all'uso degli apparecchi laser in medicina	personale, del personale addetto alla manutenzione e quanti altri abbiano a che fare con tali tipi di apparecchi. Le problematiche trattate dalla seguente Guida sono: - sistemi di trasmissione del fascio; - effetti biologici della radiazione laser; - rapporto di infortuni e situazioni pericolose; - elenco delle verifiche.

NORME UNI	DESCRIZIONE
UNI EN 14255-1:2005	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro
UNI EN 14255-2:2006	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 2: Radiazioni visibili ed infrarosse emesse da sorgenti artificiali nei posti di lavoro
UNI EN 14255-3:2008	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 3: Radiazioni UV emesse dal sole
UNI EN 14255-4:2007	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 4: Terminologia e grandezze utilizzate per le misurazioni delle esposizioni a radiazioni UV, visibili e IR
UNI EN 12198-1:2009	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 1: Principi generali
UNI EN 12198-2:2009	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 2: Procedura di misurazione dell'emissione di radiazione
UNI EN 12198-3:2008	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 3: Riduzione della radiazione per attenuazione o schermatura
UNI EN ISO 11553-1:2009	Sicurezza del macchinario - Macchine laser - Parte 1: Requisiti generali di sicurezza
UNI EN ISO 11553-2:2009	Sicurezza del macchinario - Macchine laser - Parte 2: Requisiti di sicurezza per macchine laser portatili
UNI EN ISO 11554:2008	Ottica e fotonica - Laser e sistemi laser - Metodi di prova della potenza del fascio, dell'energia e delle caratteristiche temporali
UNI EN 166: 2004	Protezione personale dagli occhi - Specifiche
UNI EN 167: 2003	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova ottici
UNI EN 168: 2003	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova non ottici
UNI EN 169: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri per saldatura e tecniche connesse - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 170: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 171: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
UNI EN 172: 2003	Protezione personale degli occhi - Filtri solari per uso industriale
UNI EN 175: 1999	Protezione personale degli occhi - Equipaggiamenti di protezione degli occhi e del viso durante la saldatura e i procedimenti connessi
UNI EN 207: 2004	Protezione personale degli occhi - Filtri e protettori dell'occhio contro radiazioni laser (protettori dell'occhio per laser)
UNI EN 208: 2004	Protezione personale degli occhi - Protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser e sistemi laser (protettori dell'occhio per regolazione laser)
UNI EN 379: 2004	Protezione personale degli occhi - Filtri automatici per saldatura
UNI 10912: 2000	Dispositivi di protezione individuale - Guida per la selezione, l'uso e la manutenzione dei dispositivi di protezione degli occhi e del viso per attività lavorative.
UNI EN 1598:2004	Salute e sicurezza in saldatura e tecniche connesse - Tende, strisce e schermi trasparenti per procedimenti di saldatura ad arco
UNI EN 12254:2008	Schermi per posti di lavoro in presenza di laser - Requisiti di sicurezza e prove

PUBBLICAZIONI	DESCRIZIONE
Pubblicazioni ICNIRP	<ul style="list-style-type: none"> • "Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3 μm)" pubblicata su <i>Health Physics, September 1997, Vol. 73, N.3</i> e scaricabile dal sito dell'ICNIRP: www.icnirp.org/documents/broadband.pdf

PUBBLICAZIONI	DESCRIZIONE
	<ul style="list-style-type: none"> • “Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation)” pubblicata su <i>Health Physics, August 2004, Vol. 87, N.2</i> e scaricabile dal sito dell’ICNIRP: www.icnirp.org/documents/UV2004.pdf • “Protecting workers from ultraviolet radiation” (ICNIRP 14/2007). Scaricabile dal sito dell’ICNIRP: www.icnirp.org/documents/UVWorkers.pdf • “Measurements of Optical Radiation Hazards. A reference book based on presentations given by health and safety experts on optical radiation hazards”, Gaithersburg, Maryland, USA, September 1-3, 1998. Munich: ICNIRP/CIE-Publications; 1999. ISBN 978-3-9804789-5-3.
Health Protection Agency, Radiation Protection Division	<ul style="list-style-type: none"> • “A Non-Binding Guide to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC”, scaricabile dal sito http://www.hse.gov.uk/radiation/nonionising/aor-guide.pdf
Documenti CIIP (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione)	<ul style="list-style-type: none"> • “La figura professionale dell’esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz–300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente.” • “Profili professionali degli Esperti per la valutazione delle radiazioni ottiche non coerenti-ERO e coerenti-ASL/TSL” Entrambi i documenti sono scaricabili dal sito della CIIP www.aias-sicurezza.it/minisiti/default.asp?id=52&sx=01300000970&nv=s

CREDITS Capo V



COORDINAMENTO
TECNICO
INTERREGIONALE
DELLA PREVENZIONE
NEI LUOGHI DI LAVORO

**Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro
delle Regioni e delle Province autonome**

in collaborazione con:



**ISPEL - Istituto Superiore
per la Prevenzione E la Sicurezza del Lavoro**



Istituto Superiore di Sanità

Il testo è stato redatto dal Gruppo di lavoro composto da:

Omar Nicolini (Az.USL Modena) con il ruolo di Coordinatore
Laura Argenti (INAIL – Contarp Emilia-Romagna)
Sandra Bernardelli (Az.USL Bologna)
Ivaldo Bernardini (Az.USL Bologna)
Massimo Borra (ISPEL – Dipartimento Igiene del Lavoro)
Riccardo Di Liberto (Policlinico S.Matteo – Pavia)
Pietro Fenocchi (Università di Modena)
Andrea Guasti (AOU Careggi – Firenze)
Nicola Marisi (ASL n.2 Lanciano Vasto Chieti)
Luca Mattioli (Az.USL Bologna)
Andrea Militello (ISPEL – Dipartimento Igiene del Lavoro)
Iole Pinto (AUSL 7 Siena)
Alessandro Polichetti (ISS - Dipartimento Tecnologie e Salute)
Silvano Orsini (ICP – Milano)
Paolo Paraluppi (ASL di Pavia)
Bruno Piccoli (Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma)
Paolo Rossi (ISPEL – Dipartimento Igiene del Lavoro)
Alessandra Tomaselli (Università di Pavia)
Anna Maria Vandelli (Az.USL Modena)

Il testo è disponibile:

- 3) unitamente a tutti gli altri materiali realizzati dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province autonome, all'indirizzo:

http://www.ausl.mo.it/dsp/spsal/spsal_lg_coord_interregionale.htm

- 4) unitamente a tutti gli altri materiali promossi o realizzati con la collaborazione di Ispesl:

<http://www.ispesl.it>