



# UNIONE EUROPEA

IL PARLAMENTO EUROPEO

IL CONSIGLIO

Bruxelles, 27 gennaio 2006  
(OR. en)

1992/0449 B (COD)  
C6-0001/2006

PE-CONS 3668/05

SOC 479  
CODEC 1111

## ATTI LEGISLATIVI ED ALTRI STRUMENTI

Oggetto: Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali) (diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CE)

Progetto comune approvato dal comitato di conciliazione di cui all'articolo 251, paragrafo 4 del trattato CE.

**DIRETTIVA 2006/.../CE DEL PARLAMENTO EUROPEO  
E DEL CONSIGLIO**

**del**

**sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute  
relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti  
dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali)  
(Diciannovesima direttiva particolare  
ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)**

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 137, paragrafo 2,

vista la proposta della Commissione<sup>1</sup>, presentata previa consultazione del Comitato consultivo per la sicurezza e la salute sul luogo di lavoro,

visto il parere del Comitato economico e sociale europeo<sup>2</sup>,

previa consultazione del Comitato delle regioni,

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato<sup>3</sup>, visto il progetto comune approvato il ... dal comitato di conciliazione,

---

<sup>1</sup> GU C 77 del 18.3.1993, pag. 12 e GU C 230 del 19.8.1994, pag. 3.

<sup>2</sup> GU C 249 del 13.9.1993, pag. 28.

<sup>3</sup> Parere del Parlamento europeo del 20 aprile 1994 (GU C 128 del 9.5.1994, pag. 146), confermato il 16 settembre 1999 (GU C 54 del 25.2.2000, pag. 75), posizione comune del Consiglio del 18 aprile 2005 (*GU C 172 E del 12.7.2005, pag. 26*) e posizione del Parlamento europeo del 16 novembre 2005 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale).

considerando quanto segue:

- (1) In base al trattato il Consiglio può adottare, mediante direttive, prescrizioni minime per promuovere il miglioramento, in particolare, dell'ambiente di lavoro, al fine di garantire un più elevato livello di protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori. È necessario che tali direttive evitino di imporre vincoli amministrativi, finanziari e giuridici tali da ostacolare la creazione e lo sviluppo di piccole e medie imprese.
- (2) La comunicazione della Commissione sul suo programma d'azione per l'attuazione della Carta comunitaria dei diritti sociali fondamentali dei lavoratori prevede l'introduzione di prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici. Nel settembre 1990 il Parlamento europeo ha adottato una risoluzione su questo programma d'azione<sup>1</sup> che invita in particolare la Commissione a elaborare una direttiva specifica nel campo dei rischi legati al rumore, alle vibrazioni e a qualsiasi altro agente fisico sul luogo di lavoro.

---

<sup>1</sup> GU C 260 del 15.10.1990, pag. 167.

- (3) Come primo passo il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato la direttiva 2002/44/CE, del 25 giugno 2002, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)<sup>1</sup>. Successivamente, il 6 febbraio 2003, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato la direttiva 2003/10/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore) (diciassettesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)<sup>2</sup>. Quindi, il 29 aprile 2004, il Parlamento europeo e il Consiglio hanno adottato la direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)<sup>3</sup>.
- (4) Si ritiene ora necessario introdurre misure di protezione dei lavoratori contro i rischi associati alle radiazioni ottiche, a causa dei loro effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori, in particolare i danni agli occhi e alla cute. Tali misure mirano non solo ad assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente, ma anche a creare per tutti i lavoratori della Comunità una piattaforma minima di protezione che eviti possibili distorsioni di concorrenza.
- (5) Uno degli scopi della presente direttiva è la tempestiva scoperta di effetti negativi sulla salute risultanti dall'esposizione a radiazioni ottiche.

---

<sup>1</sup> GU L 177 del 6.7.2002, pag. 13.

<sup>2</sup> GU L 42 del 15.2.2003, pag. 38.

<sup>3</sup> GU L 159 del 30.4.2004, pag. 1. Direttiva rettificata in GU L 184 del 24.5.2004, pag. 1.

- (6) La presente direttiva stabilisce requisiti minimi e lascia quindi agli Stati membri la facoltà di mantenere o di adottare disposizioni più severe per la protezione dei lavoratori, in particolare fissando valori limite di esposizione inferiori. L'attuazione della presente direttiva non deve servire per giustificare un regresso rispetto alla situazione esistente in ciascuno Stato membro.
- (7) E' opportuno che un sistema di protezione contro i rischi di radiazioni ottiche si limiti a definire, senza entrare in eccessivo dettaglio, gli obiettivi da raggiungere, i principi da rispettare e le grandezze fondamentali da utilizzare al fine di permettere agli Stati membri di applicare le prescrizioni minime in modo equivalente.
- (8) La riduzione dell'esposizione alle radiazioni ottiche può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione delle posizioni di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte. Disposizioni relative alle attrezzature e ai metodi di lavoro contribuiscono quindi alla protezione dei lavoratori che ne fanno uso. Conformemente ai principi generali di prevenzione di cui all'articolo 6, paragrafo 2 della direttiva 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro <sup>1</sup>, le misure di protezione collettiva sono prioritarie rispetto alle misure di protezione individuale.

---

<sup>1</sup> GU L 183 del 29.6.1989, pag. 1. Direttiva modificata dal regolamento (CE) n. 1882/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio (GU L 284 del 31.10.2003, pag. 1).

- (9) I datori di lavoro dovrebbero adeguarsi ai progressi tecnici e alle conoscenze scientifiche per quanto riguarda i rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche, in vista del miglioramento della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori.
- (10) Poiché la presente direttiva è una direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE, quest'ultima si applica pertanto all'esposizione dei lavoratori alle radiazioni ottiche, fatte salve disposizioni più rigorose e/o specifiche contenute nella presente direttiva.
- (11) La presente direttiva costituisce un elemento concreto nel quadro della realizzazione della dimensione sociale del mercato interno.
- (12) Un approccio complementare alla promozione di migliori principi normativi e di un elevato livello di protezione può essere assicurato laddove i prodotti realizzati dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro siano conformi a norme armonizzate volte a proteggere la salute e la sicurezza degli utilizzatori dai rischi inerenti a tali prodotti; di conseguenza, non è necessario che i datori di lavoro ripetano le misure o i calcoli già effettuati dal fabbricante per determinare la conformità ai requisiti essenziali di sicurezza di dette attrezzature, secondo quanto specificato nelle direttive comunitarie applicabili, a condizione che la manutenzione di tali attrezzature sia stata corretta e regolare.

- (13) Le misure necessarie per l'attuazione della presente direttiva sono adottate secondo la decisione 1999/468/CE del Consiglio, del 28 giugno 1999, recante modalità per l'esercizio delle competenze di esecuzione conferite alla Commissione <sup>1</sup>.
- (14) L'aderenza ai valori limite di esposizione dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti sulla salute che possono derivare dall'esposizione alle radiazioni ottiche.
- (15) La Commissione dovrebbe redigere una guida pratica al fine di aiutare i datori di lavoro, in particolare gli imprenditori di piccole e medie imprese, a comprendere meglio le norme tecniche della presente direttiva. La Commissione dovrebbe sforzarsi di completare tale guida quanto prima per facilitare l'adozione, da parte degli Stati membri, delle misure necessarie per attuare la presente direttiva.
- (16) Conformemente al paragrafo 34 dell'accordo interistituzionale "Legiferare meglio" <sup>2</sup>, gli Stati membri sono incoraggiati a redigere e rendere pubblici, nell'interesse proprio e della Comunità, prospetti indicanti, per quanto possibile, la concordanza tra la direttiva e i provvedimenti di recepimento,

HANNO ADOTTATO LA PRESENTE DIRETTIVA:

---

<sup>1</sup> GU L 184 del 17.7.1999, pag. 23.

<sup>2</sup> GU C 321 del 31.12.2003, pag. 1.

## **SEZIONE I**

### **DISPOSIZIONI GENERALI**

#### *Articolo 1*

#### *Oggetto e campo di applicazione*

1. La presente direttiva, che è la diciannovesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE, stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la loro salute e la loro sicurezza che derivano, o possono derivare, dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro.
2. La presente direttiva riguarda i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali.
3. La direttiva 89/391/CEE si applica integralmente all'insieme del settore definito nel paragrafo 1, fatte salve disposizioni più rigorose e/o più specifiche contenute nella presente direttiva.



## *Articolo 2*

### *Definizioni*

Ai fini della presente direttiva si intende per:

- a) radiazioni ottiche, tutte le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezze d'onda comprese tra 100 nm e 1 mm. Lo spettro delle radiazioni ottiche si suddivide in radiazioni ultraviolette, radiazioni visibili e radiazioni infrarosse:
  - i) radiazioni ultraviolette, radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400 nm. La banda degli ultravioletti è suddivisa in UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) e UVC (100-280 nm);
  - ii) radiazioni visibili, radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 380 e 780 nm;
  - iii) radiazioni infrarosse, radiazioni ottiche a lunghezza d'onda compresa tra 780 nm e 1 mm. La regione degli infrarossi è suddivisa in IRA (780-1400 nm), IRB (1400-3000 nm) e IRC (3000 nm -1 mm);
- b) laser (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazione), qualsiasi dispositivo al quale si possa far produrre o amplificare le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezze d'onda delle radiazioni ottiche soprattutto mediante il processo di emissione stimolata controllata;

- c) radiazione laser, radiazione ottica da un laser;
- d) radiazione non coerente, qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser;
- e) valori limite di esposizione, limiti di esposizione alle radiazioni ottiche che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche siano protetti contro tutti gli effetti nocivi sulla salute conosciuti.
- f) irradianza (E) o densità di potenza, la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie espressa in watt su metro quadrato ( $\text{W.m}^{-2}$ );
- g) esposizione radiante (H), integrale nel tempo dell'irradianza espresso in joule su metro quadrato ( $\text{J.m}^{-2}$ );
- h) radianza (L), il flusso radiante o la potenza per unità d'angolo solido per unità di superficie espressa in watt su metro quadrato su steradiano ( $\text{W.m}^{-2}.\text{sr.}^{-1}$ );
- i) livello, la combinazione di irradianza, esposizione radiante e radianza alle quali è esposto un lavoratore.

### *Articolo 3*

#### *Valori limite di esposizione*

1. I valori limite di esposizione per le radiazioni incoerenti diverse dalle radiazioni emesse da sorgenti naturali di radiazioni ottiche sono riportati nell'allegato I.
2. I valori limite di esposizione per le radiazioni laser sono riportati nell'allegato II.

## **SEZIONE II**

### **OBBLIGHI DEI DATORI DI LAVORO**

#### *Articolo 4*

#### *Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi*

1. Nell'assolvere gli obblighi di cui all'articolo 6, paragrafo 3 e all'articolo 9, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro, in caso di lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche, valuta e, se necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori, in modo da identificare e mettere in pratica le misure richieste per ridurre l'esposizione ai limiti applicabili. La metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e/o nel calcolo rispetta le norme dell'IEC per quanto riguarda le radiazioni laser e le raccomandazioni della CIE e del CEN per quanto riguarda le radiazioni incoerenti. Nelle situazioni di esposizione che esulano dalle suddette norme e raccomandazioni, e fino a quando non saranno disponibili norme e raccomandazioni adeguate dell'Unione europea, la valutazione, la misurazione e/o il calcolo sono effettuati in base alle linee guida nazionali o internazionali scientificamente fondate. In tutti i casi di esposizione la valutazione può tenere conto dei dati indicati dai fabbricanti delle attrezzature se contemplate da pertinenti direttive comunitarie.

2. La valutazione, la misurazione e/o il calcolo di cui al paragrafo 1 sono programmati ed effettuati da servizi o persone competenti a intervalli idonei, tenendo conto in particolare delle disposizioni relative alle competenze richieste (persone o servizi) e alla consultazione e alla partecipazione dei lavoratori di cui agli articoli 7 e 11 della direttiva 89/391/CEE. I dati ottenuti dalle valutazioni, così come i dati ottenuti dalla misurazione e/o dal calcolo del livello di esposizione di cui al paragrafo 1, sono conservati in forma idonea a consentirne la successiva consultazione.
3. A norma dell'articolo 6, paragrafo 3 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:
  - a) il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
  - b) i valori limite di esposizione di cui all'articolo 3 della presente direttiva;
  - c) qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a gruppi a rischio particolarmente esposti;
  - d) qualsiasi eventuale effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le sostanze chimiche fotosensibilizzanti;

- e) qualsiasi effetto indiretto come l'accecamento temporaneo, le esplosioni o il fuoco;
- f) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- g) per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate;
- h) sorgenti multiple di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
- i) una classificazione dei laser stabilita conformemente alla pertinente norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser della classe 3B o 4, tutte le classificazioni analoghe;
- j) le informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie.

4. Il datore di lavoro è in possesso di una valutazione dei rischi a norma dell'articolo 9, paragrafo 1, lettera a) della direttiva 89/391/CEE e precisa quali misure devono essere adottate a norma degli articoli 5 e 6 della presente direttiva. La valutazione dei rischi è riportata su un supporto appropriato, conformemente alle legislazioni e alle prassi nazionali; essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi connessi con le radiazioni ottiche non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata. La valutazione dei rischi è regolarmente aggiornata, in particolare se vi sono stati notevoli mutamenti che potrebbero averla resa superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria la rendano necessaria.

### *Articolo 5*

#### *Disposizioni miranti ad eliminare o a ridurre i rischi*

1. Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.

La riduzione dei rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ottiche artificiali si basa sui principi generali di prevenzione della direttiva 89/391/CEE.

2. Se la valutazione dei rischi effettuata a norma dell'articolo 4, paragrafo 1, nel caso di lavoratori esposti a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche, mette in evidenza che i valori limite d'esposizione possono essere superati, il datore di lavoro definisce e attua un programma d'azione che comprenda misure tecniche e/o organizzative destinate ad evitare l'esposizione che superi i valori limite tenendo conto segnatamente:

- a) di altri metodi di lavoro che riducono i rischi derivanti dalle radiazioni ottiche;
- b) della scelta di attrezzature che emettano meno radiazioni ottiche, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) degli opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e del livello dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale;
- h) delle istruzioni del fabbricante delle attrezzature se sono incluse in una pertinente direttiva comunitaria.



3. In base alla valutazione dei rischi effettuata a norma dell'articolo 4, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori potrebbero essere esposti a livelli di radiazioni ottiche provenienti da sorgenti artificiali che superino i valori limite di esposizione sono indicati con un'apposita segnaletica a norma della direttiva 92/58/CEE del Consiglio, del 24 giugno 1992, recante le prescrizioni minime per la segnaletica e/o di salute sul luogo di lavoro (nona direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE) <sup>1</sup>. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile fattibile e vi sia il rischio di un superamento dei valori limite di esposizione.
4. I lavoratori non sono esposti a valori che superano i valori limiti di esposizione. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione della presente direttiva, per quanto riguarda le radiazioni ottiche provenienti da sorgenti artificiali, i valori limite di esposizione sono superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione. Egli individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.
5. A norma dell'articolo 15 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi a rischio particolarmente esposti.

---

<sup>1</sup> GU L 245 del 26.8.1992, pag. 23.

*Articolo 6*  
*Informazione e formazione dei lavoratori*

Fatti salvi gli articoli 10 e 12 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti ai rischi derivanti dalle radiazioni ottiche artificiali sul luogo di lavoro e/o i loro rappresentanti ricevano le informazioni e la formazione necessarie in relazione al risultato della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4 della presente direttiva, con particolare riguardo:

- a) alle misure adottate in applicazione della presente direttiva;
- b) ai valori limite di esposizione e ai potenziali rischi associati;
- c) ai risultati della valutazione, misurazione e/o calcolo dei livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali effettuati a norma dell'articolo 4 della presente direttiva, corredati di una spiegazione del loro significato e dei potenziali rischi;
- d) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;
- f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione;
- g) all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale.

### *Articolo 7*

#### *Consultazione e partecipazione dei lavoratori*

La consultazione e la partecipazione dei lavoratori e/o dei loro rappresentanti hanno luogo a norma dell'articolo 11 della direttiva 89/391/CEE sulle materie oggetto della presente direttiva.

## **SEZIONE III**

### **DISPOSIZIONI VARIE**

### *Articolo 8*

#### *Sorveglianza sanitaria*

1. Gli Stati membri adottano le misure necessarie per garantire l'adeguata sorveglianza sanitaria dei lavoratori a norma dell'articolo 14 della direttiva 89/391/CEE, con l'obiettivo di prevenire e di scoprire tempestivamente effetti negativi sulla salute, nonché prevenire rischi a lungo termine per la salute e rischi di malattie croniche derivanti dall'esposizione a radiazioni ottiche.
2. Gli Stati membri assicurano che la vigilanza sanitaria è effettuata da un medico, da uno specialista di medicina del lavoro o da un'autorità medica competente per la sorveglianza sanitaria in conformità alla legislazione e alle prassi nazionali.

3. Gli Stati membri prendono le misure atte a garantire che per ciascun lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria a norma del paragrafo 1 sia tenuta e aggiornata una documentazione sanitaria individuale. La documentazione sanitaria contiene una sintesi dei risultati della sorveglianza sanitaria effettuata. Essa è conservata in una forma idonea, che ne consenta la successiva consultazione, nel rispetto della riservatezza necessaria. Su richiesta è fornita alle autorità competenti copia della documentazione appropriata, tenendo conto della riservatezza necessaria. Il datore di lavoro adotta le misure idonee a garantire che il medico, lo specialista di medicina del lavoro o l'autorità medica responsabile per la sorveglianza sanitaria, determinati dagli Stati membri come appropriato, abbiano accesso ai risultati della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4 qualora tali risultati possano essere pertinenti per la sorveglianza sanitaria. Il singolo lavoratore ha accesso, su richiesta, alla documentazione sanitaria che lo riguarda.
4. In ogni caso, qualora sia scoperta un'esposizione ai valori limite, al lavoratore interessato è messa a disposizione una visita medica conformemente alla legislazione ed alla prassi nazionali. Tale visita medica è effettuata anche quando la sorveglianza sanitaria riveli che un lavoratore soffre di una malattia o effetto nocivo sulla salute identificabili che un medico o uno specialista di medicina del lavoro attribuisce all'esposizione a radiazioni ottiche artificiali sul luogo di lavoro. In entrambi i casi, quando i valori limite sono superati o sono identificati effetti nocivi sulla salute (comprese malattie):

- a) il medico o altra persona debitamente qualificata comunica al lavoratore i risultati che lo riguardano. Il lavoratore riceve in particolare le informazioni e i pareri relativi al controllo sanitario cui dovrebbe sottoporsi dopo la fine dell'esposizione;
- b) il datore di lavoro è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto medico;
- c) il datore di lavoro:
  - sottopone a revisione la valutazione dei rischi effettuata a norma dell'articolo 4;
  - sottopone a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi a norma dell'articolo 5;
  - tiene conto del parere dello specialista di medicina del lavoro o di altra persona adeguatamente qualificata, ovvero dell'autorità competente, nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio a norma dell'articolo 5, e
  - organizza una sorveglianza sanitaria continua e prende misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile. In tali casi il medico competente o lo specialista di medicina del lavoro, ovvero l'autorità competente, può proporre che i soggetti esposti siano sottoposti a esame medico.

## *Articolo 9*

### *Sanzioni*

Gli Stati membri prevedono l'applicazione di sanzioni adeguate in caso di violazione della normativa nazionale adottata ai termini della presente direttiva. Le sanzioni devono essere effettive, proporzionate e dissuasive.

## *Articolo 10*

### *Modifiche tecniche*

1. Le modifiche dei valori limite di esposizione, di cui agli allegati, sono adottate dal Parlamento europeo e dal Consiglio secondo la procedura di cui all'articolo 137, paragrafo 2 del trattato.
2. Le modifiche degli allegati di carattere strettamente tecnico e conformi:
  - a) all'adozione di direttive in materia di armonizzazione tecnica e standardizzazione riguardanti la progettazione, la costruzione, la fabbricazione o la realizzazione di attrezzature e/o luoghi di lavoro;

- b) al progresso tecnico, all'evoluzione delle norme o specifiche europee o internazionali armonizzate più pertinenti e alle nuove conoscenze relative all'esposizione dei lavoratori alle radiazioni ottiche,

sono adottate secondo la procedura di cui all'articolo 11, paragrafo 2.

### *Articolo 11*

#### *Comitato*

1. La Commissione è assistita dal comitato di cui all'articolo 17 della direttiva 89/391/CEE.
2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano gli articoli 5 e 7 della decisione 1999/468/CE, tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

Il periodo di cui all'articolo 5, paragrafo 6 della decisione 1999/468/CE è fissato a tre mesi.

3. Il comitato adotta il proprio regolamento interno.

## SEZIONE IV

### DISPOSIZIONI FINALI

#### *Articolo 12*

##### *Relazione*

Ogni cinque anni gli Stati membri presentano alla Commissione una relazione sull'applicazione pratica della presente direttiva, indicando le considerazioni espresse dalle parti sociali.

Ogni cinque anni la Commissione informa il Parlamento europeo, il Consiglio, il Comitato economico e sociale europeo e il Comitato consultivo per la sicurezza e la salute sul luogo di lavoro del contenuto di tali relazioni, della valutazione degli sviluppi nel settore in questione, nonché di qualsiasi azione che può essere giustificata dalle nuove conoscenze scientifiche.

#### *Articolo 13*

##### *Guida pratica*

Per facilitare l'attuazione della presente direttiva la Commissione redige una guida pratica per le disposizioni di cui agli articoli 4 e 5 e agli allegati I e II.



*Articolo 14*  
*Recepimento*

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva anteriormente a .....<sup>\*</sup> Essi ne informano immediatamente la Commissione.

Quando gli Stati membri adottano tali disposizioni, queste contengono un riferimento alla presente direttiva o sono corredate di un siffatto riferimento all'atto della pubblicazione ufficiale. Le modalità di tale riferimento sono decise dagli Stati membri.

2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione il testo delle disposizioni di diritto interno già adottate o che essi adottano nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

*Articolo 15*  
*Entrata in vigore*

La presente direttiva entra in vigore il giorno della pubblicazione nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

---

<sup>\*</sup> 4 anni dopo l'entrata in vigore della presente direttiva.

*Articolo 16*

*Destinatari*

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

Fatto a,

*Per il Parlamento europeo*

*Il presidente*

*Per il Consiglio*

*Il presidente*

---

## ALLEGATO I

### Radiazioni ottiche non coerenti

I valori limite di esposizione alle radiazioni ottiche, pertinenti dal punto di vista biofisico, possono essere determinati con le formule seguenti. Le formule da usare dipendono dal tipo della radiazione emessa dalla sorgente e i risultati devono essere comparati con i corrispondenti valori limite di esposizione indicati nella tabella 1.1. Per una determinata sorgente di radiazioni ottiche possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

Le lettere da a) a o) si riferiscono alle corrispondenti righe della tabella 1.1.

$$\text{a) } H_{\text{eff}} = \int_0^t \int_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot S(\lambda) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{eff}} \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 180 a 400 nm})$$

$$\text{b) } H_{\text{UVA}} = \int_0^t \int_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{UVA}} \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 315 a 400 nm})$$

$$\text{c, d) } L_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (L_B \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm})$$

$$\text{e, f) } E_B = \int_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot B(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_B \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 300 a 700 nm})$$

$$\text{g a l)} L_R = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda}(\lambda) \cdot R(\lambda) \cdot d\lambda \quad (\text{Cfr. tabella 1.1 per i valori appropriati di } \lambda_1 \text{ e } \lambda_2)$$

$$\text{m, n)} E_{\text{IR}} = \int_{\lambda=780 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda) \cdot d\lambda \quad (E_{\text{IR}} \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 780 a 3000 nm})$$

$$\text{o)} H_{\text{skin}} = \int_0^t \int_{\lambda=380 \text{ nm}}^{\lambda=3000 \text{ nm}} E_{\lambda}(\lambda, t) \cdot d\lambda \cdot dt \quad (H_{\text{skin}} \text{ è pertinente solo nell'intervallo da 380 a 3000 nm})$$

Ai fini della direttiva, le formule di cui sopra possono essere sostituite dalle seguenti espressioni e dall'utilizzo dei valori discreti che figurano nelle tabelle successive:

$$\text{a)} E_{\text{eff}} = \sum_{\lambda=180 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad \text{e} \quad H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \cdot \Delta t$$

$$\text{b)} E_{\text{UVA}} = \sum_{\lambda=315 \text{ nm}}^{\lambda=400 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda \quad \text{e} \quad H_{\text{UVA}} = E_{\text{UVA}} \cdot \Delta t$$

$$\text{c, d)} L_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} L_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$\text{e, f)} E_B = \sum_{\lambda=300 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} E_{\lambda} \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda$$

$$g) - l) L_R = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (\text{Cfr. tabella 1.1 per i valori appropriati di } \lambda_1 \text{ e } \lambda_2)$$

$$m), n) E_{IR} = \sum_{\lambda=780\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

$$o) E_{\text{skin}} = \sum_{\lambda=380\text{nm}}^{\lambda=3000\text{nm}} E_\lambda \cdot \Delta\lambda$$

$$e \quad H_{\text{skin}} = E_{\text{skin}} \cdot \Delta t$$

Note:

$E_\lambda(\lambda, t)$ ,  $E_\lambda$  *irradianza spettrale o densità di potenza spettrale*: la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie, espressa in watt su metro quadrato per nanometro [ $\text{W m}^{-2} \text{nm}^{-1}$ ]; i valori di  $E_\lambda(\lambda, t)$  ed  $E_\lambda$  sono il risultato di misurazioni o possono essere forniti dal fabbricante delle attrezzature;

$E_{\text{eff}}$  *irradianza efficace (gamma UV)*: irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda UV da 180 a 400 nm, ponderata spettralmente con  $S(\lambda)$ , espressa in watt su metro quadrato [ $\text{W m}^{-2}$ ];

$H$  *esposizione radiante*, integrale nel tempo dell'irradianza, espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$H_{\text{eff}}$  *esposizione radiante efficace*: esposizione radiante ponderata spettralmente con  $S(\lambda)$ , espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];

$E_{\text{UVA}}$	<i>irradianza totale (UVA)</i> , irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA da 315 a 400 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $\text{W m}^{-2}$ ];
$H_{\text{UVA}}$	<i>esposizione radiante</i> , integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA da 315 a 400 nm, espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];
$S(\lambda)$	<i>fattore di peso spettrale</i> , tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda degli effetti sulla salute delle radiazioni UV sull'occhio e sulla cute (tabella 1.2) [adimensionale];
$t, \Delta t$	<i>tempo, durata dell'esposizione</i> , espressi in secondi [s];
$\lambda$	<i>lunghezza d'onda</i> , espressa in nanometri [nm];
$\Delta \lambda$	<i>larghezza di banda</i> , espressa in nanometri [nm], degli intervalli di calcolo o di misurazione
$L_{\lambda}(\lambda), L_{\lambda}$	<i>radianza spettrale</i> della sorgente, espressa in watt su metro quadrato per steradiante per nanometro [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}$ ];
$R(\lambda)$	<i>fattore di peso spettrale</i> , tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda delle lesioni termiche provocate sull'occhio dalle radiazioni visibili e IRA (tabella 1.3) [adimensionale];
$L_R$	<i>radianza efficace</i> (lesione termica), radianza calcolata ponderata spettralmente con $R(\lambda)$ , espressa in watt su metro quadrato per steradiante [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];
$B(\lambda)$	<i>ponderazione spettrale</i> , tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda della lesione fotochimica provocata all'occhio dalla radiazione di luce blu (Tabella 1.3) [adimensionale];
$L_B$	<i>radianza efficace (luce blu)</i> : radianza calcolata ponderata spettralmente con $B(\lambda)$ , espressa in watt su metro quadrato per steradiante [ $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ];

$E_B$	<i>irradianza efficace (luce blu)</i> : irradianza calcolata ponderata spettralmente con $B(\lambda)$ espressa in watt su metro quadrato [ $W\ m^{-2}$ ];
$E_{IR}$	<i>irradianza totale (lesione termica)</i> : irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezze d'onda dell'infrarosso da 780 nm a 3000 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $W\ m^{-2}$ ];
$E_{skin}$	<i>irradianza totale (visibile, IRA e IRB)</i> : irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezze d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 3000 nm, espressa in watt su metro quadrato [ $W\ m^{-2}$ ];
$H_{skin}$	<i>esposizione radiante</i> , integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza nell'intervallo di lunghezze d'onda visibile e dell'infrarosso da 380 nm a 3000 nm, espressa in joule su metro quadrato ( $J\ m^{-2}$ );
$\alpha$	<i>angolo sotteso</i> : angolo sotteso da una sorgente apparente, visto in un punto nello spazio, espresso in milliradiani (mrad). La sorgente apparente è l'oggetto reale o virtuale che forma l'immagine retinica più piccola possibile.

**Tabella 1.1:** Valori limiti di esposizione per radiazioni ottiche non coerenti

Indice	Lunghezza d'onda nm	Valori limite di esposizione	Unità	Commenti	Parte del corpo	Rischio
a.	180-400 (UVA, UVB e UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valore giornaliero 8 ore	$[\text{J m}^{-2}]$		occhio: cornea congiuntiva cristallino cute	fotocheratite congiuntivite catarattogenesi eritema elastosi tumore della cute
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Valore giornaliero 8 ore	$[\text{J m}^{-2}]$		occhio:cristallino	catarattogenesi
c.	300-700 (Luce blu) <i>Cfr. nota 1</i>	$L_B = \frac{10^6}{t}$ per $t \leq 10000 \text{ s}$	$L_B: [\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [secondi]	per $\alpha \geq 11 \text{ mrad}$	occhio: retina	fotoretinite
d.	300-700 (Luce blu) <i>Cfr. nota 1</i>	$L_B = 100$ per $t > 10000 \text{ s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			
e.	300-700 (Luce blu) <i>Cfr. nota 1</i>	$E_B = \frac{100}{t}$ per $t \leq 10000 \text{ s}$	$E_B: [\text{W m}^{-2}]$ t: [secondi]	per $\alpha < 11 \text{ mrad}$		
f.	300-700 (Luce blu) <i>Cfr. nota 1</i>	$E_B = 0.01$ per $t > 10000 \text{ s}$	$[\text{W m}^{-2}]$			
g.	380-1400 (Visibile e IRA)	$L_R = \frac{2,8 \times 10^7}{C_a}$ per $t > 10 \text{ s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$	$C_a = 1.7$ per $\alpha \leq 1.7 \text{ mrad}$ $C_a = \alpha$ per $1.7 \leq \alpha \leq 100 \text{ mrad}$ $C_a = 100$ per $\alpha > 100 \text{ mrad}$	occhio: retina	ustione retina
h.	380-1400 (Visibile e IRA)	$L_R = \frac{5 \times 10^7}{C_a t^{0.25}}$ per $10 \mu\text{s} \leq t \leq 10 \text{ s}$	$L_R: [\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$ t: [secondi]	$\lambda_1 = 380; \lambda_2 = 1400$		
i.	380-1400 (Visibile e IRA)	$L_R = \frac{8,89 \times 10^8}{C_a}$ per $t < 10 \mu\text{s}$	$[\text{W m}^{-2} \text{ sr}^{-1}]$			



Indice	Lunghezza d'onda nm	Valori limite di esposizione	Unità	Commenti	Parte del corpo	Rischio
j.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{6 \times 10^6}{C_\alpha}$ per $t > 10$ s	$[W m^{-2} sr^{-1}]$	$C_\alpha = 11$ per $\alpha \leq 11$ mrad $C_\alpha = \alpha$ per $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C_\alpha = 100$ per $\alpha > 100$ mrad (campo di vista per la misurazione: 11 mrad) $\lambda_1 = 780; \lambda_2 = 1400$		
k.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{5 \times 10^7}{C_\alpha t^{0.25}}$ per $10 \mu s \leq t \leq 10$ s	$L_R: [W m^{-2} sr^{-1}]$ $t: [secondi]$			
l.	780-1400 (IRA)	$L_R = \frac{8,89 \times 10^8}{C_\alpha}$ per $t < 10 \mu s$	$[W m^{-2} sr^{-1}]$			
m.	780-3000 (IRA e IRB)	$E_{IR} = 18000 t^{-0.75}$ per $t \leq 1000$ s	$E: [W m^{-2}]$ $t: [secondi]$		occhio: cornea cristallino	ustione cornea catarattogenesi
n.	780-3000 (IRa e IRB)	$E_{IR} = 100$ per $t > 1000$ s	$[W m^{-2}]$			
o.	380-3000 (Visibile, IRA e IRB)	$H_{skin} = 20000 t^{0.25}$ per $t < 10$ s	$H: [J m^{-2}]$ $t: [secondi]$		cute	ustione

*Nota 1:* L'intervallo di lunghezze d'onda 300 - 700 nm copre in parte gli UVB, tutti gli UVA e la maggior parte delle radiazioni visibili; tuttavia il rischio associato è normalmente denominato rischio da "luce blu". In senso stretto la luce blu riguarda soltanto approssimativamente l'intervallo 400-490 nm.

*Nota 2.* Per la fissazione costante di sorgenti piccolissime che sottendono angoli  $< 1$  mrad,  $L_B$  può essere convertito in  $E_B$ . Ciò si applica di solito solo agli strumenti oftalmici o all'occhio stabilizzato sotto anestesia. Il "tempo di fissazione" massimo è dato da  $t_{max} = 100/E_b$  dove  $E_b$  è espressa in  $W m^{-2}$ . Considerati i movimenti dell'occhio durante compiti visivi normali questo valore non supera i 100s.

Tabella 1.2: S ( $\lambda$ ) [adimensionale], da 180 nm a 400 nm

$\lambda$ in nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ in nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ in nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ in nm	S ( $\lambda$ )	$\lambda$ in nm	S ( $\lambda$ )
180	0.0120	228	0.1737	276	0.9434	324	0.000520	372	0.000086
181	0.0126	229	0.1819	277	0.9272	325	0.000500	373	0.000083
182	0.0132	230	0.1900	278	0.9112	326	0.000479	374	0.000080
183	0.0138	231	0.1995	279	0.8954	327	0.000459	375	0.000077
184	0.0144	232	0.2089	280	0.8800	328	0.000440	376	0.000074
185	0.0151	233	0.2188	281	0.8568	329	0.000425	377	0.000072
186	0.0158	234	0.2292	282	0.8342	330	0.000410	378	0.000069
187	0.0166	235	0.2400	283	0.8122	331	0.000396	379	0.000066
188	0.0173	236	0.2510	284	0.7908	332	0.000383	380	0.000064
189	0.0181	237	0.2624	285	0.7700	333	0.000370	381	0.000062
190	0.0190	238	0.2744	286	0.7420	334	0.000355	382	0.000059
191	0.0199	239	0.2869	287	0.7151	335	0.000340	383	0.000057
192	0.0208	240	0.3000	288	0.6891	336	0.000327	384	0.000055
193	0.0218	241	0.3111	289	0.6641	337	0.000315	385	0.000053
194	0.0228	242	0.3227	290	0.6400	338	0.000303	386	0.000051
195	0.0239	243	0.3347	291	0.6186	339	0.000291	387	0.000049
196	0.0250	244	0.3471	292	0.5980	340	0.000280	388	0.000047
197	0.0262	245	0.3600	293	0.5780	341	0.000271	389	0.000046
198	0.0274	246	0.3730	294	0.5587	342	0.000263	390	0.000044
199	0.0287	247	0.3865	295	0.5400	343	0.000255	391	0.000042
200	0.0300	248	0.4005	296	0.4984	344	0.000248	392	0.000041
201	0.0334	249	0.4150	297	0.4600	345	0.000240	393	0.000039
202	0.0371	250	0.4300	298	0.3989	346	0.000231	394	0.000037
203	0.0412	251	0.4465	299	0.3459	347	0.000223	395	0.000036
204	0.0459	252	0.4637	300	0.3000	348	0.000215	396	0.000035
205	0.0510	253	0.4815	301	0.2210	349	0.000207	397	0.000033
206	0.0551	254	0.5000	302	0.1629	350	0.000200	398	0.000032
207	0.0595	255	0.5200	303	0.1200	351	0.000191	399	0.000031
208	0.0643	256	0.5437	304	0.0849	352	0.000183	400	0.000030
209	0.0694	257	0.5685	305	0.0600	353	0.000175		
210	0.0750	258	0.5945	306	0.0454	354	0.000167		
211	0.0786	259	0.6216	307	0.0344	355	0.000160		
212	0.0824	260	0.6500	308	0.0260	356	0.000153		
213	0.0864	261	0.6792	309	0.0197	357	0.000147		
214	0.0906	262	0.7098	310	0.0150	358	0.000141		
215	0.0950	263	0.7417	311	0.0111	359	0.000136		
216	0.0995	264	0.7751	312	0.0081	360	0.000130		
217	0.1043	265	0.8100	313	0.0060	361	0.000126		
218	0.1093	266	0.8449	314	0.0042	362	0.000122		
219	0.1145	267	0.8812	315	0.0030	363	0.000118		
220	0.1200	268	0.9192	316	0.0024	364	0.000114		
221	0.1257	269	0.9587	317	0.0020	365	0.000110		
222	0.1316	270	1.0000	318	0.0016	366	0.000106		
223	0.1378	271	0.9919	319	0.0012	367	0.000103		
224	0.1444	272	0.9838	320	0.0010	368	0.000099		
225	0.1500	273	0.9758	321	0.000819	369	0.000096		
226	0.1583	274	0.9679	322	0.000670	370	0.000093		
227	0.1658	275	0.9600	323	0.000540	371	0.000090		

Tabella 1.3: B ( $\lambda$ ), R ( $\lambda$ ) [adimensionale], da 380 nm a 1400 nm

$\lambda$ in nm	B ( $\lambda$ )	R ( $\lambda$ )
$300 \leq \lambda < 380$	0.01	—
380	0.01	0.1
385	0.013	0.13
390	0.025	0.25
395	0.05	0.5
400	0.1	1
405	0.2	2
410	0.4	4
415	0.8	8
420	0.9	9
425	0.95	9.5
430	0.98	9.8
435	1	10
440	1	10
445	0.97	9.7
450	0.94	9.4
455	0.9	9
460	0.8	8
465	0.7	7
470	0.62	6.2
475	0.55	5.5
480	0.45	4.5
485	0.32	3.2
490	0.22	2.2
495	0.16	1.6
500	0.1	1
$500 < \lambda \leq 600$	$10^{0.02 \cdot (450 - \lambda)}$	1
$600 < \lambda \leq 700$	0.001	1
$700 < \lambda \leq 1\,050$	—	$10^{0.002 \cdot (700 - \lambda)}$
$1\,050 < \lambda \leq 1\,150$	—	0.2
$1\,150 < \lambda \leq 1\,200$	—	$0.2 \cdot 10^{0.02 \cdot (1150 - \lambda)}$
$1\,200 < \lambda \leq 1\,400$	—	0.02

## ALLEGATO II

### Radiazioni laser

I valori di esposizione alle radiazioni ottiche pertinenti dal punto di vista biofisico, possono essere determinati con le formule seguenti. La formula da usare dipende dalla lunghezza d'onda e dalla durata delle radiazioni emesse dalla sorgente e i risultati devono essere comparati con i corrispondenti valori limite di esposizione di cui alle tabelle da 2.2 a 2.4. Per una determinata sorgente di radiazione laser possono essere pertinenti più valori di esposizione e corrispondenti limiti di esposizione.

I coefficienti usati come fattori di calcolo nelle tabelle da 2.2 a 2.4 sono riportati nella tabella 2.5 e i fattori di correzione per l'esposizione ripetuta nella tabella 2.6.

$$E = \frac{dP}{dA} \text{ [W m}^{-2}\text{]}$$

$$H = \int_0^t E(t) \cdot dt \text{ [J m}^{-2}\text{]}$$

#### Note:

dP                    *potenza* espressa in watt [W];

dA                    *superficie* espressa in metri quadrati [m<sup>2</sup>];

$E(t)$ , $E$	<i>irradianza o densità di potenza</i> : la potenza radiante incidente per unità di area su una superficie generalmente espressa in watt su metro quadrato [ $\text{W m}^{-2}$ ]. I valori $E(t)$ ed $E$ sono il risultato di misurazioni o possono essere indicati dal fabbricante delle attrezzature;
$H$	<i>esposizione radiante</i> , integrale nel tempo dell'irradianza, espressa in joule su metro quadrato [ $\text{J m}^{-2}$ ];
$t$	<i>tempo, durata dell'esposizione</i> in secondi [s];
$\lambda$	<i>lunghezza d'onda</i> espressa in nanometri [nm];
$\gamma$	<i>angolo del cono che limita il campo di vista per la misurazione</i> espresso in milliradiani [mrad]
$\gamma_m$	<i>campo di vista per la misurazione</i> , espresso in milliradiani [mrad];
$\alpha$	<i>angolo sotteso</i> da una sorgente, espresso in milliradiani [mrad];  <i>apertura limite</i> : superficie circolare su cui si basa la media dell'irradianza e dell'esposizione radiante;
$G$	<i>radianza integrata</i> : integrale della radianza su un determinato tempo di esposizione, espresso come energia radiante per unità di area di una superficie radiante per unità dell'angolo solido di emissione, espressa in joule su metro quadrato per steradiano [ $\text{J m}^{-2} \text{sr}^{-1}$ ].

Tabella 2.1:    Rischi delle radiazioni

Lunghezza d'onda [nm] $\lambda$	Campo di radiazione	Organo interessato	Rischio	Tabella dei valori limite di esposizione
da 180 a 400	UV	occhio	danno fotochimico e danno termico	2.2, 2.3
da 180 a 400	UV	cute	eritema	2.4
da 400 a 700	visibile	occhio	danno alla retina	2.2
da 400 a 600	visibile	occhio	danno fotochimico	2.3
da 400 a 700	visibile	cute	danno termico	2.4
da 700 a 1400	IRA	occhio	danno termico	2.2, 2.3
da 700 a 1400	IRA	cute	danno termico	2.4
da 1400 a 2600	IRB	occhio	danno termico	2.2
da 2600 a $10^6$	IRC	occhio	danno termico	2.2
da 1400 a $10^6$	IRB, IRC	occhio	danno termico	2.3
da 1400 a $10^6$	IRB, IRC	cute	danno termico	2.4

Tabella 2.2 Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser

Durata di esposizione breve < 10 s

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]		Apertura	Durata [s]						
			$10^{-13} - 10^{-11}$	$10^{-11} - 10^{-9}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 1.8 \cdot 10^{-5}$	$1.8 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^1$
UVC	180 - 280	1 mm per $t < 0.3$ s; $1.5 \cdot t^{0.375}$ mm per $0.3 < t < 10$ s	$E = 3 \cdot 10^{10} \cdot [W \cdot m^{-2}]$ Cfr. nota <sup>c</sup>		$H = 30 [J \cdot m^{-2}]$ $H = 40 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 2.6 \cdot 10^{-9}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 60 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 1.3 \cdot 10^{-8}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 100 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 1.0 \cdot 10^{-7}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 160 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 6.7 \cdot 10^{-7}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 250 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 4.0 \cdot 10^{-6}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 400 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 2.6 \cdot 10^{-5}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 630 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 1.6 \cdot 10^{-4}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 1.0 \cdot 10^{-3}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 1.6 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 6.7 \cdot 10^{-3}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 2.5 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 4.0 \cdot 10^{-2}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 4.0 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 2.6 \cdot 10^{-1}$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d $H = 6.3 \cdot 10^3 [J \cdot m^{-2}]$ se $t < 1.6 \cdot 10^0$ allora $H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$ cfr. nota d				
UVB	280 - 302								
	303								
	304								
	305								
	306								
	307								
	308								
	309								
	310								
	311								
	312								
	313								
	314								
UVA	315 - 400				$H = 5.6 \cdot 10^3 t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$				
Visibile e IRA	400 - 700	7 mm	$H = 1.5 \cdot 10^{-4} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2.7 \cdot 10^{-4} t^{0.75} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0.75} C_E [J \cdot m^{-2}]$			
	700 - 1050		$H = 1.5 \cdot 10^{-4} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2.7 \cdot 10^{-4} t^{0.75} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-3} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 18 \cdot t^{0.75} C_A C_E [J \cdot m^{-2}]$			
	1050 - 1400		$H = 1.5 \cdot 10^{-3} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 2.7 \cdot 10^{-5} t^{0.75} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5 \cdot 10^{-2} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$			$H = 90 \cdot t^{0.75} C_C C_E [J \cdot m^{-2}]$	
IRB e IRC	1400 - 1500	Cfr. nota <sup>b</sup>	$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$	Cfr. nota <sup>c</sup>	$H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$				$H = 5.6 \cdot 10^3 \cdot t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$
	1500 - 1800		$E = 10^{13} [W \cdot m^{-2}]$	Cfr. nota <sup>c</sup>	$H = 10^4 [J \cdot m^{-2}]$				
	1800 - 2600		$E = 10^{12} [W \cdot m^{-2}]$	Cfr. nota <sup>c</sup>	$H = 10^3 [J \cdot m^{-2}]$				$H = 5.6 \cdot 10^3 \cdot t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$
	2600 - $10^6$		$E = 10^{11} [W \cdot m^{-2}]$	Cfr. nota <sup>c</sup>	$H = 100 [J \cdot m^{-2}]$	$H = 5.6 \cdot 10^3 \cdot t^{0.25} [J \cdot m^{-2}]$			

<sup>a</sup> Se la lunghezza d'onda del laser è coperta da due limiti si applica il più restrittivo.

<sup>b</sup> Se  $1400 \leq \lambda < 10^5$  nm : apertura diametro = 1 mm per  $t \leq 0.3$  s e  $1.5 t^{0.375}$  mm per  $0.3 < t < 10$  s; se  $10^5 \leq \lambda < 10^6$  nm : apertura diametro = 11 mm.

<sup>c</sup> Per mancanza di dati a queste lunghezze di impulso, l'ICNIRP raccomanda di usare i limiti di irradianza per 1 ns.

<sup>d</sup> La tabella riporta i valori di singoli impulsi laser. In caso di impulsi multipli le durate degli impulsi che rientrano in un intervallo  $T_{min}$  (elencate nella tabella 2.6) devono essere sommate e il valore di tempo risultante deve essere usato per  $t$  nella formula:  $5.6 \cdot 10^3 t^{0.25}$

**Tabella 2.3** Valori limite di esposizione dell'occhio a radiazioni laser Durata di esposizione lunga  $\geq 10$  s

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]		Aperture	Durata [s]		
			$10^1 - 10^2$	$10^2 - 10^4$	$10^4 - 3 \cdot 10^4$
UVC	180 - 280	3,5 mm	$H = 30 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
UVB	280 - 302		$H = 40 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	303		$H = 60 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	304		$H = 100 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	305		$H = 160 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	306		$H = 250 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	307		$H = 400 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	308		$H = 630 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	309		$H = 1.0 \cdot 10^3 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	310		$H = 1.6 \cdot 10^3 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	311		$H = 2.5 \cdot 10^3 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	312		$H = 4.0 \cdot 10^3 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	313		$H = 6.3 \cdot 10^3 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
	314		$H = 10^4 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
UVA	315 - 400		$H = 10^4 \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$		
Visibile 400 - 700	400 - 600 Danno fotochimico <sup>b</sup> Retinal damage	7 mm	$H = 100 C_B \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$ ( $\gamma = 11 \text{ mrad}$ ) <sup>d</sup>	$E = 1 C_B \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]; (\gamma = 1.1 t^{0.5} \text{ mrad})^d$	$E = 1 C_B \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]$ ( $\gamma = 110 \text{ mrad}$ ) <sup>d</sup>
	400 - 700 Danno termico <sup>b</sup> Retinal damage		se $\alpha < 1.5 \text{ mrad}$ se $\alpha > 1.5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ se $\alpha > 1.5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$	allora $E = 10 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]$ allora $H = 18 C_E t^{0.75} \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$ allora $E = 18 C_E T_2^{-0.25} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]$	
IRA	700 - 1400	7mm	se $\alpha < 1.5 \text{ mrad}$ if $\alpha > 1.5 \text{ mrad}$ e $t \leq T_2$ if $\alpha > 1.5 \text{ mrad}$ e $t > T_2$	allora $E = 10 C_A C_C$ allora $H = 18 C_A C_C C_E t^{0.75} \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}]$ allora $E = 18 C_A C_C C_E T_2^{-0.25} \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]$ (not to exceed $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ )	
IRB & IRC	1400 - $10^6$	see <sup>c</sup>	$E = 1000 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-2}]$		



- a Se la lunghezza d'onda o un'altra caratteristica del laser è coperto da due limiti si applica il più restrittivo.
- b Per sorgenti piccole che sottendono un angolo di 1.5 mrad o inferiore, i doppi valori limiti nel visibile da 400 nm a 600 nm si riducono ai limiti per rischi termici per  $10 \text{ s} \leq t < T_1$  e ai limiti per rischi fotochimici per periodi superiori. Per  $T_1$  e  $T_2$  cfr. tabella 2.5. Il limite di rischio fotochimico per la retina può anche essere espresso come radianza integrata nel tempo  $G = 10^6 C_B [\text{Jm}^{-2} \text{sr}^{-1}]$  per  $t > 10\text{s}$  fino a  $t = 10\,000 \text{ s}$  e  $L = 100 C_B [\text{W m}^{-2}\text{sr}^{-1}]$  per  $t > 10\,000 \text{ s}$ . Per la misurazione di  $G$  e  $L$   $\gamma_m$  deve essere usato come campo di vista medio. Il confine ufficiale tra visibile e infrarosso è 780 nm come stabilito dalla CIE. La colonna con le denominazioni della lunghezza d'onda ha il solo scopo di fornire un inquadramento migliore all'utente. (Il simbolo  $G$  è usato dal CEN; il simbolo  $L_t$  dalla CIE, il simbolo  $L_p$  dall'IEC e dal CENELEC).
- c Per lunghezze d'onda 1400 -  $10^5 \text{ nm}$  : apertura diametro = 3.5 mm; per lunghezze d'onda  $10^5 - 10^6 \text{ nm}$ : apertura diametro = 11 mm.
- d Per la misurazione del valore di esposizione  $\gamma$  è così definita: se  $\alpha$  (angolo sotteso da una sorgente)  $> \gamma$  (angolo del cono di limitazione, indicato tra parentesi nella colonna corrispondente) allora il campo di vista di misurazione di  $\gamma_m$  dovrebbe essere il valore dato di  $\gamma$  (se si utilizza un valore superiore del campo di vista il rischio risulta sovrastimato).  
Se  $\alpha < \gamma$  il valore del campo di vista di misurazione  $\gamma_m$  deve essere sufficientemente grande da includere completamente la sorgente, altrimenti non è limitato e può essere superiore a  $\gamma$ .

Tabella 2.4: Valori limite di esposizione della cute a radiazioni laser

Lunghezza d'onda <sup>a</sup> [nm]		Apertura [mm]	Durata [s]					
			< 10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-9</sup> - 10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-7</sup> - 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>1</sup>	10 <sup>1</sup> - 10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> - 3 · 10 <sup>4</sup>
UV (A, B, C)	180-400	3. 5mm	E = 3 · 1010 [W · m-2]	Come i limiti di esposizione per l'occhio				
Visibile & IRA	400-700	3. 5mm	E = 2 · 10 <sup>11</sup> [W · m <sup>-2</sup> ]	H=200 CA [ J · m-2]	H = 1.1 · 104 CA t 0.25 [J · m-2]	E = 2 · 103 CA [W · m-2]		
	700 -1400		E = 2 · 1011 CA [W · m-2]					
IRB & IRC	1400-1500		E = 1012 [W· m-2]	Come i limiti di esposizione per l'occhio				
	1500-1800		E = 1013 [W· m-2]					
	1800-2600		E = 1012 [W· m-2]					
	2600-106		E = 1011 [W· m-2]					

a Se la lunghezza d'onda o un'altra condizione del laser è coperta da due limiti si applica il più restrittivo.

Tabella 2.5: Fattori di correzione applicati e altri parametri di calcolo

Parametri elencati da ICNIRP	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
$C_A$	$\lambda < 700$	$C_A = 1.0$
	700 - 1050	$C_A = 10^{0.002(\lambda - 700)}$
	1050 - 1400	$C_A = 5.0$
$C_B$	400 - 450	$C_B = 1.0$
	450 - 700	$C_B = 10^{0.02(\lambda - 450)}$
$C_C$	700 - 1150	$C_C = 1.0$
	1150 - 1200	$C_C = 10^{0.018(\lambda - 1150)}$
	1200 - 1400	$C_C = 8.0$
$T_1$	$\lambda < 450$	$T_1 = 10 \text{ s}$
	450 - 500	$T_1 = 10 \cdot [10^{0.02(\lambda - 450)}] \text{ s}$
	$\lambda > 500$	$T_1 = 100 \text{ s}$
Parametri elencati da ICNIRP	Valido per effetto biologico	Valore o descrizione
$\alpha_{\min}$	tutti gli effetti termici	$\alpha_{\min} = 1.5 \text{ mrad}$
Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo angolare valido (mrad)	Valore o descrizione
$C_E$	$\alpha < \alpha_{\min}$	$C_E = 1.0$
	$\alpha_{\min} < \alpha < 100$	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
	$\alpha > 100$	$C_E = \alpha^2 / (\alpha_{\min} \cdot \alpha_{\max}) \text{ mrad}$ with $\alpha_{\max} = 100 \text{ mrad}$
$T_2$	$\alpha < 1.5$	$T_2 = 10 \text{ s}$
	$1.5 < \alpha < 100$	$T_2 = 10 \cdot [10^{(\alpha - 1.5) / 98.5}] \text{ s}$
	$\alpha > 100$	$T_2 = 100 \text{ s}$
Parametri elencati da ICNIRP	Intervallo temporale valido per l'esposizione (s)	Valore o descrizione
$\gamma$	$t \leq 100$	$\gamma = 11 \text{ [mrad]}$
	$100 < t < 10^4$	$\gamma = 1.1 t^{0.5} \text{ [mrad]}$
	$t > 10^4$	$\gamma = 110 \text{ [mrad]}$

Tabella 2.6: Correzione per esposizioni ripetute

Per tutte le esposizioni ripetute, derivanti da sistemi laser a impulsi ripetitivi o a scansione, dovrebbero essere applicate le tre norme generali seguenti:

1. L'esposizione derivante da un singolo impulso di un treno di impulsi non supera il valore limite di esposizione per un singolo impulso della durata di quell'impulso.
2. L'esposizione derivante da qualsiasi gruppo di impulsi (o sottogruppi di un treno di impulsi) che si verifica in un tempo  $t$  non supera il valore limite di esposizione per il tempo  $t$ .
3. L'esposizione derivante da un singolo impulso in un gruppo di impulsi non supera il valore limite di esposizione del singolo impulso moltiplicato per un fattore di correzione termica cumulativa  $C_p = N^{-0.25}$ , dove  $N$  è il numero di impulsi. Questa norma si applica soltanto a limiti di esposizione per la protezione da lesione termica, laddove tutti gli impulsi che si verificano in meno di  $T_{\min}$  sono trattati come singoli impulsi.

Parametri	Regione spettrale valida (nm)	Valore o descrizione
$T_{\min}$	$315 < \lambda \leq 400$	$T_{\min} = 10^{-9} \text{ s} (= 1 \text{ ns})$
	$400 < \lambda \leq 1050$	$T_{\min} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 18 \text{ } \mu\text{s})$
	$1050 < \lambda \leq 1400$	$T_{\min} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ s} (= 50 \text{ } \mu\text{s})$
	$1400 < \lambda \leq 1500$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$1500 < \lambda \leq 1800$	$T_{\min} = 10 \text{ s}$
	$1800 < \lambda \leq 2600$	$T_{\min} = 10^{-3} \text{ s} (= 1 \text{ ms})$
	$2600 < \lambda \leq 10^6$	$T_{\min} = 10^{-7} \text{ s} (= 100 \text{ ns})$