



COORDINAMENTO  
TECNICO  
INTERREGIONALE  
DELLA PREVENZIONE  
NEI LUOGHI DI LAVORO

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

**Decreto Legislativo 81/2008  
Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V  
sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti  
all'esposizione ad agenti fisici  
nei luoghi di lavoro  
Indicazioni operative**

*in collaborazione con:*



**INAIL – Istituto Nazionale  
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



**Istituto Superiore di Sanità**

**Documento n° 1-2009**

<i>Revisione 01: approvata il 12/11/2009 – con aggiornamento relativo al DLgs.106/2009</i>
<i>Revisione 02: approvata il 11/03/2010 – con aggiornamento relativo al Capo V (ROA)</i>
<i>Revisione 03: approvata il 13/02/2014 – con aggiornamenti legislativi e normativi al 2013</i>

## Presentazione alla Revisione 3

Relativamente agli agenti fisici l'emanazione del Decreto Legislativo 81/2008 e dei successivi provvedimenti di modifica e integrazione, pur essendosi fondamentalmente ispirata alla legislazione previgente, ha posto in capo alle aziende obblighi di valutazione e gestione del rischio che presentano anche elementi di novità.

Richiamato che l'obbligo alla valutazione e alla gestione di ogni rischio per la salute e sicurezza ricade su tutte le aziende nelle quali si applica integralmente il DLgs.81/2008, l'obiettivo di queste note è di fornire una prima serie di indicazioni operative che orienti gli attori aziendali della sicurezza ad una risposta corretta al provvedimento legislativo.

A seguito dei positivi riscontri sulle prime indicazioni operative per l'applicazione dei decreti 187/2005 (vibrazioni) e 195/2006 (rumore) si è puntato, aggiornandone i contenuti, a risolvere i più comuni quesiti che vengono proposti ai tecnici del settore.

In alcuni casi il dibattito tecnico e la produzione normativa sono ancora in corso o appena avviati per cui vengono fornite anche indicazioni temporanee, ma sempre con l'obiettivo di indicare percorsi legislativamente corretti e tecnicamente attuabili.

Le indicazioni a seguito riportate riguardano tutti i rischi previsti dal Titolo VIII del DLgs.81/2008 e s.m.i. (d'ora in poi normalmente citato solo come DLgs.81/2008), riprendendo e aggiornando i precedenti testi ai provvedimenti normativi e legislativi successivi sino, da ultimi, alla Direttiva 2013/35/UE e al "decreto del fare". **I passaggi evidenziati sono proposti al fine di facilitare, per chi già conosceva le Indicazioni operative, il riconoscimento dei punti più significativi sui quali si è intervenuti.**

Con gli ultimi inserimenti si è finito col realizzare un testo discretamente complesso; ci auguriamo di aver saputo sufficientemente portare a sintesi l'esigenza della completezza della trattazione con quelle della correttezza tecnico-scientifica e della chiarezza di linguaggio.

Il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome desidera ringraziare INAIL e Istituto Superiore di Sanità per la proficua collaborazione istituzionale e ciascuno degli Autori per il motivato e qualificato impegno profuso.

Auspichiamo che le indicazioni qui a seguito esposte siano favorevolmente accolte nel mondo della prevenzione con apprezzabili ricadute in termini uniformità di comportamenti e gestione dei rischi.

### **Avvertenze:**

Queste Indicazioni Operative raccolgono e raccordano un numero molto elevato di testi normativi la cui continua pubblicazione e/o aggiornamento determinerà nel tempo un progressivo invecchiamento dei riferimenti. Ciò si verificherà anche per altre informazioni, per loro natura estremamente "volatili", quali i riferimenti a siti web. I promotori e gli autori danno per scontata l'esigenza di provvedere a periodiche correzioni e integrazioni, ma l'intendimento operativo del testo richiede un confronto con ciò che è il quadro dei riferimenti attuali e rimanda al lettore l'esigenza di correggere le letture proposte con gli aggiornamenti che progressivamente interverranno.

I promotori e gli autori propongono queste Indicazioni anche con l'obiettivo di semplificare ed esemplificare modalità operative per la valutazione e il controllo dei rischi per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro. Non di meno gli utilizzatori che faranno un uso professionale delle metodologie e dei parametri qui presentati devono essere persone qualificate e sono quindi tenute a conoscere i criteri ed i loro limiti ed a farne un uso appropriato.

*Il lettore è invitato a far pervenire eventuali segnalazioni inerenti il presente documento all'indirizzo: [o.nicolini@ausl.mo.it](mailto:o.nicolini@ausl.mo.it)*

## **Indice**

### **1) Sul Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Disposizioni generali**

- 1.01 - Da quando il Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore?
- 1.02 - Quali sono gli agenti fisici che debbono essere considerati nell'ambito della valutazione dei rischi ex art.28 e art.181 del DLgs.21/2008 ?
- 1.03 - Relativamente agli ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, dove non esistono Capi dedicati nel DLgs.81/2008, secondo quali criteri specifici debbono essere effettuate le valutazioni dei rischi ed adottate le misure di prevenzione e protezione ?
- 1.04 - Relativamente ai campi elettromagnetici, in attesa del recepimento della Direttiva 2013/35/UE e considerata l'assenza di effetti vincolanti del Capo IV, quali obblighi sono in vigore e da quali date ?
- 1.05 - Cosa si intende per "personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia" ?
- 1.06 - Il personale qualificato chiamato ad effettuare la valutazione deve essere sempre nell'ambito del SPP o può essere esterno ?
- 1.07 - Cosa si intende all'art.181, comma 3, per "giustificazione" nell'ambito della valutazione del rischio ?
- 1.08 - Alla luce del DLgs.81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la valutazione del rischio di un agente fisico ?
- 1.09 - Cosa significa "disponibilità di misure" nell'ambito del periodo dell'art.182, comma 1: *"Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo."* ?
- 1.10 - A quale entità di rischio scatta l'obbligo alla informazione e formazione sui rischi da agenti fisici di cui all'art.184 del DLgs.81/2008 ?
- 1.11 - Quali sono gli obblighi e le indicazioni sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischi da agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico ?
- 1.12 - Come si deve interpretare il termine "alterazione apprezzabile" riferito allo stato di salute di lavoratori esposti ad agenti fisici ?
- 1.13 - Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 lavoratori dal punto di vista del documento di valutazione del rischio ?
- 1.14 - L'armatore di una nave deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?
- 1.15 - Quali sono gli obblighi per i soggetti che rientrano nell'ambito di applicazione dell'art.21 del DLgs.81/2008 ?

### **2) Sul Capo II del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Rumore**

- 2.01 - Cosa caratterizza il personale qualificato che deve garantire la valutazione e la misurazione ?
- 2.02 - Cosa devono fare le aziende che non hanno esposti al di sopra dei valori inferiori d'azione ?

- 2.03 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio il “tener conto.....dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore” ?
- 2.04 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio che il datore di lavoro deve tener conto “... dell’interazione fra rumore e sostanze ototossiche ... e vibrazioni” ?
- 2.05 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio che il datore di lavoro deve tener conto di “... tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento” ?
- 2.06 - Cosa significa per il medico competente fornire “informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese.....quelle reperibili nella letteratura scientifica” ?
- 2.07 - Quali sono oggi i metodi e le strumentazioni per fare una misurazione corretta del rumore ? A quale indicazioni tecniche riferirsi ?
- 2.08 - Cos’è, come si calcola e come si tiene conto dell’incertezza delle misure ?
- 2.09 - In quali occasioni occorre tener conto del prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l’orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile il datore di lavoro ?
- 2.10 - Alla luce delle indicazioni del DLgs.81/2008, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?
- 2.11 - Quando reputare significative le oscillazioni del  $L_{EX}$  giornaliero ( $L_{EX,8h}$ ) che richiedono il passaggio al dato settimanale ( $L_{EX,W}$ ) ?
- 2.12 - Come presentare il dato di esposizioni molto variabili su tempi lunghi (oltre la settimana)? Ovvero cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio il considerare “il livello settimanale massimo ricorrente” ?
- 2.13 - Come misurare il rumore impulsivo e come tenerne conto ?
- 2.14 - Con quali modalità operative si valuta l’efficacia dei DPI uditivi (DPI-u) che il DLgs.81/2008 esplicitamente richiede all’art.193, comma 1, lettera d) ?
- 2.15 - Nel caso di esposizioni a livelli di rischio molto variabili è necessario adottare più di un DPI-uditivo ?
- 2.16 - Con quali modalità operative si valuta il rispetto dei valori limite d’esposizione (VLE: 87 dB(A) e 140 dB(C)) tenuto conto dell’attenuazione prodotta dai DPI uditivi ?
- 2.17 - Per decidere la classificazione dei lavoratori nelle diverse classi di rischio è necessario che vi sia il superamento o della sola pressione acustica di picco ovvero del solo livello di esposizione giornaliero/settimanale al rumore oppure è invece necessario che siano superati entrambi ?
- 2.18 - Si tiene conto dell’efficacia dei DPI-u per decidere le misure di prevenzione ?
- 2.19 - Le aziende hanno obblighi di riduzione del rischio al di sotto dei valori inferiori di azione (80 dB(A) / 135 dB(C)) ? La loro omissione può essere oggetto di sanzioni ?
- 2.20 - Come si effettua la valutazione del rischio nei cantieri temporanei o mobili ?
- 2.21 - Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 occupati dal punto di vista delle documentazioni ?
- 2.22 - Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, quando si superano gli 80 dB(A) / 135 dB(C) ?
- 2.23 - Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione ?
- 2.24 - Quali sono degli esempi di ambienti utilizzati come locali di riposo nei quali il rumore deve essere ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e con le loro condizioni di utilizzo (art.192, comma 4) ?
- 2.25 - A quali obblighi debbono attenersi i datori di lavoro nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center ?

- 2.26 - Quando occorre fare la valutazione del rischio ed adottare le misure di prevenzione e protezione nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una ristrutturazione di un luogo di lavoro ?
- 2.27 - Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui livelli sonori emessi ?
- 2.28 - In quali realtà lavorative può essere utile ricorrere alla semplificazione proposta dall'art.191 del DLgs.81/2008 ?
- 2.29 - Quali sono le ricadute del rischio rumore sulla cooperazione e coordinamento con le imprese in contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione sui DUVRI ?
- 2.30 - Quali sono i casi in cui il comma 5-bis dell'art.190 può essere correttamente utilizzato ?

### 3) Sul Capo III del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Vibrazioni

- 3.01 - Cosa si intende per “valori limite di esposizione su periodi brevi” di cui all'art.201 del DLgs.81/2008 ?
- 3.02 - Cosa caratterizza il personale qualificato che deve garantire la valutazione e la misurazione ?
- 3.03 - Cosa significa per chi fa la valutazione del rischio il “tener conto..... dei lavoratori particolarmente sensibili alle vibrazioni” ?
- 3.04 - Il Capo III del Titolo VIII del DLgs.81/2008 si applica anche alle lavorazioni manuali ?
- 3.05 - Come deve essere eseguita la valutazione del rischio vibrazioni nelle aziende che non hanno esposti al di sopra del valore d'azione ?
- 3.06 - Ai fini della valutazione del rischio quando è ammissibile ricorrere ai dati misurati sul campo della banca dati vibrazioni (BDV) e come bisogna utilizzare tali dati ?
- 3.07 - Ai fini della valutazione del rischio quando è ammissibile ricorrere ai dati dei fabbricanti e come bisogna utilizzare tali dati ?
- 3.08 - Ai fini della valutazione del rischio, quando occorre misurare l'esposizione alle vibrazioni ?
- 3.09 - Quale strumentazione deve essere utilizzata per le misurazioni e quali requisiti di qualità deve rispettare ?
- 3.10 - Alla luce delle indicazioni del DLgs.81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?
- 3.11 - Quali elementi informativi devono essere presenti nel programma delle misure tecniche e organizzative ex art.203, comma 1, quando si superano i 2,5 o gli 0,5 m/s<sup>2</sup> ?
- 3.12 - Informazione e formazione; quando e con quali contenuti ?
- 3.13 - Quando estendere il controllo sanitario al di sotto dei valori di azione ?
- 3.14 - A quali condizioni può essere concessa deroga da parte delle ASL al rispetto dei valori limite consentendo il calcolo del livello di esposizione su base settimanale (A(40)) anziché giornaliero (A(8)), come da art.205, comma 2 ?
- 3.15 - Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui valori di vibrazioni emessi ?
- 3.16 - Come interpretare le deroghe previste dal comma 3 dell'art.306 ?
- 3.17 - Nella valutazione dell'esposizione a vibrazioni meccaniche si deve tenere conto della incertezza delle misure ?
- 3.18 - Cosa significa quanto indicato all'art.202, comma 2 che “... la misurazione ... resta comunque il metodo di riferimento.” per la determinazione dei livelli di esposizione ?

## **4) Sul Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Campi elettromagnetici**

- 4.01 - Da quando il Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore ?**
- 4.02 - Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire ?**
- 4.03 - Quali caratteristiche deve avere il “personale adeguatamente qualificato” che effettua la valutazione del rischio ?**
- 4.04 - 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 ?**
- 4.05 - Quali sono le esposizioni di carattere professionale ?**
- 4.06 - E’ disponibile un elenco di situazioni lavorative che devono essere certamente valutate?**
- 4.07 - Gli apparecchi per i quali esiste una dichiarazione di rispetto delle norme di compatibilità elettromagnetica possono essere “giustificati” ?**
- 4.08 - Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio ?**
- 4.09 - Come gestire la valutazione del rischio per portatori di dispositivi medici o protesi ed altri materiali metallici impiantati ?**
- 4.10 - In quali casi e con quali modalità i fabbricanti sono tenuti a fornire informazioni sui livelli di emissione di CEM ?**
- 4.11 - Come si tiene conto dei tempi di esposizione (Allegato XXXVI, Tabella 1 e 2 e relative note) ?**
- 4.12 - Requisiti della strumentazione di misura e periodicità taratura**
- 4.13 - Come si tiene conto della variabilità spaziale del campo ? Quante misure occorre effettuare ?**
- 4.14 - Come si valutano le correnti di contatto ?**
- 4.15 - E’ tecnicamente corretto utilizzare misuratori personali ?**
- 4.16 - Quali specifiche indicazioni per le esposizioni a campi pulsati e in presenza di segnali complessi ?**
- 4.17 - Come comportarsi all’esito della valutazione; con quali valori confrontarsi ?**
- 4.18 - Quali metodi numerici utilizzare per l’eventuale confronto coi VLE ?**
- 4.19 - Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?**
- 4.20 - Da quali livelli di esposizione far partire la informazione / formazione ?**
- 4.21 - Quali sono i contenuti della informazione e della formazione ?**
- 4.22 - Da quali livelli di esposizione far partire la sorveglianza sanitaria ?**
- 4.23 - Quale il ruolo della segnaletica e della delimitazione delle aree ?**
- 4.24 - Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio ?**
- 4.25 - Quali sono le ricadute del rischio da campi elettromagnetici sui DUVRI e sui PSC/POS?**

**ALLEGATO 4.1: DOCUMENTI PUBBLICATI DAL CENELEC NEL QUADRO DELLE VARIE DIRETTIVE EUROPEE DI MERCATO CHE RICHIAMANO I REQUISITI DELLA DIRETTIVA 2004/40/CE E/O DELLA RACCOMANDAZIONE 1999/519/CE PER LA PROTEZIONE DELLA POPOLAZIONE.**

**ALLEGATO 4.2: LUOGHI DI LAVORO, APPARECCHIATURE CONFORMI E LORO ECCEZIONI AI FINI DELLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER PORTATORI DI PROTESI ED ALTRI DISPOSITIVI MEDICI IMPIANTATI.**

## **5) Sul Capo V del Titolo VIII 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 ?**
- 5.02 - Cosa sono e dove sono presenti, sono prodotte o vengono utilizzate le ROA nei luoghi di lavoro ?**
- 5.03 - Da quando il Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore ?**
- 5.04 - Quali sono i rischi per la salute e la sicurezza che si vogliono prevenire ?**
- 5.05 - Quali caratteristiche deve avere il “personale adeguatamente qualificato” che effettua la valutazione del rischio ?**
- 5.06 - Come si può effettuare la valutazione del rischio di esposizione alle ROA ?**
- 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 ?**
- 5.08 - È disponibile un elenco di situazioni lavorative che devono essere certamente valutate ?**
- 5.09 - Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio ?**
- 5.10 - Come gestire la valutazione del rischio per i soggetti particolarmente sensibili ?**
- 5.11 - In quali casi e con quali modalità i fabbricanti sono tenuti a fornire informazioni sui livelli di emissione di ROA ?**
- 5.12 - Ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario misurare e/o calcolare?**
- 5.13 - Come si effettua la valutazione dei livelli di esposizione senza eseguire misure?**
- 5.14 - Come si effettua la valutazione dei livelli di esposizione eseguendo misure?**
- 5.15 - Quali sono le specifiche indicazioni per le misurazioni di esposizioni a sorgenti pulsate di radiazioni coerenti e non coerenti ?**
- 5.16 - Come interpretare i valori limite presenti nelle Tabelle dell’Allegato XXXVII del DLgs.81/2008 ?**
- 5.17 - Quali sono le tipologie degli strumenti di misura e qual è la periodicità della taratura ?**
- 5.18 - Quali misure tecniche e organizzative adottare all’esito della valutazione ?**
- 5.19 - Quali sono i criteri di scelta dei DPI per la protezione degli occhi e del viso da radiazioni ottiche ?**
- 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 ?**
- 5.21 - Quando far partire la informazione / formazione ?**
- 5.22 - Quali sono i contenuti della informazione e formazione dei lavoratori?**
- 5.23 - Quando è necessario far partire la sorveglianza sanitaria ?**
- 5.24 - Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio ?**
- 5.25 - Qual è il ruolo della segnaletica e della delimitazione delle aree ?**
- 5.26 - Quali sono le ricadute della legislazione sulla prevenzione e protezione dai rischi delle ROA sui DUVRI e sui PSC/POS ?**
- 5.27 - Quali sono le norme principali citate in questo documento ?**

**ALLEGATO 5.1: CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI E SISTEMI LASER**

**ALLEGATO 5.2: LETTINI ABBRONZANTI E LAMPADE UV PER USO ESTETICO**

**ALLEGATO 5.3: APPROFONDIMENTI SULLA PROTEZIONE DAI RISCHI PER LA SALUTE A LUNGO TERMINE**

**ALLEGATO 5.4: APPROFONDIMENTI SULLA STRUMENTAZIONE DI MISURA**

**ALLEGATO 5.5: CONTROLLI DI QUALITÀ SU APPARECCHIATURE LASER MEDICALI**

**ALLEGATO 5.6: SPECIFICHE DEI DPI PER LE RADIAZIONI OTTICHE**

**ALLEGATO 5.7: PRINCIPALI NORME TECNICHE E PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE CITATE**

## 1) Sul Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Disposizioni generali

### 1.01 - Da quando il Capo I del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore?

Il Capo I del Titolo VIII è pienamente in vigore per tutti gli obblighi in esso richiamati ed in tutti i settori produttivi dal 01/01/2009. È tuttavia da precisare che mentre tale data è la stessa anche per l'entrata in vigore del Capo II (rumore) e Capo III (vibrazioni) con la specificazione che le modifiche introdotte dal DLgs.106/2009 sono in vigore dal 20/08/2009 e con le deroghe ex art.306, comma 3, per il Capo IV (campi elettromagnetici) e Capo V (radiazioni ottiche artificiali) il legislatore ha previsto una entrata in vigore differita per tempi significativi.

Infatti, relativamente ai campi elettromagnetici, con la formulazione adottata dal legislatore all'articolo 306 del Testo Unico prima e l'emanazione della Direttiva 2013/35/UE (che ha abrogato la Direttiva 2004/40/CE cui è ispirata l'attuale formulazione del Capo IV) poi, l'entrata in vigore di questo Capo dovrebbe avvenire (con un testo diverso dall'attuale in quanto sostanzialmente allineato proprio alla Direttiva 2013/35/UE) entro il 01/07/2016.

Il Capo V (radiazioni ottiche artificiali) è pienamente in vigore dal 26/04/2010.

Si sottolinea comunque il principio affermato in generale all'art.28 del Testo Unico 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 a campi elettromagnetici, in relazione ai quali esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) alla valutazione ed all'identificazione delle misure preventive e protettive per minimizzare il rischio.

In pratica e per quanto riguarda i compiti di vigilanza, **fino alla data di entrata in vigore del recepimento italiano della Direttiva 2013/35/UE** non saranno richiedibili e sanzionabili le inottemperanze agli obblighi specificamente previsti dal Capo IV del Titolo VIII, ma resteranno validi, richiedibili e sanzionabili i principi generali affermati nel Titolo I e nel Capo I del Titolo VIII.

In questo contesto si consiglia comunque, provvisoriamente, di riferirsi ai principi desumibili dal Capo IV del Titolo VIII, che comunque sono coerenti con i principi della nuova Direttiva 2013/35/UE, anche tenuto conto del richiamo alle norme tecniche ed alle buone prassi di cui all'art.181.

### 1.02 – Quali sono gli agenti fisici che debbono essere considerati nell'ambito della valutazione dei rischi ex art.28 e art.181 del DLgs.81/2008 ?

L'art.181 indica che *“il datore di lavoro valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici”*, mentre l'art.180 precisa che *“per agenti fisici si intendono il rumore, gli ultrasuoni, gli infrasuoni, le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici, le radiazioni ottiche di origine artificiale, il microclima e le atmosfere iperbariche che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori”*. Pertanto la valutazione va effettuata per tutti gli agenti di rischio fisici elencati all'art.180.

### 1.03 – Relativamente agli ultrasuoni, infrasuoni, microclima e atmosfere iperbariche, dove non esistono Capi dedicati nel DLgs.81/2008, secondo quali criteri specifici debbono essere effettuate le valutazioni dei rischi ed adottate le misure di prevenzione e protezione ?

L'art.181, comma 1 specifica che la valutazione del rischio di tutti gli agenti fisici deve essere tale da *“identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione”* facendo *“particolare riferimento alle norme di buona tecnica e alle buone prassi”*.



Le prime sono le norme tecniche nazionali (UNI, CEI) e internazionali (CEN, ISO), mentre le seconde sono definite all'art.2 comma 1 punto v) come "soluzioni organizzative o procedurali coerenti con la normativa vigente e con le norme di buona tecnica, adottate volontariamente e finalizzate a promuovere la salute e la sicurezza sui luoghi di lavoro". È interessante notare come tali buone prassi debbano essere elaborate e raccolte dalle Regioni, dall'INAIL e dagli Organismi paritetici di cui all'art.51 ed essere validate dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro previa istruttoria tecnica.

Posto che il datore di lavoro deve sempre considerare l'effetto del rischio sulla salute dei lavoratori tenendo conto dell'evoluzione tecnica in materia di prevenzione e sicurezza sul lavoro, e dato che le buone prassi sono per definizione documenti di natura applicativa sviluppati in coerenza con le norme tecniche, è consigliabile utilizzarle come riferimenti primari ogni qualvolta ve ne sia disponibilità.

In attesa che la Commissione consultiva estenda la sua attività di verifica e validazione delle proposte di buone prassi si fornisce l'indicazione di riferirsi, per quanto riguarda i rischi da microclima, alle *Linee Guida Microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro* prodotte dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e dall'ISPESL che per gli aspetti metrologici rimanda alle diverse norme tecniche UNI (ad esempio la UNI EN ISO 7933 per ambienti caldi, a rischio di ipertermia, o la UNI EN ISO 11079 per ambienti freddi, a rischio di ipotermia) esistenti sull'argomento. Per la valutazione del discomfort termo-igrometrico il rimando è a quanto indicato nel Titolo II ed al relativo Allegato IV "Requisiti dei luoghi di lavoro" e per gli aspetti metrologici alla UNI EN ISO 7730.

Per quanto riguarda le atmosfere iperbariche, esse hanno un riferimento normativo solo nel DPR 321/56 relativamente ai cassonisti. In tale decreto le procedure di decompressione sono rimaste alle conoscenze degli anni '50, mentre attualmente si sono molto evolute. La valutazione del rischio relativamente alle atmosfere iperbariche si fa raccogliendo i dati della compressione che si intende fare (pressione relativa o assoluta, durata e tipo di miscela respiratoria impiegata) e dell'attività che si vuole svolgere (attività fisica moderata, mediamente intensa o intensa) e della procedura di decompressione che si intende adottare. Esistono tabelle e computer per elaborare la procedura di decompressione. Si deve stabilire quale tabella si intende utilizzare o quale computer (marca e modello identificano anche il modello decompressivo utilizzato) e quindi si deve garantire la disponibilità di tutto quanto occorre per rispettare tale procedura decompressiva.

Oltre a quanto detto relativamente alle procedure di decompressione entrano nella valutazione del rischio anche le risorse messe a disposizione dei lavoratori, quali camere di decompressione, presenza di medico iperbarico sul luogo, presenza del tecnico iperbarico per far funzionare la camera, possibilità di trasporto veloce presso un vicino centro iperbarico dotato di camera per la ricompressione terapeutica. Maggiori sono le dotazioni di sicurezza più ampio può essere il margine di sicurezza della procedura di decompressione.

#### **1.04 - Relativamente ai campi elettromagnetici, in attesa del recepimento della Direttiva 2013/35/UE e considerata l'assenza di effetti vincolanti del Capo IV, quali obblighi sono in vigore e da quali date ?**

Si tratta in primo luogo dell'obbligo alla valutazione dei rischi (facendo ricorso alle norme di buona tecnica e alle buone prassi) inteso come processo finalizzato ad individuare le adeguate misure di prevenzione e di protezione e ad elaborare un programma delle misure<sup>1</sup> atte a garantire il miglioramento nel tempo dei livelli di salute e sicurezza.

---

<sup>1</sup> Si richiama l'attenzione sull'obbligo previsto dall'art.183 di adattare dette misure al caso dei lavoratori particolarmente sensibili (vedi **Punto 4.24**).

Sussiste infine l'obbligo, di cui all'art.184, di provvedere affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi.

Tale obbligo assume particolare rilevanza nel caso dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio ove una corretta informazione può condurre il lavoratore a formulare motivata richiesta di sorveglianza sanitaria come previsto dall'art.41.

Tali obblighi sono tutti già in vigore.

Come già ricordato, il recepimento della direttiva 2013/35/UE implicherà l'aggiornamento del Capo IV da parte del legislatore e la determinazione della sua nuova data di entrata in vigore.

#### **1.05 – Cosa si intende per “personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia” ?**

Con la dicitura “personale qualificato in possesso di specifiche conoscenza in materia” normalmente si intende un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento.

L'assenza di qualsiasi riferimento su durata e contenuti del corso, sui soggetti autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale rendono però oltremodo problematico avallare in questa fase percorsi formativi di qualunque tipo.

Informazioni utili al fine di accertare le “specifiche conoscenze in materia” possono essere ritenute le seguenti: tipologia di formazione scolastica, eventuali corsi di specializzazione, eventuale iscrizione ad albo (quando previsto), curriculum professionale.

Nell'immediato si suggerisce di giudicare il “personale qualificato” essenzialmente sulla base del rispetto delle norme di buona prassi (apparecchiature adeguate, modalità tecniche appropriate) e del prodotto finale (Relazione Tecnica e/o Documento di valutazione dei rischi).

Maggiori dettagli sono inseriti nelle indicazioni relative ai Capi dedicati agli specifici agenti di rischio.

#### **1.06 – Il personale qualificato chiamato ad effettuare la valutazione deve essere sempre nell'ambito del SPP o può essere esterno ?**

Per effettuare la valutazione del rischio il datore di lavoro deve avvalersi di personale qualificato secondo quanto previsto dall'art.181 comma 2 del DLgs. 81/2008. Quando queste competenze non sono presenti nel personale interno (nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione) il datore di lavoro deve avvalersi di consulenti esterni all'azienda.

#### **1.07 – Cosa si intende all'art.181, comma 3, per “giustificazione” nell'ambito della valutazione del rischio ?**

La giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata è la modalità prevista dalla legislazione sugli agenti fisici per interrompere il processo valutativo in caso di assenza di rischio o di sua palese trascurabilità. Si tratta quindi di un comportamento applicabile a tutte e sole quelle situazioni poste ben al di sotto dei valori di riferimento/limiti di esposizione<sup>2</sup>, in quanto per condizioni di rischio più consistenti occorre comunque definire i livelli di rischio al fine di decidere se nel contesto analizzato debbano essere adottate particolari, pur minime, misure di prevenzione e protezione.

---

<sup>2</sup> Il riferimento è a tutte quelle situazioni che danno luogo ad esposizioni significativamente inferiori ai valori di azione o comunque inferiori ai livelli di riferimento per la popolazione

### **1.08 – Alla luce del DLgs.81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la valutazione del rischio di un agente fisico ?**

La valutazione del rischio di ogni agente fisico (come previsto in generale dall'art.28 e in particolare per gli agenti fisici dagli articoli rilevanti del Titolo VIII va sostanzialmente intesa come una parte del più complessivo Documento di valutazione di tutti i rischi per la salute e sicurezza accompagnato dalla Relazione tecnica (con o senza misurazioni, redatta dal personale qualificato), da conservarsi in azienda **essenzialmente come atto interno di conoscenza del quadro dei rischi per la programmazione e l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione, ma** anche a disposizione dell'organo di vigilanza. Il Documento deve riportare le misure di prevenzione e protezione già in essere ed indicare il programma delle misure atte a garantire nel tempo il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza con le relative procedure aziendali e dei ruoli dell'organizzazione che vi debbono provvedere, a cui devono essere assegnati soggetti in possesso di adeguate competenze e poteri.

Nella valutazione del rischio di ogni agente fisico vanno indicati quanto meno i seguenti elementi:

1. data/e **certa/e** di effettuazione della valutazione, con o senza misurazioni, dell'agente fisico;
2. dati identificativi del personale qualificato che ha provveduto alla valutazione, se diverso dal datore di lavoro;
3. dati identificativi del medico competente (se ed in quanto previsto ai sensi degli artt. 41 e 185) e del R-SPP che hanno partecipato alla valutazione del rischio;
4. dati identificativi del/i RLS, o, in sua/loro assenza, dei lavoratori, consultati ai sensi dell'art.50 comma 1, modalità della loro consultazione e informazione;
5. dati identificativi della Relazione tecnica allegata (es.: eventuale numero di protocollo, numero di pagine, data) accertandosi che riporti (o integrando tali informazioni se mancanti):

- **elenco delle sorgenti riconducibili agli agenti fisici e loro principali caratteristiche correlate al rischio in esame;**

- quadro di sintesi degli esposti all'agente fisico articolato per fasce di rischio e individuazione su piantina delle aree a rischio;
  - valutazione della presenza di rischi potenzianti (ototossici, segnali di avvertimento, condizioni di lavoro estreme (fredde e/o umide), materiali esplosivi e/o infiammabili,...) e di approfondimenti specifici per singolo agente fisico (es.: valutazione dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI uditivi);
  - valutazione dei rischi legati alla presenza di lavoratori particolarmente sensibili, alla differenza di genere, all'età, alla provenienza da altri paesi ed alla tipologia contrattuale;
  - **concrete proposte sulle soluzioni preventive e protettive adottabili nelle diverse situazioni di rischio presenti nei luoghi di lavoro.**
6. programma delle misure tecniche e organizzative che si adotteranno per eliminare o ridurre il rischio da esposizione all'agente fisico, con l'indicazione della tempistica, delle modalità e delle figure aziendali preposte alla loro attuazione;

Poiché le eventuali carenze della Relazione Tecnica andranno successivamente superate nel Documento di valutazione del rischio, si raccomanda ai Datori di lavoro (in quanto responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificarne i contenuti della prestazione.

**1.09 – Cosa significa “disponibilità di misure” nell’ambito del periodo dell’art.182, comma 1: *“Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.”* ?**

La disponibilità di misure cui si fa riferimento nell’art.182, comma 1, deve intendersi come una disponibilità commerciale, di presenza sul mercato della o delle soluzioni adottabili per la riduzione del rischio nel mondo della tecnica della prevenzione. Oltre al riscontro bibliografico, la soluzione per l’eliminazione o il controllo del rischio deve essere stata sperimentata positivamente e concretamente adottabile dall’azienda in questione.

**1.10 - A quale entità di rischio scatta l’obbligo alla informazione e formazione sui rischi da agenti fisici di cui all’art.184 del DLgs.81/2008 ?**

Ad eccezione del rischio rumore nel quale l’obbligo della informazione/formazione dei lavoratori si attiva al raggiungimento o al superamento dei valori inferiori di azione, nell’ambito degli altri agenti fisici tale obbligo non è subordinato al superamento di predeterminati valori di rischio quanto invece alla presenza del rischio.

La risposta più concreta al quesito orienta quindi a correlare l’attivazione della formazione ed informazione dei lavoratori all’impossibilità a poter “giustificare” un mancato approfondimento della valutazione dei rischi o, in altre parole, alla presenza di un rischio che deve essere dimensionato per decidere se debbano adottarsi particolari, pur minime, misure di prevenzione e protezione.

Naturalmente, l’obbligo di informazione/formazione sui rischi fisici si inserisce nell’ambito di quanto previsto dagli artt.36 e 37 del DLgs.81/2008 e dei successivi accordi esplicativi.

**1.11 – Quali sono gli obblighi e le indicazioni sulla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a rischi da agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico ?**

Allo stato attuale non sussiste l’obbligo di attivare la sorveglianza sanitaria nei confronti dei lavoratori esposti agli agenti fisici per i quali non è previsto un Capo specifico all’interno del Titolo VIII del DLgs.81/2008, vale a dire infrasuoni, ultrasuoni e microclima.

La sorveglianza sanitaria, peraltro può essere attivata, con riferimento all’art.41, comma 1, lettera b, del DLgs.81/2008, da una specifica richiesta del lavoratore al medico competente (ove già presente in azienda), nel momento in cui il medico competente la ritenga correlata ai rischi lavorativi o alle condizioni di salute del lavoratore suscettibili di peggioramento a causa dell’attività lavorativa svolta. Tali considerazioni sono valide anche per le radiazioni ottiche naturali, escluse dal campo di applicazione dell’intero Titolo VIII.

Per l’esposizione ad atmosfere iperbariche valgono invece considerazioni diverse.

Si ritiene opportuno fornire le seguenti raccomandazioni:

**Microclima** - Indicazioni utili relative alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti ad ambienti termici severi freddi o caldi possono essere ricavate dalle indicazioni operative contenute nella norma UNI EN ISO 12894:2002 e nelle Linee Guida su microclima, aerazione e illuminazione nei luoghi di lavoro redatte dal Coordinamento delle Regioni e da ISPESL ed approvate dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni.

Il medico competente dovrebbe poi intervenire nella scelta e nelle indicazioni d’uso degli indumenti ed altri dispositivi di protezione individuali utilizzati, fornire indicazioni che attengono alla promozione della salute con riferimento ad esempio alla corretta alimentazione, alla modalità di assunzione di bevande e alla loro tipologia, alla programmazione dei ritmi di lavoro e delle pause di riposo da prevedere, queste ultime, in locali a temperatura che garantisca il comfort termico.

**Infrasuoni/ultrasuoni** - Tenuto conto degli orientamenti della letteratura, non totalmente validata dal punto di vista scientifico, in materia di effetti degli infrasuoni e degli ultrasuoni sulla salute umana, si segnala soltanto l'opportunità di monitorare anamnesticamente eventuali sintomi, per altro aspecifici, quali fatica, nausea, cefalea ed acufeni e alterazioni dell'equilibrio nei soli casi di esposizione congiunta ad ultrasuoni e/o solventi e/o rumore olesivo.

**Radiazione ottica solare** - L'esposizione occupazionale a radiazione solare può avere effetti sulla salute sia a breve che a lungo termine: a proposito di questi ultimi va ricordato che essa è un cancerogeno certo per l'uomo (Gruppo 1 IARC). Inoltre, varie patologie da esposizione alla radiazione solare sono incluse nelle malattie professionali tabellate sia nell'industria sia nell'agricoltura.

Per quanto riguarda la sorveglianza sanitaria va osservato che, sebbene la normativa non preveda un obbligo (tranne il già citato caso ex art.41, comma 1, lettera b), quando i lavoratori sono già sottoposti a tale sorveglianza per altri rischi è opportuno che il Medico competente tenga in considerazione anche quello da radiazione solare. In particolare si segnala la necessità di valutare con particolare attenzione le eventuali condizioni di maggiore suscettibilità individuale, quali l'albinismo e il fototipo I.

Si segnala infine l'utilità del coinvolgimento del medico competente nella definizione di eventuali misure di prevenzione e protezione, in particolare per fornire indicazioni sui corretti comportamenti ed abitudini.

**Atmosfere iperbariche** - Il primo e tutt'ora principale strumento legislativo in merito alla tutela della salute e sicurezza degli operatori iperbarici è il DPR 321/56 e s.m. che, per quanto concerne la sorveglianza medica, individua obblighi tuttora vigenti.

Tale decreto riguarda gli ormai obsoleti lavori nei cassoni e la sorveglianza medica prevista fa riferimento solo al rilascio di una generica "idoneità fisica" (art.34). Per la valutazione della idoneità alla mansione specifica e per le successive visite mediche periodiche, oltre all'osservanza del DPR 321/56 e s.m., che fornisce comunque indicazioni relative alla periodicità delle visite mediche ed ai limiti di età e di genere per l'ammissione al lavoro iperbarico, si ritiene utile segnalare:

- le indicazioni predisposte, in apposite Linee Guida, dalla Società Italiana di Medicina Subacquea ed Iperbarica (SIMSI);
- il combinato disposto delle norme sugli operatori subacquei per estrazioni petrolifere (DPR 866/79, DL 1/2009 convertito con Legge 27/2012 e UNI 11366:2010) che sancisce la sorveglianza sanitaria con periodicità annuale da parte di medico esperto di medicina subacquea;
- la normativa relativa al subacqueo in servizio locale di cui al DM 13/01/79 per cui si prevede una generica idoneità fisica accertata dal medico del porto.

È indubbio che, dovendo essere posta attenzione alla prevenzione degli eventi barotraumatici ed alla valutazione di manifestazioni a lungo termine conseguenti all'esposizione in iperbarismo, la sorveglianza sanitaria dovrà essere sempre finalizzata ad individuare alterazioni, disturbi e patologie dell'apparato respiratorio, cardio-vascolare e otorinolaringoiatrico nonché del sistema nervoso e della sfera psichica che controindichino lo svolgimento dell'attività lavorativa in atmosfera iperbarica.

La valutazione dei rischi connessi con le varie tipologie di lavoro che espongono ad atmosfere iperbariche quali le operazioni in immersione subacquea (in apnea, con sistema di respirazione autonomo, con sistemi di respirazione collegati alla superficie o con sistemi di respirazione collegati ad habitat iperbarico) e/o le operazioni in ambiente iperbarico a secco (attività in tunnel o cassoni ad

aria compressa ed attività in camere iperbariche) porterà, di volta in volta, ad individuare lo specifico protocollo di sorveglianza sanitaria e a valutare l'opportunità di utilizzare adeguati indicatori di esposizione e/o di effetto biologico precoce.

Si ricorda infine che le esposizioni a ultrasuoni, a sollecitazioni termiche (esposizioni prolungate a calore eccessivo e a freddo eccessivo) ed i lavori in atmosfera iperbarica (attività in ambienti pressurizzati ed immersioni subacquee) rientrano fra le esposizioni a rischi potenzialmente nocivi per la salute e sicurezza delle lavoratrici in gravidanza e del nascituro riportate nelle linee direttrici dell'applicazione della Direttiva 92/85/CEE.

#### **1.12 – Come si deve interpretare il termine “alterazione apprezzabile” riferito allo stato di salute di lavoratori esposti ad agenti fisici ?**

Come previsto dall'articolo 185, comma 2, del DLgs.81/2008, nel caso in cui la sorveglianza sanitaria mostri in un lavoratore una “alterazione apprezzabile” cioè una modifica in senso negativo dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi, il medico competente deve informare il lavoratore e, nel rispetto del segreto professionale **(ma comunque sollecitamente)**, il datore di lavoro, il quale a sua volta deve procedere a revisionare la valutazione dei rischi e le misure di prevenzione collettiva e individuale adottate tenendo conto del parere espresso dal medico competente.

Tale formulazione punta a chiarire quanto già in precedenza era analogamente previsto per il rumore e le vibrazioni con il termine “anomalia”: il legislatore richiede che si proceda ad un riesame completo del processo di valutazione in quei casi in cui il medico competente abbia constatato nel lavoratore alterazioni anche precoci della salute correlabili all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro.

#### **1.13 - Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 lavoratori dal punto di vista del documento di valutazione del rischio ?**

**A far data dal 31/05/2013 è decaduta la possibilità di avvalersi della cosiddetta “autocertificazione” e anche le aziende che occupano fino a 10 lavoratori debbono disporre di un Documento di valutazione del rischio che potrà essere redatto secondo il DM 30/11/2012 (“Procedure standardizzate”) o secondo le modalità libere previste dagli artt.28 e 29, con gli specifici contenuti riferibili ai singoli agenti fisici nelle modalità dettagliate dal Titolo VIII del DLgs.81/2008.**

Resta quindi inalterato l'obbligo del datore di lavoro che deve comunque effettuare o far effettuare la valutazione dei rischi da esposizione ad agenti fisici secondo le modalità indicate al Titolo VIII e in particolare a cura di personale qualificato il quale, a partire dall'identificazione delle sorgenti e degli esposti identifichi in quale classe di rischio i lavoratori sono stati collocati e quali misure preventive e protettive sono state adottate e previste.

#### **1.14 - L'armatore di una nave deve valutare i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti fisici?**

**Sì. Con riferimento alle navi italiane, che sono considerate dalla legislazione alla stregua di “aziende” e quindi soggette agli stessi obblighi di sicurezza (mentre per le navi straniere vigono regole internazionali), l'armatore in base all'art.6, comma 1, del DLgs.271/1999 e in relazione alle caratteristiche tecnico-operative dell'unità, deve valutare i rischi per la sicurezza e per la salute dei lavoratori marittimi, compresi quindi i rischi derivanti dagli agenti fisici.**

**Si è in attesa che l'attuale DLgs.271/1999, specifico per la sicurezza e la salute sul lavoro a bordo di navi mercantili e da pesca italiane e integrativo del DLgs.626/1994, sia rivisto per coordinarlo con il DLgs.81/2008.**

### **1.15 – Quali sono gli obblighi per i soggetti che rientrano nell’ambito di applicazione dell’art.21 del DLgs.81/2008 ?**

L’art.21 riguarda i componenti dell’impresa familiare di cui all’articolo 230-bis del codice civile, i lavoratori autonomi che compiono opere o servizi ai sensi dell’articolo 2222 del codice civile, i coltivatori diretti del fondo, i soci delle società semplici operanti nel settore agricolo, gli artigiani e i piccoli commercianti.

Si osservi che l’art.21 non si applica nel caso di imprese che occupano anche solo familiari, ma che non ricadono nell’ambito dell’art.230-bis del codice civile, così come non si applica ai lavoratori dipendenti o equiparati presenti a qualunque titolo nelle imprese agricole, industriali o commerciali.

Per le imprese ed i soggetti indicati all’art.21 gli unici obblighi previsti riguardano:

- l’utilizzo di attrezzature di lavoro sicure come da Titolo III del DLgs.81/2008;
- disporre e utilizzare DPI adeguati (e quindi anche i DPI uditivi nel caso di lavori rumorosi);
- munirsi di tessera di riconoscimento da utilizzarsi in occasione di lavori in appalto o subappalto.

Le imprese ed i soggetti indicati in tale articolo non sono quindi tenuti ad effettuare la valutazione dei rischi né ad effettuare la sorveglianza sanitaria, la formazione e l’informazione, misure queste che potranno invece essere richieste sulla base di accordi privati (anche se promossi da obblighi legislativi), ad es. dai committenti.



## 2) Sul Capo II del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Rumore

### 2.01 - Cosa caratterizza il personale qualificato che deve garantire la valutazione e la misurazione ?

Il personale qualificato risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio sulla base dei requisiti previsti dall'art.190 e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva secondo i requisiti richiesti dal DLgs.81/2008.

I requisiti di carattere generale che si intende debba possedere il “personale qualificato” sono quelli definiti al **Punto 1.05**.

Nello specifico per quanto riguarda il rischio da esposizione a rumore si suggerisce di giudicare il personale qualificato in termini di competenza nell'applicare le norme tecniche e/o di buona prassi, conoscenza delle tecniche e metodi di misura, conoscenza e capacità di utilizzo della strumentazione adeguata secondo i requisiti previsti dall'art.190, comma 3 e dalle norme tecniche di riferimento **UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011**.

Maggiori dettagli sui requisiti di questa figura professionale e sulle attenzioni che deve avere il datore di lavoro nella sua individuazione sono indicati **sulla Scheda di approfondimento n.7 del secondo Livello (Schede di Approfondimento) del manuale operativo “Metodologie e interventi tecnici per la riduzione del rumore negli ambienti di lavoro” approvato dalla Commissione consultiva ex art.6 DLgs.81/2008 il 28/11/2012 sulla base di analogo documento redatto dal Coordinamento Tecnico delle Regioni e da ISPESL ed approvato il 16/12/2004 dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni.**

### 2.02 - Cosa devono fare le aziende che non hanno esposti al di sopra dei valori inferiori d'azione ?

Il Titolo VIII del DLgs.81/2008 prevede che tutte le aziende debbano effettuare la valutazione del rumore (art.190, comma 1) e che per tutte le aziende esista un dovere di ridurre al minimo il rischio (art.190, comma 5 che richiama l'art.192, comma 1).

**Richiamata la preliminare possibilità a “giustificare” il mancato approfondimento della valutazione del rischio (vedi Punto 1.07), quando** possa fondatamente ritenersi (tenendo conto del livello, tipo e durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a rumore impulsivo) che i valori inferiori di azione non possono essere superati, la valutazione può basarsi su una Relazione tecnica a firma di personale qualificato che, senza necessariamente ricorrere a misurazioni acustiche, attesti i criteri di giudizio adottati per escludere il superamento dei valori inferiori d'azione (es.: manifesta assenza di sorgenti rumorose significative, misurazioni anche estemporanee, confronto con situazioni analoghe, dati di letteratura, dati dei costruttori riferiti a condizioni paragonabili a quelle presenti sul campo ...). Nella valutazione deve essere riportata l'eventuale presenza di sostanze ototossiche, vibrazioni meccaniche, lavoratori particolarmente sensibili (con specifico riferimento a lavoratrici in stato di gravidanza e lavoratori minori), segnali di avvertimento acustico, e le misure prese per eliminare o ridurre al minimo i rischi per la salute e la sicurezza dovuti all'azione sinergica di tali fattori con il rumore presente in azienda. Infine, la valutazione deve riportare le misure adottate per garantire nel tempo il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza.

Nell'Allegato 1 delle Linee Guida per la Valutazione del rischio (rumore e vibrazioni) prodotte da ISPESL e dal Coordinamento Tecnico delle Regioni è fornito un elenco indicativo di attività e mansioni con  $L_{EX}$  normalmente minore di 80 dB(A).



### 2.03 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio il “tener conto.....dei lavoratori particolarmente sensibili al rumore” ?

I lavoratori particolarmente sensibili al rischio di esposizione a rumore, citati all’art.190, comma 1, lettera c), del DLgs.81/2008 come soggetti di cui tener conto ai fini della valutazione specifica sono rappresentati:

- dagli esempi esplicitati dal legislatore quali i minori (L.977/67 e s.m.) e le lavoratrici in gravidanza (DLgs.151/2001);
- dai lavoratori ipersensibili al rischio in ragione, ad esempio, di patologie, disturbi o condizioni patologiche anche temporanei, di terapie o di ipersuscettibilità individuale.

Il personale qualificato che effettua la valutazione indicherà, in collaborazione con il medico competente, l’esigenza delle particolari tutele previste dalle normative o dalla letteratura rispetto ai gruppi di lavoratori particolarmente sensibili.

Sarà invece compito esclusivo del medico competente, attraverso l’espressione del giudizio di idoneità alla mansione specifica, indicare le particolari e specifiche misure di tutela per i singoli lavoratori risultati a visita medica ipersensibili al rischio.

### 2.04 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio che il datore di lavoro deve tener conto “... dell’interazione fra rumore e sostanze ototossiche ... e vibrazioni” ?

L’art.190, comma 1, lettera d) esplicita che la valutazione del rischio rumore comprende e comporta la raccolta di informazioni relative sia all’esposizione acustica che a quella non acustica. L’esposizione non acustica è riferita a fattori di rischio che interagiscono con il rumore e ne amplificano gli effetti, quali le vibrazioni, al sistema mano braccio e/o al corpo intero, e le sostanze ototossiche.

Poiché al consulente può anche solo essere richiesta la valutazione del rischio rumore (e non già del rischio chimico e/o delle vibrazioni) si reputa che il valutatore debba, sentito il R-SPP e il medico competente qualora previsto, indicare (almeno con un dato qualitativo) le mansioni per le quali è presente una concomitante esposizione a sostanze ototossiche (indicando il nome della sostanza) e/o a vibrazioni (precisando se HAV o WBV).

Nell’informazione finale sui livelli di rischio, a fianco dei dati acustici andrà così indicata anche la presenza di ototossici e/o vibrazioni (vedi esempio di **Figura 2.1**) di modo che il datore di lavoro riponga ancor maggiore attenzione alla bonifica di questi rischi per la salute e il medico competente, qualora previsto, disponga delle informazioni sulla presenza di questi fattori accentuanti il rischio.

**Figura 2.1:** schema di quadro sinottico delle principali informazioni acustiche e non, rilevanti ai fini della valutazione del rischio rumore

Cognome e Nome	Mansione	Parametro di riferimento	L <sub>EX</sub> dB(A)	L <sub>picco,C</sub> dB(C)	Esposizione a vibrazioni	Esposizione a ototossici	Rumori impulsivi
C4 N4	<i>Sbavatore</i>	L <sub>EX,8h</sub>	95,5	132	HAV	no	no
C5 N5	<i>Sbavatore</i>	L <sub>EX,8h</sub>	95,5	132	HAV	no	no
C8 N8	<i>Magazziniere-Raddrizz.tubi</i>	L <sub>picco,C</sub>	83,8	138	no	no	sì
C6 N6	<i>Fresatore</i>	L <sub>EX,w</sub>	86,3	108	HAV	no	no
C1 N1	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	L <sub>EX,8h</sub>	81,0	125	WBV	no	sì
C2 N2	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	L <sub>EX,8h</sub>	81,0	125	WBV	no	sì
C3 N3	<i>Addetto Presse e Cesoie</i>	L <sub>EX,8h</sub>	81,0	125	WBV	no	sì
C7 N7	<i>Carrellista – Lavaggio pezzi</i>	L <sub>EX,w</sub>	81,8	112	WBV	Tricloro- etilene	sì

**2.05 - Cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio che il datore di lavoro deve tener conto di “... tutti gli effetti indiretti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni fra rumore e segnali di avvertimento” ?**

L'art.190, comma 1, esplicita che la valutazione del rischio rumore è un concetto più ampio della sola misurazione dell'agente di rischio, comprendendo la raccolta di informazioni sulle condizioni più generali della esposizione del lavoratore, inclusa la eventuale compresenza di fattori di rischio non acustici che possono aumentare i rischi per la salute e la sicurezza.

In particolare, per adempiere a quanto indicato alla lettera e) di tale comma, il personale qualificato dovrà valutare e se necessario misurare le caratteristiche acustiche (livello, spettro, incremento dal rumore di fondo ...) dei segnali di avvertimento (ad es. la sirena dell'antincendio) o altri suoni utilizzati al fine di ridurre gli infortuni (ad es. l'avvisatore acustico di retromarcia dei veicoli industriali) presenti nei luoghi di lavoro, qualora ad avviso del R-SPP o per sua esperienza, questi segnali possano risultare mascherati dal rumore presente in azienda. Infatti, per evitare il rischio di infortuni dovuti a tale effetto di mascheramento, i segnali di avvertimento devono sempre essere, chiaramente udibili, discriminabili e inequivocabili, indipendentemente dal clima acustico presente nei luoghi di lavoro.

Le regole di base per i segnali acustici sono indicate nel Titolo V del DLgs.81/2008, mentre le norme di riferimento sono la **UNI EN 981:2009 e la UNI EN ISO 7731:2009**.

**2.06 - Cosa significa per il medico competente fornire “informazioni raccolte dalla sorveglianza sanitaria, comprese.....quelle reperibili nella letteratura scientifica” ?**

Il medico competente deve comunicare al datore di lavoro tutte le informazioni necessarie alla valutazione del rischio ed alla attuazione delle misure per tutelare la salute e la integrità psicofisica dei lavoratori.

Tali informazioni comprendono sia le comunicazioni relative ad eventuali alterazioni apprezzabili dello stato di salute del singolo lavoratore che quelle relative ai risultati anonimi collettivi, quest'ultimi comunicati per iscritto in occasione delle riunioni periodiche.

Ciò a conferma che i risultati della sorveglianza sanitaria sono elementi fondamentali da acquisire per la valutazione del rischio e tali da impegnare il datore di lavoro a rivedere la valutazione e le misure di prevenzione e protezione, qualora documentassero alterazioni dello stato di salute di un lavoratore attribuibili, a qualunque titolo, all'esposizione al rischio rumore.

I risultati delle visite mediche, comprensivi, nel caso di esposizione a rumore, degli esami audiometrici e di eventuali altri accertamenti sanitari complementari, nonché le informazioni in merito reperibili nella letteratura scientificamente validata, permettono al medico competente di contribuire alla gestione aziendale del rischio confermandone o mettendone “dinamicamente” in discussione la sua efficacia.

**2.07 - Quali sono oggi i metodi e le strumentazioni per fare una misurazione corretta del rumore ? A quale indicazioni tecniche riferirsi ?**

Nel quadro legislativo attuale il primo riferimento deve essere ai contenuti dei commi 3 e 4 dell'art.190. Fatto salvo il rispetto delle indicazioni ivi contenute, i metodi e le strumentazioni da utilizzarsi sono quelli indicati **nelle norme UNI EN ISO 9612:2011 e UNI 9432:2011**.

## **2.08 - Cos'è, come si calcola e come si tiene conto dell'incertezza delle misure ?**

Si definisce incertezza lo scarto tipo da cui è affetta la misura dell'osservabile. L'incertezza di una misura di rumore deve essere calcolata sulla base di metodologie statistiche conformi alle norme di buona tecnica. Il comma 2 dell'art.190 stabilisce che “se a seguito della valutazione del rischio può fondatamente ritenersi che i valori inferiori di azione di cui all'art.189 sono superati, il datore di lavoro misura i livelli di rumore cui i lavoratori sono esposti...”. Il successivo comma 4 stabilisce inoltre che “nell'applicare quanto previsto nel presente articolo, il datore di lavoro tiene conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica”.

È evidente che, dato che i valori limite di esposizione e i valori d'azione sono indicati nella legge in termini di livello di esposizione giornaliero  $L_{EX}$  e di  $L_{picco,C}$ , ciò di cui dovrà in realtà tener conto il datore di lavoro nella valutazione del rischio sono le incertezze su queste quantità. Tali incertezze devono essere calcolate con opportuni metodi a partire dalle incertezze associate alle misure dei livelli sonori equivalenti e di picco. La norma UNI EN ISO 9612:2011 all'allegato C indica dei metodi e propone un software per calcolare l'incertezza sul livello di esposizione giornaliero. Per il calcolo dell'incertezza sul livello di picco l'unico riferimento normativo è l'appendice B.3 della UNI 9432:2011.

Di tali incertezze si dovrà tener conto al fine di stabilire l'eventuale superamento dei valori limite e dei valori di azione cui è legata l'adozione delle misure di tutela e sicurezza stabilite dal Capo II. Il metodo suggerito dalla norma UNI 9432:2011 per tener conto dell'incertezza di misura è quello di sommare al valor medio l'incertezza estesa (calcolata con intervallo di confidenza del 95%, ovvero pari ad 1,65 volte l'incertezza) e di assumere le azioni di prevenzione e protezione sul valore così ottenuto.

## **2.09 - In quali occasioni occorre tener conto del prolungamento del periodo di esposizione al rumore oltre l'orario di lavoro normale, in locali di cui è responsabile il datore di lavoro ?**

Dal momento che i livelli di esposizione a rumore indicati nel Titolo VIII Capo II fanno riferimento alla giornata lavorativa nominale di otto ore, ai fini di valutare il rispetto dei valori limite e di azione, il datore di lavoro dovrà tener conto anche degli ulteriori tempi di esposizione al rumore dovuti a lavoro straordinario e a permanenza in orari extralavorativi in locali di cui il datore di lavoro è responsabile (vedi **Punto 2.24**).

## **2.10 - Alla luce delle indicazioni del DLgs.81/2008, Capo II, come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?**

Premesso che le modalità di presentazione dei risultati della valutazione del rumore da parte del personale qualificato sono libere, si forniscono le seguenti indicazioni sul contenuto minimo richiesto.

Nel caso di valutazione con misurazioni la Relazione tecnica dovrà indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, eventuale strumentazione ...)
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, mansioni ...)
- Descrizione del ciclo di lavoro (almeno di quelle fasi in cui non è possibile ritenere la presenza del rischio trascurabile)
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...)
- Indicazione delle condizioni espositive (lavorazioni/sorgenti e tempi di esposizione) riferite alla giornata/settimana/settimana ricorrente a massimo rischio oggetto di valutazione
- Risultati delle misurazioni di rumore ( $L_{Aeq}$ ,  $L_{Ceq}$ ,  $L_{picco,C}$ )
- Calcolo dei  $L_{EX}$  (giornalieri/settimanali)

- Valutazione dell'efficienza e dell'efficacia dei DPI-u (...per  $L_{EX} > 80$  dB(A) e/o  $L_{picco,C} > 135$  dB(C))
- **Proposte concrete** per la riduzione del rischio (... per  $L_{EX} > 85$  dB(A) /  $L_{picco,C} > 137$  dB(C); vedi **Punto 2.22**)
- Valutazione del rispetto dei VLE (...per  $L_{EX} > 87$  dB(A) /  $L_{picco,C} > 140$  dB(C))
- Conclusioni (quadro sinottico del rischio con i dati acustici  $-L_{EX}$  e  $L_{C,picco}$  - degli esposti ad oltre 80 dB(A) o 135 dB(C), con indicate le condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 - rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...-, aree con  $L_{Aeq} > 85$  dB(A) e/o  $L_{picco,C} > 137$  dB(C))

Nel caso di valutazione senza misurazioni la Relazione Tecnica dovrà indicare:

- Premessa (ditta, date, personale qualificato, strumentazione ...)
- Layout (piantina e nomenclatura: produzione, macchine, esposti ...)
- Valutazione della presenza delle condizioni di rischio indicate all'art.190, comma 1 (rumori impulsivi, ototossici, vibrazioni, ...)
- Indicazione delle motivazioni che escludono il superamento dei valori di azione inferiori **nella giornata/settimana/settimana ricorrente a massimo rischio**.
- Conclusioni con eventuali indicazioni specifiche per la riduzione del rischio.

## **2.11 - Quando reputare significative le oscillazioni del $L_{EX}$ giornaliero ( $L_{EX,8h}$ ) che richiedono il passaggio al dato settimanale ( $L_{EX,W}$ ) ?**

Ai fini dell'applicazione del Capo II del Titolo VIII del DLgs.81/2008 si fornisce l'indicazione di reputare significativa una variabilità che classifica il lavoratore in una fascia di rischio diversa a seconda che la stima venga fatta sul livello di esposizione giornaliero o su quello settimanale.

Su questo punto si è espressa anche la norma **UNI 9432:2011** sostenendo che la decisione è a discrezione del valutatore che, in base alla ricognizione sull'ambiente di lavoro, può operare:

- a) selezionando la giornata lavorativa a massimo rischio ricorrente (metodo più rapido, più cautelativo, meno oneroso, meno preciso);
- b) riferendosi ad una intera settimana (metodo meno rapido, meno cautelativo, più oneroso, più preciso).

Si ricorda che la stima sul livello settimanale in sostituzione del livello giornaliero può essere effettuata verificando, mediante idoneo controllo, il rispetto del valore limite di esposizione e adottando adeguate misure (da indicare nella Relazione Tecnica) per ridurre al minimo i rischi associati a tali attività in accordo con quanto previsto dall'articolo 189, comma 2.

**In caso di variabilità dei livelli settimanali occorrerà riferirsi alla settimana ricorrente a massimo rischio (vedi Punto 2.12)**

## **2.12 - Come presentare il dato di esposizioni molto variabili su tempi lunghi (oltre la settimana)? Ovvero cosa significa per il personale qualificato che fa la valutazione del rischio il considerare "il livello settimanale massimo ricorrente" ?**

Occorre innanzitutto ribadire che il DLgs.81/2008, come già i precedenti Titolo V-bis del DLgs.626/94 e DLgs.277/91, fa esplicito riferimento alla settimana come intervallo di tempo massimo sul quale valutare l'esposizione.

Si evidenzia che il valore di  $L_{EX}$  da indicare in relazione sarà quello della settimana ricorrente a massimo rischio quando la variabilità del fenomeno acustico è ampia e trascende il limite settimanale, come già indicato nelle Linee Guida per la Valutazione del rischio prodotte da ISPESL e dal Coordinamento Tecnico delle Regioni (punto 3.2.3).

Da un punto di vista statistico riferirsi alla settimana ricorrente a massimo rischio può essere visto come l'indicare quel livello di esposizione che tutela il lavoratore nel 95% delle situazioni

lavorative ipotizzabili. In termini ancor più diretti tale condizione può essere identificata nella terza settimana peggiore dal punto di vista dell'esposizione a rumore che è intervenuta nell'anno precedente e che è ragionevole attendersi negli anni successivi.

Il valore di  $L_{EX}$  così determinato sarà quello sul quale il datore di lavoro attiverà i protocolli di prevenzione previsti dal Capo II del Titolo VIII, DLgs.81/2008.

### 2.13 - Come misurare il rumore impulsivo e come tenerne conto ?

La misurazione dell'esposizione a rumore impulsivo avviene sulla base di due percorsi:

- nella determinazione del  $L_{picco,C}$ , per la quale si utilizza l'impulso di massima ampiezza fra tutti quelli prevedibili. Il livello  $L_{picco,C}$  così misurato deve essere confrontato con i valori di azione (135, 137 dB(C)), e con il valore limite (140 dB(C)) previsti dall'art.189 del DLgs.81/2008;
- nella determinazione del carattere impulsivo dei segnali ai quali viene esposto il soggetto. A questo proposito, qualora il personale qualificato ipotizzi una possibile presenza di rumore impulsivo, una verifica oggettiva può essere effettuata attraverso il criterio inserito nella norma UNI 9432:2011 al punto 3.9, per cui un segnale può essere considerato impulsivo quando esso soddisfa il criterio:

$$\Delta K_I = L_{Aeq,I,T} - L_{Aeq,T} \geq 3 \text{ dB(A)}$$

dove  $L_{Aeq,I,T}$  rappresenta il livello equivalente ponderato A rilevato con la costante di tempo Impulse, mentre  $L_{Aeq,T}$  rappresenta il normale livello equivalente ponderato A.

La presenza di rumore impulsivo all'interno dell'esposizione, pur non potendosi tradurre in una penalizzazione in termini quantitativi, rappresenta per il soggetto esposto una possibile causa di amplificazione della perdita uditiva a lungo termine, e come tale va segnalata particolarmente al medico competente.

### 2.14 - Con quali modalità operative si valuta l'efficacia dei DPI uditivi (DPI-u) che il DLgs.81/2008 esplicitamente richiede all'art.193, comma 1, lettera d) ?

Poiché i DPI-u devono essere messi a disposizione al superamento dei valori inferiori di azione (VIA: 80 dB(A) per  $L_{EX,8h}$  e/o 135 dB(C) per  $L_{picco,C}$ ), la valutazione di efficacia deve essere condotta al superamento di tali valori e comunque in ogni caso in cui i DPI-u vengono forniti.

Definita "efficienza" la capacità potenziale di un DPI-uditivo di proteggere la funzionalità uditiva di un lavoratore ed "efficacia" la reale protezione della funzione uditiva ottenuta dal DPI-uditivo, si rileva che l'art.193, comma 2, definisce i valori obiettivo della valutazione di efficienza dei DPI-uditivi precisando che sono considerati adeguati se, correttamente usati, rispettano le prestazioni richieste dalle normative tecniche. Dal punto di vista metodologico i riferimenti sono la UNI-EN 458:2005 e la UNI 9432:2011 che mettono a disposizione dei criteri per la valutazione dell'efficienza e dell'efficacia.

Per il rispetto di questa richiesta legislativa si fornisce l'indicazione di procedere ad una valutazione preventiva d'efficienza affiancata da valutazioni d'efficacia con queste attenzioni:

- 1) per la valutazione d'efficienza si può ovviamente seguire il criterio proposto dalla UNI 9432:2011 (verificando di non superare gli 80 dB(A) di  $L_{Aeq}$ ), ma è spesso normalmente sufficiente verificare che per i livelli delle lavorazioni più a rischio, utilizzando anche solo il metodo SNR ( $L'_{Aeq} = L_{Ceq} - SNR$ ), non si superi il valore inferiore di azione. Solo qualora questo primo approccio non indichi il rispetto del VIA si provvederà a verificare che il valore di  $L'_{EX}$  (determinato dai diversi  $L'_{Aeq}$  e dei relativi tempi d'esposizione) non superi il VIA. Il superamento del VIA tenuto conto dell'effetto dei DPI-u indica che quei DPI-u non sono adeguati e vanno sostituiti. Nel percorso prima delineato si suggerisce di tener conto della iperprotezione ( $L'_{Aeq} < 65 \text{ dB(A)}$ ) solo su specifica segnalazione del lavoratore accertandosi che sia

stato adeguatamente formato al riguardo, indicandogli in particolare in quali situazioni utilizzare i DPI-u e quando no;

2) per la valutazione d'efficacia occorre verificare:

- che sia presente un sistema di controllo dell'uso e manutenzione dei DPI-u che garantisca quanto meno che il personale indossi correttamente i DPI-u, il loro uso regolare nelle situazioni di rischio, la corretta custodia e manutenzione;
- che non si siano determinati peggioramenti apprezzabili nella funzionalità uditiva dei lavoratori utilizzando la relazione sanitaria anonima e collettiva redatta dal medico competente. Qualora emergessero peggioramenti uditivi apprezzabili occorrerà verificarne il nesso con le condizioni espositive affrontando il problema con il medico competente stesso.

### **2.15 - Nel caso di esposizioni a livelli di rischio molto variabili è necessario adottare più di un DPI-uditivo ?**

L'art.193 norma l'uso dei dispositivi di protezione individuale nel caso di superamento dei valori inferiori e superiori di azione. Si ricorda che il DPI-uditivo deve da un lato proteggere il lavoratore dal rischio rumore e dall'altro evitare problemi di iperprotezione e che tale valutazione si effettua sui  $L_{Aeq}$  delle diverse lavorazioni (e non sul  $L_{EX}$ ).

Nel caso di esposizioni a livelli di rischio ( $L_{Aeq}$ ) molto differenziati può presentarsi la situazione nella quale i livelli di attenuazione richiesti potrebbero non essere garantiti da un solo DPI.

In linea generale occorre cercare di evitare l'uso di due o più protettori per non indurre difficoltà nei comportamenti del lavoratore e ciò può essere ottenuto privilegiando la protezione dai livelli di rumorosità più elevati dopo aver verificato l'assenza di danni o disturbi alla salute pregiudizievoli di tale scelta e che il lavoratore "accetti" l'iperprotezione. Si ritiene che il metodo di valutazione più idoneo e realistico per verificare ricadute negative dell'iperprotezione sia la verifica diretta sul luogo di lavoro dei comportamenti del lavoratore a fronte delle segnalazioni di pericolo alle quali egli deve poter reagire.

L'uso di più tipologie di DPI-uditivi in diverse condizioni di rischio deve quindi essere limitato a quelle situazioni estremamente particolari che più frequentemente si hanno quando nell'esposizione del lavoratore confluiscono livelli di rumore estremamente elevati ( $L_{Aeq}$  di 100 o più dB(A)- e livelli di poco superiori agli 80 dB(A) -al di sotto di questi valori l'uso dei DPI è da evitare-.

Per ulteriori dettagli si rimanda al **Punto** precedente.

### **2.16 - Con quali modalità operative si valuta il rispetto dei valori limite d'esposizione (VLE: 87 dB(A) e 140 dB(C)) tenuto conto dell'attenuazione prodotta dai DPI uditivi ?**

La legislazione vigente stabilisce che, quando i livelli di esposizione misurati sul campo eccedono i valori limite di esposizione [ $L_{EX} = 87$  dB(A) e/o  $L_{C,picco} = 140$  dB(C)], è necessario valutare se l'adozione dei DPI-uditivi garantisca che non siano superati tali valori limite di esposizione.

Nel caso in cui è garantita l'efficienza dei DPI-uditivi (vedi **Punto 2.14**), i valori limite di esposizione sono sempre rispettati.

In casi particolari nei quali tale criterio non possa essere rispettato, si deve effettuare il calcolo di un parametro fittizio che, tenendo conto dell'attenuazione dei DPI-uditivi, possa essere confrontato con i valori limite di esposizione.

Tale calcolo può essere effettuato (come da **UNI 9432:2011**) mediante l'equazione:

$$L'_{EX} = 10 \times \log \frac{1}{T_0} \left( \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L'_{Aeq})_i} \times t_i + \sum_{j=1}^N 10^{0.1(L'_{Aeq})_j} \times t_j \right)$$

dove:

- $L'_{EX}$  è il livello fittizio di esposizione giornaliero da confrontare con il valore limite di esposizione;
- $T_0$  è la durata di riferimento convenzionale della giornata lavorativa pari ad 8 h o 480';
- $(L_{Aeq})_i$  è il livello sonoro continuo equivalente ponderato A misurato nel periodo i-esimo nei quali non sono utilizzati DPI-uditivi;
- $t_i$  è la durata del periodo i-esimo nel quale non viene utilizzato alcun dispositivo di protezione auricolare;
- $(L'_{Aeq})_j$  è il livello sonoro continuo equivalente ponderato A relativo al periodo j-esimo, ottenuto tenendo conto dell'efficienza del dispositivo di protezione auricolare;
- $t_j$  è la durata del periodo j-esimo nel quale viene utilizzato un dispositivo di protezione auricolare.

Nell'ipotetico caso in cui il parametro  $L'_{EX}$  risultasse superiore agli 87 dB(A) occorrerebbe immediatamente prevedere una serie di iniziative volte alla rimozione delle cause che determinano tale situazione.

## **2.17 - Per decidere la classificazione dei lavoratori nelle diverse classi di rischio è necessario che vi sia il superamento o della sola pressione acustica di picco ovvero del solo livello di esposizione giornaliero/settimanale al rumore oppure è invece necessario che siano superati entrambi ?**

L'assegnazione della classe di rischio per ogni lavoratore avviene sulla base del descrittore di rischio ( $L_{EX,8h}$  o  $L_{picco,C}$ ) che lo colloca nella classe più elevata.

Ricordiamo che le classi di rischio, in ordine crescente, sono:

- al di sotto dei valori di azione inferiori di azione;
- tra i valori inferiori ed i valori superiori di azione;
- maggiore dei valori superiori di azione.

L'interpretazione prima esposta oltre a confermare la consolidata prassi derivante dal DLgs.277/91, è confortata anche dalla lettura dell'art.3, comma 1, della Direttiva 2003/10/CE che (in modo più preciso che nel recepimento italiano) indica come i valori limite e di esposizione che fanno scattare l'azione sono posti in relazione disgiuntamente con il livello di esposizione giornaliero al rumore e alla pressione acustica di picco.

## **2.18 - Si tiene conto dell'efficacia dei DPI-u per decidere le misure di prevenzione ?**

No.

Il comma 2 dell'art.193 precisa che si tiene conto dell'attenuazione dei DPI-u solo ai fini di valutare l'efficienza degli stessi e il rispetto del valore limite di esposizione, nonché per attivare azioni immediate per il contenimento dell'esposizione in caso di superamento. Tutte le altre misure di prevenzione (misure tecniche e organizzative, formazione e informazione, disponibilità e uso dei DPI-u, controllo sanitario ...) si decidono sulla base del valore di esposizione (quello, unico, non corretto con l'attenuazione dei DPI-u).

È quindi necessario che sulla relazione tecnica siano riportati i valori di esposizione (quelli, unici, non corretti con l'attenuazione dei DPI-u) sulla base dei quali si assumono le più importanti misure di prevenzione e il calcolo per la verifica di efficienza dei DPI uditivi (vedi **Punto 2.14**). Solo in caso di valori di  $L_{EX}$  e  $L_{picco,C}$  superiori a 87 dB(A) / 140 dB(C) è richiesto di verificare il rispetto dei valori limite (vedi **Punto 2.16**).



## **2.19 - Le aziende hanno obblighi di riduzione del rischio al di sotto dei valori superiori di azione (85 dB(A) / 137 dB(C))? La loro omissione può essere oggetto di sanzioni ?**

Mentre nel caso di  $L_{EX,8h}$  superiori a 85 dB(A) e/o  $L_{picco,C}$  superiori a 137 dB(C), il comma 2 dell'art.192 del DLgs.81/2008 (penalmente sanzionato) esplicita l'obbligo a programmare ed attuare le misure tecniche e organizzative tecnicamente disponibili, per livelli di rischio inferiori a tali valori vale comunque il principio che il rischio da esposizione a rumore vada ridotto al minimo, come affermato dallo stesso articolo al comma 1.

Per richiedere misure di prevenzione a livelli di rischio inferiori ai valori superiori di azione si ritiene possano essere effettuate prescrizioni ai sensi dell'art.190, comma 5 del DLgs.81/2008 in combinato a quanto disposto dall'art.192, comma 1 (ossia qualora la valutazione dei rischi non abbia identificato misure di prevenzione tecnicamente disponibili).

## **2.20 – Come si effettua la valutazione del rischio nei cantieri temporanei o mobili ?**

Premesso che tutte le aziende, comprese quelle che operano nei cantieri temporanei e mobili, devono disporre ai sensi dell'art.190 di una propria valutazione del rumore con propri rilievi e propri tempi di esposizione, si forniscono le seguenti indicazioni:

### **a) Piano di Sicurezza e Cordinamento (PSC)**

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione nella redazione del PSC predispone una relazione concernente l'individuazione, l'analisi e la valutazione preventiva del rischio rumore, in modo da utilizzare modalità tecniche e organizzative che limitino il più possibile i livelli di rumorosità ed il numero di lavoratori esposti.

Ai fini della redazione del PSC l'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine ed impianti potrà essere stimata facendo riferimento (ex art.190, comma 5-bis, DLgs.81/2008) ai livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente (ex art.6, DLgs.81/2008). **Ad oggi si può far riferimento ai valori presentati nella banca dati dei livelli di emissione di rumore del CPT di Torino (Banca dati con schede di potenza sonora e pressione sonora all'indirizzo <http://www.cpt.to.it/schede.aspx?b=1>).**

Il Coordinatore alla Sicurezza in fase di Progettazione all'atto dell'elaborazione del PSC dovrà prendere in considerazione il problema relativo all'esposizione al rumore soprattutto in relazione :

- alla presenza di attività lavorative eseguite con attrezzature che potrebbero dar luogo ad esposizioni apprezzabili, indicando le misure concrete (sfasamenti temporali delle attività, distanze di lavoro ...) per eliminare o minimizzare le interferenze;
- alla presenza nella vicinanze di sorgenti sonore di qualunque tipologia che potrebbero dar luogo ad esposizioni apprezzabili, indicando le misure concrete (sfasamenti temporali delle attività, distanze di lavoro, ma anche informazione sui momenti nei quali si verificano le interferenze, esigenze di impiego dei DPI-uditivi, di formazione/informazione, di controllo sanitario ...) per eliminare o minimizzare le interferenze;
- al rispetto degli standard di emissione sonora delle attrezzature di lavoro e/o di valori limite di emissione sonora del cantiere.

Si consiglia inoltre che il PSC richieda alle ditte in cantiere la segnalazione preliminare dell'intenzione di utilizzare macchine rumorose non previste nel POS al Coordinatore alla sicurezza in fase di esecuzione.

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione aggiornerà il PSC in relazione alle attività effettivamente svolte dalle imprese appaltatrici previste nel POS e vigilerà per assicurarne il rispetto e per promuovere ed organizzare la cooperazione, il coordinamento e l'informazione reciproca tra i datori di lavoro, compresi i lavoratori autonomi, in relazione alle possibili interferenze tra le diverse attività lavorative presenti nel cantiere.

### **b) Piano operativo di sicurezza (POS)**



I datori di lavoro, acquisite le disposizioni dei Coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione, potranno verificare, prima dell'avvio dell'attività, se le condizioni di lavoro previste in quello specifico cantiere sono compatibili con i livelli di prevenzione e protezione adottati per i propri lavoratori, cioè potranno e dovranno verificare l'attendibilità della valutazione del rischio rumore specifica della propria azienda in quel determinato cantiere.

Inoltre, il POS conterrà le informazioni (livelli di emissione e fasi di utilizzo) relative alle attrezzature utilizzate che potrebbero comportare il superamento del valore inferiore di azione e le fasi lavorative nelle quali verranno utilizzate.

## **2.21 - Quali sono gli obblighi formali delle aziende che occupano sino a 10 occupati dal punto di vista delle documentazioni ?**

L'art.190, al comma 5 indica che la valutazione del rischio rumore è documentata in conformità all'articolo 28, comma 2 del DLgs.81/2008 e il comma 5 dell'art.29 del DLgs.81/2008 stabilisce che nelle aziende fino a 10 occupati il datore di lavoro effettua la valutazione dei rischi sulla base delle procedure standardizzate recepite con **Decreto Interministeriale 30/11/2012**.

Richiamato che la redazione dei Documenti seguendo le procedure standardizzate è una opportunità e non un obbligo resta il fatto che anche questa modalità di redazione del Documento il DM 30/11/2012 stabilisce che *"Laddove la legislazione fornisce indicazioni specifiche sulle modalità di valutazione (ad es. rischi fisici, chimici, biologici, incendio, videoterminali, movimentazione manuale dei carichi, stress lavoro-correlato ecc.) si adotteranno le modalità indicate dalla legislazione stessa, ..."*.

In definitiva, alle aziende che occupano fino a 10 lavoratori (e non ricadenti nelle casistiche previste all'art.21, DLgs.81/2008 – vedi **Punto 2.25**) ) è richiesto di disporre di un Documento di valutazione dei rischi con l'approfondimento relativo al rumore realizzato con le modalità previste dal Capo II del Titolo VIII, DLgs.81/2008.

## **2.22 - Come deve essere fatto il programma delle misure tecniche e organizzative ex art.192, comma 2, quando si superano gli 85 dB(A) / 137 dB(C) ?**

Il programma delle misure tecniche ed organizzative ex art.192, comma 2, deve essere presente nel Documento di valutazione di tutte le aziende che hanno esposti al di sopra dei valori superiori di azione (85 dB(A) e/o 137 dB(C)).

Si tratta del dispositivo più importante introdotto dalla Direttiva 2003/10/CE perché è indirizzato alla riduzione del rischio con le misure di carattere tecnico ed organizzativo che, come noto (vedi art.15, lettera i, DLgs.81/2008), devono essere privilegiate rispetto a quelle di carattere individuale. È quindi anche il dispositivo da presidiare con maggiore attenzione in fase di vigilanza.

Come indicazione operativa si consiglia che tale programma contenga almeno i seguenti elementi:

- elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori superiori di azione, descritti tanto con i livelli r.m.s. e di picco presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;
- misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di  $L_{EX,8h}$  e/o  $L_{picco,C}$ ;
- tempi di attuazione di ogni singola misura;
- funzione aziendale e/o persona incaricata dell'attuazione di ogni singola misura;
- modalità di verifica dei risultati;
- data e risultati della verifica.

La UNI/TR 11347/2010 propone nel dettaglio gli elementi tecnici ed il format con i quali redigere un PARE (Piano Aziendale di Riduzione dell'Esposizione a rumore).

### 2.23 - Quali sono le indicazioni su segnaletica e perimetrazione ?

Gli obblighi dell'art.192, comma 3, intervengono sui luoghi di lavoro in cui potrebbe essere possibile il superamento dei valori superiori di azione e si applicano sulla base dei  $L_{Aeq}$  (e non dei  $L_{EX}$ ) e dei  $L_{picco,C}$  rispettivamente per livelli superiori a 85 dB(A) e/o 137 dB(C).

Si possono verificare le seguenti situazioni tipo:

- il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo alla segnaletica si verifica solo in prossimità di macchine, non interessando altre posizioni di lavoro;
- il superamento dei valori di rumorosità che impongono l'obbligo alla segnaletica si verifica su aree estese, interessando altre postazioni di lavoro.

Nel caso a) si può provvedere a segnalare, mediante l'uso della apposita cartellonistica, le sole macchine.

Nel caso b) occorre segnalare all'ingresso dell'area, contestualmente perimetrando (ad es.: mediante il ricorso a segnaletica orizzontale, non confondibile con altra) e limitando l'accesso al solo personale strettamente necessario a scopi produttivi.

La UNI/TR 11347/2010 propone una metodologia di misurazione per definire il perimetro delle aree da segnalare.

L'impossibilità di procedere alla perimetrazione ed alla limitazione d'accesso deve essere motivata sul Documento di valutazione del rischio.

Si ricorda infine che il segnale di sicurezza per indicare zone in cui  $L_{Aeq} \geq 85$  dB(A) e/o  $L_{picco,C} \geq 137$  dB(C) è il seguente:



### 2.24 - Quali sono degli esempi di ambienti utilizzati come locali di riposo nei quali il rumore deve essere ridotto a un livello compatibile con il loro scopo e con le loro condizioni di utilizzo (art.192, comma 4) ?

Gli esempi più frequenti si ritiene siano associabili a:

- locali o punti di riposo a bordo di pescherecci, traghetti, navi, aerei, bus e camion (questi con doppio autista) che operano su tratte lunghe;
- locali di riposo utilizzati in guardia medica;
- punti/box/locali di riposo/ristoro presenti in azienda.

### 2.25 - A quali obblighi debbono attenersi i datori di lavoro nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center ?

Le linee guida per l'applicazione del Capo II nei settori della musica, delle attività ricreative e dei call center (da intendersi riferite a tutti gli operatori che utilizzano dispositivi di amplificazione auricolare) approvate dalla Conferenza Stato – Regioni il 25/07/2012 sono reperibili all'indirizzo:

[http://www.lavoro.gov.it/SicurezzaLavoro/PrimoPiano/Pages/20120802\\_Linne\\_Guida.aspx](http://www.lavoro.gov.it/SicurezzaLavoro/PrimoPiano/Pages/20120802_Linne_Guida.aspx).

Per quanto riguarda i lavoratori che utilizzano dispositivi uditivi rice-trasmittenti (quali ad es. le cuffie dei DJ delle discoteche o le cuffie dei centralinisti) la valutazione del rischio con misurazioni (nei casi in cui si può fondatamente ritenere il superamento dei valori inferiori di azione) andrà

effettuata secondo le metodologie previste dalla UNI/TR 11450:2012: *“Acustica- Valutazione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro per lavoratori che utilizzano sorgenti sonore situate in prossimità dell'orecchio”*.

## **2.26 - Quando occorre fare la valutazione del rischio ed adottare le misure di prevenzione e protezione nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una ristrutturazione di un luogo di lavoro ?**

La valutazione dei rischi relativa ai luoghi destinati ad ospitare posti di lavoro per l'adozione delle misure di prevenzione e protezione (art.28, comma 1, DLgs. 81/2008, ma anche art.192, comma 1 lettera c), deve essere fatta preventivamente, già a partire dalla fase di progettazione del luogo di lavoro e degli impianti (artt.22 e 64), al fine di eliminare i rischi o, ove ciò non sia possibile, ridurli al minimo in relazione alle conoscenze acquisite in base al progresso tecnico (art.15).

Agli obblighi sanzionati penalmente previsti per il datore di lavoro, di provvedere affinché i luoghi e posti di lavoro siano conformi ai requisiti dell'Allegato IV e dall'art.192, comma 1, lettera b, di scegliere attrezzature di lavoro a minor emissione di rumore, si affianca l'obbligo, anch'esso sanzionato penalmente, dei progettisti dei luoghi e posti di lavoro i quali ai sensi dell'art.22, “rispettano i principi generali di prevenzione in materia di salute e sicurezza sul lavoro al momento delle scelte progettuali e tecniche e scelgono attrezzature, componenti e dispositivi di protezione rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti”.

Per la redazione del Documento di valutazione l'azienda dispone invece di 90 giorni dall'avvio dell'attività produttiva.

## **2.27 - Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui livelli sonori emessi ?**

Gli obblighi dei fabbricanti sono quelli di produrre, vendere, noleggiare e concedere in uso attrezzature di lavoro che siano rispondenti alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti in materia di salute e sicurezza sul lavoro.

In merito al rumore e in sintesi i costruttori hanno l'obbligo di rispettare i seguenti requisiti essenziali di sicurezza (RES):

- 1) la macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti all'emissione di rumore siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della possibilità di mezzi atti a limitare il rumore, in particolare alla fonte (punto 1.5.8 dell'Allegato 1 alla nuova direttiva macchine- DLgs.17/2010);
- 2) la macchina deve essere accompagnata da un'istruzione (nel libretto d'uso e manutenzione) che fornisca almeno le seguenti informazioni (punto 1.7.4):
  - se necessario, prescrizioni di montaggio volte a ridurre il rumore;
  - indicazioni del livello di pressione sonora prodotto dalla macchina se questo supera i 70 dB(A) oppure indicazione se tale livello è inferiore o pari a 70 dB(A);
  - indicazione del valore massimo della pressione acustica istantanea nei posti di lavoro se supera 130 dB(C);
  - indicazioni del livello di potenza acustica emesso dalla macchina se il  $L_{Aeq}$  supera gli 80 dB(A).Quando si tratta di una macchina di grandissime dimensioni l'indicazione del livello di potenza acustica è sostituito dall'indicazione dei livelli di pressione acustica continui equivalenti in appositi punti intorno alla macchina.

## **2.28 - In quali realtà lavorative può essere utile ricorrere alla semplificazione proposta dall'art.191 del DLgs.81/2008 ?**

In questa situazione ricadono quelle attività non contraddistinte da modalità espositive costanti né nell'arco delle giornate né in quella settimanale, tali per cui la ricerca delle situazioni ricorrenti a massimo rischio o la determinazione dei valori espositivi su base statistica si rivelerebbe oltremodo faticosa e dispendiosa a fronte di un risultato prevedibilmente elevato.

Potrebbero ad esempio ricadervi:

- lavoratori operanti in cantieri temporanei o mobili con attività molto diversificate (poco specializzate) e/o con uso apprezzabile (almeno una decina di giornate/anno) di macchine rumorose;
- lavoratori operanti nel settore dell'agricoltura ove si effettuino lavorazioni diversificate con ciclicità annuale e caratterizzate da periodi (almeno una decina di giornate/anno) ad elevata esposizione a rumore (es.: lavorazioni con macchine agricole);
- lavoratori dell'industria di trasformazione agro-alimentare collegate all'agricoltura (cantine, aziende per la lavorazione della verdura o della frutta ...);
- addetti lavorazioni del legno che prevedono l'impiego di macchine rumorose per produzioni che si svolgono di rado, ma almeno per una decina di giornate/anno;
- addetti del comparto delle fonderie di seconda fusione con produzioni di getti "fuori serie";
- lavoratori di aziende di servizio che impiegano martelli demolitori o mole da taglio per tracciatura d'impianti con frequenza modesta e variabile nel tempo.

## **2.29 – Quali sono le ricadute del rischio rumore sulla cooperazione e coordinamento con le imprese in contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione sui DUVRI ?**

In riferimento al Capo II, il datore di lavoro committente **nel promuovere la cooperazione e il coordinamento delle misure di prevenzione con le imprese con le quali attiva un contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione, nel redigere nei casi previsti il documento unico di valutazione dei rischi interferenti (DUVRI)** di cui all'art.26 del DLgs.81/2008, terrà conto dei rischi per i lavoratori relativamente all'esposizione a rumore e dovrà individuare le misure di prevenzione e protezione da adottarsi per ridurre al minimo i rischi derivanti dalle possibili interferenze (coordinamento delle diverse attività, limitazione della durata delle esposizioni, impiego DPI, etc...) ad esempio indicando i luoghi di lavoro dove i lavoratori potrebbero essere esposti a rumori che superano i livelli inferiori di azione e precisando le misure di prevenzione e protezione da adottarsi (momenti nei quali si verificano le interferenze, loro limitazione o attenuazione, esigenze di impiego dei DPI-uditivi, di formazione/informazione, di controllo sanitario, ...).

## **2.30 - Quali sono i casi in cui il comma 5-bis dell'art.190 può essere correttamente utilizzato ?**

Il comma 5-bis dell'art.190 del DLgs.81/2008 può essere utilizzato in tutte le situazioni in cui occorra disporre di una previsione dei livelli di rumore e si è nell'impossibilità di misurarli.

Si osservi che le banche dati di cui si tratta sono relative ai valori di emissione e non a quelli di esposizione.

Il caso più proprio di corretto utilizzo delle banche dati previste in questo comma è quello in fase di redazione del PSC in quanto non essendo note le aziende che interverranno nel cantiere non è possibile utilizzare i livelli di rumore delle specifiche valutazioni del rischio rumore. Altri utilizzi pertinenti sono per prevedere quali livelli di rumore saranno presenti nel caso di un nuovo insediamento produttivo o di una sua ristrutturazione e per escludere la necessità di effettuare misurazioni o giustificare la mancanza di una valutazione approfondita.

Sono viceversa utilizzi normalmente errati quando il ricorso alle banche dati avviene per redigere il POS (ogni azienda, anche edile, deve disporre dei dati misurati della rumorosità delle proprie attrezzature) e il DUVRI (in quanto il committente si interfaccia con aziende definite, che debbono disporre dei dati misurati della rumorosità delle proprie attrezzature).

### 3) Sul Capo III del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Vibrazioni

#### 3.01 - Cosa si intende per “valori limite di esposizione su periodi brevi” di cui all’art.201 del DLgs.81/2008 ?

I valori limite di esposizione su periodi brevi ( $20 \text{ m/s}^2$  per il mano-braccio: HAV e  $1,5 \text{ m/s}^2$  per il corpo intero: WBV) sono valori che puntano a ridurre i rischi indiretti di infortunio e sono desunti dalle prime versioni della direttiva comunitaria sulla esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (le proposte di Direttiva 93/C77/02 e 94/C230/03).

Per quanto affermato dalle suddette direttive e dalle norme tecniche di riferimento (UNI EN ISO 5349-1 e UNI EN ISO 5349-2 per HAV, e UNI ISO 2631-1 per WBV) i valori limite di esposizione su periodi brevi non possono che essere valori r.m.s.

In attesa di ulteriori approfondimenti di natura tecnico-normativa si fornisce l’indicazione che i valori limite di esposizione su periodi brevi vadano confrontati con misure eseguite nelle condizioni operative che determinano la massima esposizione reale nelle condizioni di lavoro, con tempi di acquisizione non inferiori ad 1 minuto e non superiori a 3 minuti.

Essendo i valori limite di esposizione su periodi brevi strettamente connessi ai valori di emissione delle attrezzature di lavoro, qualora questi siano superati si deve ricorrere a modalità alternative di lavorazione o a soluzioni tecnologiche (attrezzature di lavoro) concretamente (tecnicamente) disponibili sul mercato che producono il minore livello possibile di vibrazioni.

#### 3.02 - Cosa caratterizza il personale qualificato che deve garantire la valutazione e la misurazione ?

Il personale qualificato risulta tale se in grado di effettuare la valutazione del rischio sulla base dei requisiti previsti dall’art.202 e di redigere una relazione tecnica completa ed esaustiva secondo i requisiti imposti dal DLgs.81/2008.

I requisiti di carattere generale che si intende debba possedere il “personale qualificato” sono quelli definiti al **Punto 1.05**.

Nello specifico per quanto riguarda il rischio da esposizione a vibrazioni si suggerisce di giudicare il personale qualificato in termini di competenza nell’applicare le norme di buona prassi, conoscenza delle tecniche e metodi di misura, conoscenza e capacità di utilizzo della strumentazione adeguata secondo i requisiti previsti dall’art.202 e dalle norme tecniche di riferimento quali UNI ISO 2631-1:2008 e UNI EN ISO 5349:2004.

#### 3.03 - Cosa significa per chi fa la valutazione del rischio il “tener conto..... dei lavoratori particolarmente sensibili alle vibrazioni” ?

Si veda quanto indicato al **Punto 2.03**

#### 3.04 - Il Capo III del Titolo VIII del DLgs.81/2008 si applica anche alle lavorazioni manuali ?

Sì. Dal punto di vista giuridico nulla nella legge limita il campo di applicazione del Capo III del Titolo VIII del DLgs 81/2008 su questo versante, che si applica tanto ai casi nei quali gli operatori ricevono l’energia meccanica dal pezzo in lavorazione quanto al caso in cui l’energia entra al sistema mano-braccio dall’impugnatura di utensili manuali.

Dal punto di vista della valutazione del rischio queste situazioni ammettono tuttavia approcci diversificati in relazione ai possibili effetti attesi.

Nel primo caso la valutazione si incentra in primo luogo sulla determinazione dell’A(8).

Nel secondo caso, ove invece prevale l'effetto in termini di sovraccarico biomeccanico dell'arto superiore, vuoi per la scarsa efficacia di A(8) a descrivere la pericolosità di un fenomeno tipicamente impulsivo, vuoi per la scarsa disponibilità attuale di dati sperimentali, paiono più indicati percorsi valutativi basati sui metodi che rilevano tali effetti (come ad esempio, la check-list OCRA o la check-list OSHA).

### **3.05 - Come deve essere eseguita la valutazione del rischio vibrazioni nelle aziende che non hanno esposti al di sopra del valore d'azione ?**

La valutazione del rischio di esposizione a vibrazioni deve sempre iniziare identificando i pericoli mediante:

- la ricognizione delle attrezzature e dei mezzi che possono comportare un rischio da vibrazioni;
- la ricognizione, attraverso i libretti di manutenzione e d'uso, di indicazioni sulle vibrazioni;
- la valutazione dei tempi di esposizione mediante l'osservazione dei metodi di lavoro.

L'analisi degli elementi indicati permette di fornire una prima risposta al requisito della valutazione previsto all'articolo 202 comma 5 del DLgs.81/2008 della necessità di tener conto di "livello, tipo e durata dell'esposizione": solo da risultati che dimostrano palesemente esigui i fattori considerati è possibile terminare la valutazione del rischio con il ricorso alla "giustificazione" (indicativamente si considerino valori di A(8) al di sotto di  $1 \text{ m/s}^2$  per HAV e  $0,25 \text{ m/s}^2$  per WBV).

La "giustificazione" deve riportare le evidenze dei fattori considerati e deve essere inserita nel Documento di valutazione così come previsto dal comma 3 dell'articolo 181 del DLgs.81/2008.

Qualora non sia possibile escludere la presenza di un rischio di esposizione dei lavoratori è necessario continuare il processo di valutazione del rischio secondo quanto previsto all'articolo 202.

### **3.06 - Ai fini della valutazione del rischio quando è ammissibile ricorrere ai dati misurati sul campo della banca dati vibrazioni (BDV) e come bisogna utilizzare tali dati ?**

La valutazione del rischio nel caso si tratti di vibrazioni mano – braccio richiede la conoscenza dell'accelerazione emessa da quella specifica macchina nelle condizioni operative di impiego e con i materiali abitualmente lavorati. Per l'esposizione a vibrazioni al corpo intero le variabili normalmente da considerare sono il tipo di fondo (più o meno irregolare), lo stile di guida (velocità d'utilizzo), l'eventuale attrezzo collegato al veicolo (ad esempio l'attrezzo attaccato alla presa di forza di un trattore) ed il sedile.

Pertanto si dovranno utilizzare i dati rilevati sul campo della BDV, consultabile sul sito [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it) solo se ci si trova in condizioni espositive sostanzialmente analoghe a quelle descritte (stesso utensile/macchina nelle stesse condizioni operative) e comunque solo nei termini ammessi dagli autori della BDV stessa. I valori presenti nella BDV non considerano condizioni estreme (es.: piazzali molto sconnessi) e sono riferiti ad attrezzature soggette ad un programma di manutenzione adeguato, cui si richiede di sottoporre le attrezzature e le macchine.

Qualora si ritrovino più valori di accelerazione misurati nelle condizioni in esame si suggerisce cautelativamente di utilizzare i valori più elevati.

Infine si sottolinea che ai fini della valutazione del rischio è necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, modalità di prensione degli utensili, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 punto 5, che possono essere valutati solo tramite osservazione diretta delle condizioni di lavoro in campo.

### 3.07 - Ai fini della valutazione del rischio quando è ammissibile ricorrere ai dati dei fabbricanti e come bisogna utilizzare tali dati ?

L'art.202, comma 2, del DLgs.81/2008 stabilisce che la determinazione dei livelli di esposizione a vibrazioni possa essere effettuata utilizzando i dati rilevati sul campo presenti nelle banche dati di Regioni o ISPESL (oggi INAIL) o, in loro assenza, i dati dei fabbricanti ovvero mediante misurazioni (che resta comunque il metodo di riferimento).

Premesso che i dati forniti dai fabbricanti non vanno utilizzati se:

- il macchinario non è usato in maniera conforme a quanto indicato dal costruttore;
- il macchinario non è in buone condizioni di manutenzione;

per l'utilizzo dei dati forniti dai fabbricanti si procede come segue:

#### 1) Esposizioni HAV

Se il libretto di istruzioni fornito dal fabbricante è stato redatto in conformità a normative tecniche di non recente emanazione, e quindi riporta un unico valore di vibrazioni senza alcun coefficiente moltiplicativo che consenta di stimare i dati in campo a partire dai dati di certificazione, il dato certificato va moltiplicato per i fattori correttivi (compresi fra 1 e 2) forniti dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350:2014. Questo documento contiene opportuni fattori moltiplicativi che consentono, per quelle tipologie di utensili immessi sul mercato prima dell'entrata in vigore della nuova Direttiva Macchine (Direttiva 2006/42/CE, recepita in Italia con DLgs.17/2010), la stima dei livelli di esposizione riscontrabili nelle reali condizioni d'impiego a partire dai dati di emissione dichiarati nei libretti di istruzioni.

Qualora al contrario il libretto di istruzioni fornito dal fabbricante sia stato redatto in conformità alle più recenti normative tecniche in conformità alla nuova Direttiva Macchine, esso conterrà:

- il valore totale di vibrazioni cui è esposto il sistema mano-braccio quando superi i  $2,5 \text{ m/s}^2$ , segnalando se tale valore non supera  $2,5 \text{ m/s}^2$ ;
- l'incertezza della misurazione
- i coefficienti moltiplicativi che consentono di stimare i dati in campo a partire dai dati di certificazione.

In questo caso pertanto la procedura corretta ai fini della determinazione del livello di esposizione consiste in:

- a) individuare tra le condizioni operative di impiego elencate nel libretto di istruzioni ed uso quelle effettivamente adottate nelle lavorazioni oggetto di valutazione del rischio vibrazioni;
- b) effettuare la somma del valor medio e dell'incertezza estesa dichiarati dal produttore per le condizioni operative da valutare, ed utilizzare il risultato della somma ai fini del calcolo di  $A(8)$ , ignorando i dati forniti dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350.

In entrambi i casi, in presenza di dati forniti dal fabbricante nella forma generica " $a_w < 2,5 \text{ m/s}^2$ ", si suggerisce cautelativamente di utilizzare il valore  $2,5 \text{ m/s}^2$  moltiplicato per l'opportuno fattore correttivo fornito dal rapporto tecnico UNI CEN/TR 15350, ovvero a procedere con misurazione strumentale in campo.

#### 2) Esposizioni WBV

Per le esposizioni WBV vanno applicati i fattori correttivi per le differenti condizioni di impiego qualora essi siano indicati sul libretto di istruzioni ed uso fornito dal fabbricante. Si ricorda che i valori di certificazione forniti dai fabbricanti sono riferiti ad attrezzature in buone condizioni di manutenzione per cui si raccomanda di sottoporre ad un programma di manutenzione adeguato le attrezzature. In particolare, i dati dichiarati dal fabbricante non sono rappresentativi della reale esposizione WBV in campo se:

- a) i sedili sono rotti o in cattive condizioni di manutenzione (molle, imbottitura);
- b) i sedili regolabili in peso non sono regolati in maniera adeguata dal lavoratore o se il sistema di regolazione è rotto;



c) gli pneumatici e gli ammortizzatori non sono in buone condizioni di manutenzione.

Infine si sottolinea che ai fini della valutazione del rischio è necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture, modalità di prensione degli utensili, modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 punto 5, che possono essere valutati solo tramite osservazione diretta delle condizioni di lavoro in campo.

### **3.08 - Ai fini della valutazione del rischio, quando occorre misurare l'esposizione alle vibrazioni ?**

La misurazione dei valori di accelerazione relativi alle diverse fasi lavorative eseguite nell'ambito della propria attività va eseguita quanto meno in tutti quei casi in cui non sia possibile utilizzare i dati reperibili nella BDV o i dati di certificazione.

Per le stime di rischio effettuate mediante misurazione in campo, fermo restando che esse vanno effettuate da personale qualificato con attrezzature e metodologie adeguate, si ricorda che queste rappresentano una stima più precisa dell'effettiva esposizione del lavoratore a patto che l'incertezza della misura sia opportunamente controllata e statisticamente documentata mediante serie di misure ripetute nelle differenti condizioni di impiego del macchinario. In tali condizioni le misurazioni costituiscono il metodo di riferimento, anche in caso di contenzioso.

La misurazione delle vibrazioni serve anche per verificare se il programma di manutenzione del parco macchine (es.: sedili, ammortizzatori, attrezzi di lavoro collegati) è efficace e nel caso ridefinirne programmazione e specificità.

Si ricorda infine che la sola misurazione dell'esposizione, per quanto accurata e precisa, non è di per sé un indicatore esaustivo del rischio vibrazioni, in quanto, ai fini della valutazione del rischio, è sempre necessario prendere in esame anche altri fattori, quali posture e modalità espositive che concorrono all'incremento del rischio, di cui all'art.202 punto 5, tramite osservazione diretta delle condizioni di lavoro.

### **3.09 - Quale strumentazione deve essere utilizzata per le misurazioni e quali requisiti di qualità deve rispettare ?**

La strumentazione deve essere conforme a quanto richiesto dalle norme UNI EN ISO 5349-1:2004 e UNI EN ISO 5349-2:2004 per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV), e UNI ISO 2631-1:2008 per le vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV) ed alle norme tecniche ivi richiamate.

La strumentazione deve essere calibrata prima e dopo ogni serie di misure con un calibratore conforme alla norma UNI EN ISO 8041:2005. Le tarature devono avvenire presso laboratori **LAT (Laboratori di Taratura del sistema ACCREDIA)** o EA (European Cooperation for Accreditation), con periodicità almeno biennale.

### **3.10 - Alla luce delle indicazioni del DLgs.81/2008 come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?**

Premesso che le modalità di presentazione dei risultati della valutazione delle vibrazioni sono assolutamente libere, a seguito si fornisce uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica basato sul presupposto che ogni azienda debba valutare il rischio e che con una o più delle 3 modalità indicate dal DLgs.81/2008 (giustificazione, stima, misura) classifichi tutti i propri occupati nelle diverse fasce che il decreto propone.

Si consideri poi che la Relazione Tecnica dovrà prevedere due Capitoli distinti, uno per HAV e l'altro per WBV pur con contenuti sostanzialmente analoghi.



La Relazione Tecnica, così come il processo valutativo, dovrà sempre iniziare identificando le sorgenti (attrezzature/macchine) di vibrazioni con le relative modalità d'uso e gli esposti e indicare il nominativo e la qualificazione della persona che ha redatto la relazione tecnica ed effettuato la valutazione del rischio.

**Dovranno poi essere indicate le condizioni espositive (lavorazioni/sorgenti e tempi di esposizione) riferite alla giornata/giornata ricorrente a massimo rischio oggetto di valutazione.**

La valutazione che si conclude con la “giustificazione” di mancati ulteriori approfondimenti dovrà riportare la lista di controllo o la modalità gestionale utilizzata.

Se la determinazione dei livelli di esposizione al rischio è avvenuta a partire dai dati misurati sul campo ed inseriti nella BDV oltre alla fonte (**ad oggi una sola e reperibile all'indirizzo [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)**) dovrà riportare:

- ✓ nel caso HAV: l'attrezzatura, l'utensile ed il supporto cui la misura utilizzata fa riferimento;
- ✓ nel caso WBV: la macchina o attrezzatura, il tipo di sedile, le condizioni del fondo, l'attrezzo eventualmente utilizzato e la velocità d'utilizzo cui la misura utilizzata fa riferimento.

La determinazione dei livelli di esposizione al rischio avvenuta a partire dai dati forniti dai fabbricanti dovrà riportare:

- ✓ il dato indicato dal fabbricante;
- ✓ il fattore correttivo utilizzato.

La determinazione dei livelli di esposizione al rischio avvenuta a partire da misure condotte sulle proprie macchine/attrezzature dovrà riportare:

- ✓ indicazioni sulla strumentazione utilizzata (marca, modello, taratura);
- ✓ una tabella riportante per ogni rilievo strumentale, marca e modello dell'attrezzatura di lavoro, le condizioni di utilizzo dell'attrezzatura da parte dell'operatore, le condizioni di lavoro durante le quali la misura è stata effettuata, le condizioni e la durata della misura, l'errore associato ad ogni misura.

La Relazione si concluderà con l'attribuzione dell'A(8) a ciascuno dei lavoratori “non giustificati”, con la loro classificazione nelle fasce previste dal DLgs.81/2008 (i “giustificati”, gli esposti a meno del valore d'azione, gli esposti oltre il valore d'azione), con gli elementi richiesti dall'art.202 comma 5 (tra i quali ricordiamo: la presenza di esposizione a vibrazioni intermittenti o a urti ripetuti; gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza e salute dei lavoratori risultanti da interazioni con il rumore, l'ambiente di lavoro o altre attrezzature; condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature, il bagnato, l'elevata umidità o il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide) e con le indicazioni specifiche per la riduzione del rischio in applicazione dell'art.203 compresa l'indicazione dell'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni.

Le eventuali carenze della Relazione Tecnica andranno successivamente superate nel Documento di valutazione del rischio; si raccomanda pertanto ai Datori di lavoro (responsabili del processo di valutazione) di esplicitare con chiarezza il mandato al personale qualificato (particolarmente se esterno) e di verificarne i contenuti della prestazione.

### **3.11 – Quali elementi informativi devono essere presenti nel programma delle misure tecniche e organizzative ex art.203, comma 1, quando si superano i 2,5 o gli 0,5 m/s<sup>2</sup>?**

Il programma delle misure tecniche ed organizzative ex art.203, comma 1, deve essere presente nel Documento di valutazione di tutte le aziende che hanno esposti al di sopra dei valori di azione.

Come prima indicazione si consiglia che contenga almeno i seguenti elementi:

- elenco delle attività per le quali vi è il superamento dei valori di azione, descritti tanto con i livelli di accelerazione presenti che per i tempi di esposizione a tali livelli;

- misure tecniche e/o organizzative che si intendono adottare;
- risultati attesi a seguito delle suddette misure in termini di A(8);
- tempi di attuazione di ogni singola misura;
- funzione aziendale e persona incaricata dell'attuazione della singola misura;
- modalità di verifica dei risultati;
- data e risultati della verifica.

### **3.12 - Informazione e formazione; quando e con quali contenuti ?**

L'obbligo da parte del Datore di lavoro di provvedere alla informazione/formazione dei lavoratori esposti a rischi derivanti da agenti fisici, come definiti all'art.180 (comprese le vibrazioni), è previsto dall'art.184. Nel caso delle vibrazioni, diversamente dal rischio rumore, il Capo III non collega tale obbligo al superamento di predeterminati valori di esposizione.

Si fornisce pertanto l'indicazione che l'obbligo della informazione/formazione degli esposti a vibrazioni debba concretizzarsi quando la valutazione dei rischi non può concludersi con la cosiddetta "giustificazione" di non dover effettuare una valutazione dei rischi più dettagliata.

Sulla base delle norme generali contenute nel Titolo I e VIII del DLgs.81/08 si richiede che i lavoratori esposti a vibrazioni ricevano informazioni ed una formazione adeguata con particolare riguardo:

- a) ai risultati della valutazione e delle misurazioni delle vibrazioni;
- b) al significato dei valori limite di esposizione e dei valori d'azione;
- c) alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- d) alle misure adottate volte ad eliminare o a ridurre al minimo i rischi;
- e) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione per la salute;
- f) all'uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie;
- g) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto ad una sorveglianza sanitaria;
- h) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione.

Se il fornire informazioni ai lavoratori è importante per renderli consapevoli dei rischi a cui sono esposti e coinvolgerli nell'attuazione delle soluzioni finalizzate alla prevenzione e alla riduzione degli stessi, la formazione e in particolare l'addestramento sono indispensabili per garantire che gli interventi preventivi, sia tecnici che procedurali, diano gli esiti voluti quando questi dipendono in larga misura da fattori soggettivi e comportamentali.

Le tecniche di lavoro del singolo operatore possono influenzare il grado di assorbimento delle vibrazioni: un'attrezzatura in cattive condizioni o usata in modo errato richiede uno sforzo maggiore e quindi una maggiore esposizione da parte dell'utilizzatore.

L'addestramento è necessario per spiegare quale è l'attrezzatura e l'utensile più adatto per un certo lavoro e qual è il modo migliore per utilizzarli così da evitare o contenere le vibrazioni.

Analogamente è indispensabile saper rilevare quando un utensile ha bisogno di manutenzione e di equilibratura, quando utilizzare i DPI, come deve essere organizzato in modo ergonomico il posto di lavoro, quale postura è più opportuna, quali sintomi o disturbi segnalare al medico competente.

La formazione su questi aspetti necessita di metodi che vanno oltre gli interventi di aula, quali la simulazione in campo, l'accostamento con colleghi esperti, la verifica strumentale, la formulazione di istruzioni operative per ogni lavorazione o macchina che espone a rischio.

I principali soggetti coinvolti in questa opera sono l'R-SPP e il MC che dovranno avere cura di attivare questi interventi rivolti ai lavoratori esposti particolarmente all'assunzione, in occasione del cambio di mansione, dell'assegnazione di una nuova attrezzatura di lavoro, dell'introduzione di interventi tecnici organizzativi o procedurali volti alla riduzione dei rischi, della consegna dei DPI e nel corso degli accertamenti sanitari.

### **3.13 - Quando estendere il controllo sanitario al di sotto dei valori di azione ?**

All'art.204 comma 2 del DLgs. 81/08 viene detto che i lavoratori esposti a vibrazioni meccaniche a livelli inferiori a quelli di azione possono essere altresì sottoposti a sorveglianza sanitaria, a giudizio del medico competente, quando si verificano una o più delle seguenti condizioni, ossia che vi sia un probabile nesso causale tra l'esposizione a vibrazioni e la malattia o gli effetti nocivi, al fatto che questi possano sopraggiungere nelle condizioni di lavoro e che possano inoltre essere individuati dalle tecniche sperimentate esistenti.

In tal modo viene resa possibile al medico competente l'attuazione di accertamenti sanitari mirati nei confronti dei lavoratori esposti a vibrazioni anche al di sotto dei valori di azione se, ad esempio, questi prestano la loro attività lavorativa in presenza delle condizioni di lavoro particolari di cui alla lettera h) del comma 5 dell'art.202, ossia che espongono a basse temperature, al bagnato, all'elevata umidità o al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e del rachide.

### **3.14 - A quali condizioni può essere concessa deroga da parte delle ASL al rispetto dei valori limite consentendo il calcolo del livello di esposizione su base settimanale (A(40)) anziché giornaliero (A(8)), come da art.205, comma 2 ?**

Le condizioni previste dall'art.205 per l'ottenimento della deroga al rispetto dei Valori limite di esposizione sono:

1. l'esposizione a vibrazioni meccaniche (A(8)) deve essere abitualmente inferiore ai valori di azione, tanto per HAV quanto per WBV;
2. il superamento dei valori limite di esposizione deve essere occasionale;
3. il valore dell'esposizione calcolata su un periodo di 40 ore A(40) deve risultare inferiore ai valori limite;
4. si deve poter dimostrare con elementi probanti che i rischi derivanti dal tipo di esposizione sono inferiori a quelli derivanti dal livello di esposizione corrispondente ai valori limite di esposizione;
5. si deve provvedere all'intensificazione della sorveglianza sanitaria;
6. occorre comunque operare per ridurre al minimo i rischi, tenuto conto delle particolari circostanze;

Tali condizioni fanno quindi riferimento ad attività/mansioni che non comportano normalmente una significativa esposizione occupazionale a vibrazioni e che possono determinare situazioni espositive non consuete, fortuite, che non fanno parte del normale ciclo di lavoro, in cui l'A(8) può superare i valori limite.

### **3.15 - Quali sono gli obblighi dei fabbricanti delle attrezzature di lavoro in merito alla riduzione al minimo del rischio ed alla informazione sui valori di vibrazioni emessi ?**

Gli obblighi dei fabbricanti (che la legge associa a quelli dei fornitori) sono di produrre, vendere, noleggiare e concedere in uso attrezzature di lavoro che siano rispondenti alle vigenti disposizioni legislative e regolamentari in materia di salute e sicurezza sul lavoro.

In generale i costruttori debbono immettere sul mercato attrezzature che rispettino i RES dell'allegato 1 della **nuova direttiva macchine (recepita in Italia con il DLgs.17/2010) e "non pregiudicano la sicurezza e la salute delle persone e, all'occorrenza, degli animali domestici o dei beni, quando sono debitamente installate, mantenute in efficienza e utilizzate conformemente alla loro destinazione o in condizioni ragionevolmente prevedibili".**

In merito alle vibrazioni e in sintesi i costruttori hanno l'obbligo di far sì che:

- la macchina sia progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni emesse siano ridotti al livello minimo, in particolare alla fonte, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi (punto 1.5.9 di Allegato 1 della nuova direttiva macchine);
- il sedile deve essere progettato per ridurre le vibrazioni al livello più basso ragionevolmente possibile (punto 1.1.8.);
- nelle istruzioni per l'uso vanno infine indicate (punto 3.6.3.1.), precisando l'incertezza di misura:
  - per HAV il valore di  $a_{wsum}$  quando superi  $2,5 \text{ m/s}^2$ ; se tale livello è inferiore o pari a  $2,5 \text{ m/s}^2$ , occorre indicarlo;
  - per WBV il valore di  $a_{wmax}$  quando superi  $0,5 \text{ m/s}^2$ ; se tale livello è inferiore o pari a  $0,5 \text{ m/s}^2$ , occorre indicarlo.

### 3.16 - Come interpretare le deroghe previste dal comma 3 dell'art.306 ?

L'art.306, comma 3, secondo periodo, del DLgs.81/2008 evidenzia che la deroga all'obbligo del rispetto dei valori limite di esposizione (fino al 6 luglio 2010) vale esclusivamente per le attrezzature di lavoro, messe a disposizione dei lavoratori anteriormente al 6 luglio 2007, per le quali risulti comprovato che non è possibile il rispetto dei valori limite di esposizione tenuto conto del progresso tecnico (vale a dire che sono state acquistate secondo lo stato dell'arte di quel momento) e delle misure organizzative (effettivamente) messe in atto. Le misure organizzative messe in atto devono essere quelle concretamente attuabili.

L'art.306, comma 3, del DLgs.81/2008 al terzo periodo proroga l'entrata in vigore dell'obbligo del rispetto del valore limite di esposizione alle vibrazioni per il settore agricolo forestale al 6 luglio 2014, fermo restando che sia comprovata l'impossibilità in relazione al progresso tecnico ed alle misure organizzative concretamente attuabili. Tutti gli altri obblighi previsti dal Capo III sono comunque in vigore.

### 3.17 - Nella valutazione dell'esposizione a vibrazioni meccaniche si deve tenere conto dell'incertezza delle misure ?

A differenza di quanto previsto per la valutazione del rischio rumore, nel Capo III non è esplicitamente richiesto al datore di lavoro di "tenere conto dell'incertezza delle misure determinate secondo la prassi metrologica".

La stima dell'incertezza rappresenta tuttavia un elemento importante di qualsiasi misura strumentale, e pertanto pare opportuno che se ne tenga conto conformemente a quanto prescritto dalla buona prassi metrologica e quindi anche della misura di vibrazioni meccaniche. In assenza di una determinazione analitica dell'incertezza, si può considerare, secondo quanto riportato nella UNI EN ISO 5349-2, che l'incertezza sul valore di  $A(8)$  per esposizioni HAV sia almeno dell'ordine del 20% del valore calcolato. Si ritiene che questo valore possa essere utilizzato anche per l'incertezza da associare al valore di  $A(8)$  per esposizioni WBV.

In ambito prevenzionistico l'informazione sull'incertezza rappresenta un elemento importante nel perseguire l'identificazione della corretta fascia di rischio dei lavoratori allo scopo di mettere in atto le adeguate misure di prevenzione del rischio e protezione degli esposti. Si suggerisce pertanto di tenerne conto conformemente a quanto prescritto dalla buona prassi metrologica, e quindi, mutuando l'analogo criterio stabilito per l'esposizione al rumore nella UNI 9432:2011, sommando l'incertezza estesa al valore di  $A(8)$  calcolato (vedi **Punto 2.08**).

Nel caso vengano utilizzati i valori di accelerazione ottenuti dai fabbricanti o dalla Banca Dati Vibrazioni, essi già contengono l'incertezza estesa. Pertanto il valore di  $A(8)$  calcolato a partire da questi dati va utilizzato tal quale per il confronto con il valore limite di esposizione.

**3.18 - Cosa significa quanto indicato all'art.202, comma 2 che "... la misurazione ... resta comunque il metodo di riferimento." per la determinazione dei livelli di esposizione ?**

L'art.202, comma 2, del DLgs.81/2008 stabilisce che la determinazione del livello di esposizione al rischio possa essere effettuata utilizzando i dati rilevati sul campo presenti nelle banche dati di Regioni o ISPESL (oggi INAIL) o, in loro assenza, i dati dei fabbricanti ovvero mediante misurazioni, "...che resta comunque il metodo di riferimento".

Nel processo di valutazione del rischio la determinazione del livello di esposizione mediante stima (nell'ordine: dalla banca dati o dai dati dei fabbricanti) è legalmente accettabile e può quindi essere una procedura alternativa alla misurazione se correttamente rappresentativa delle condizioni espositive in esame, ovvero se realizzata con le modalità indicate in questo documento.

Il fatto che la misurazione costituisca il metodo di riferimento significa che, in casi dubbi o controversi o che abbisognano di particolare precisione nel calcolo del livello di esposizione, in luogo di una stima effettuata con dati rilevati dalle banche dati previste per legge (ad oggi, solo quella presente sul Portale Agenti Fisici: [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)) o con i dati dei fabbricanti (secondo le indicazioni del **Punto 3.07**), dovrà essere eseguita la misura della vibrazione sulla specifica attrezzatura utilizzata.

Come principali situazioni che richiedono la misurazione si indicano:

- situazioni espositive nelle quali, non potendo giustificare, non sono disponibili né dati pertinenti in banca dati né valori forniti dal fabbricante;
- attrezzature di lavoro per le quali i dati del fabbricante siano in palese disaccordo con (sottostimano) i dati misurati riportati in banca dati;
- attrezzature di lavoro i cui libretti di istruzione riportino valori di accelerazione senza riferirsi ad alcuna normativa CEN o a normativa CEN non pertinente al macchinario stesso;
- contenziosi sull'attendibilità dei livelli di esposizione;
- valutazione dei livelli di esposizione per indagini su presunte malattie professionali.

## 4) Sul Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 – Campi elettromagnetici

La direttiva 2013/35/UE ha abrogato la precedente direttiva 2004/40/CE, introducendo nuove disposizioni per la protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai campi elettromagnetici ancora ispirate alle linee guida dell'ICNIRP<sup>3</sup>. Il termine di recepimento della nuova direttiva è il 1 luglio 2016, ed entro tale data il legislatore dovrà procedere alla modifica delle disposizioni di cui al Capo IV provenienti dalla direttiva abrogata.

La nuova direttiva introduce profonde innovazioni per quel che riguarda la protezione dalle esposizioni ai campi in bassa frequenza e incide in maniera più limitata sul quadro delle disposizioni per la protezione dai campi in radiofrequenza e microonde. Le innovazioni sono di notevole complessità e non è possibile allo stato, in assenza del provvedimento di recepimento italiano e della pubblicazione delle guide pratiche previste all'art.14 della direttiva, fornire indicazioni operative aderenti ai requisiti della nuova direttiva.

In questo contesto, nelle more del recepimento della nuova direttiva, permanendo la necessità di indicazioni operative, suscettibili di perfezionamento, che orientino gli attori aziendali della sicurezza ad una risposta corretta all'esigenza di valutazione del rischio comunque prevista dagli artt.28 e 181 del DLgs.81/2008, si è scelto di continuare a riferirsi ai principi e concetti del Capo IV, che sono coerenti con i principi della nuova Direttiva 2013/35/UE, segnalando alcuni elementi della stessa quando opportuno.

### 4.01 - Da quando il Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 è pienamente in vigore ?

Come già evidenziato al **Capitolo 1**, il Capo IV è privo di effetti vincolanti e non entrerà mai in vigore nella formulazione attuale.

Si sottolinea tuttavia il principio generale di cui all'art.28 del Testo Unico 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 a campi elettromagnetici, in relazione ai quali esiste quindi l'obbligo (sanzionabile) alla valutazione ed all'identificazione delle misure preventive e protettive per minimizzare il rischio.

In pratica e per quanto riguarda i compiti di vigilanza, fino al recepimento della nuova direttiva resteranno validi, richiedibili e sanzionabili solamente i principi generali affermati nel Titolo I e nel Capo I del Titolo VIII.

---

<sup>3</sup> I documenti dell'International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) pertinenti alle presenti indicazioni operative sono i seguenti:

- Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz). Health Physics 1998; 74: 494-522.
- Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Physics 96(4):504-514; 2009.
- Guidance on determining compliance of exposure to pulsed and complex non-sinusoidal waveforms below 100 kHz with ICNIRP guidelines. – Health Physics, March 2003, Volume 84,(3).
- Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). Health Physics 2010; 99: 818-836.

#### 4.02 - Quali sono gli effetti sulla salute e sulla sicurezza che si vogliono prevenire ?

Le misure previste dall'attuale versione del Titolo VIII del DLgs.81/2008 sono specificamente mirate alla protezione dagli effetti certi che hanno una ricaduta in termini sanitari (*“rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, e da correnti di contatto”*). Si tratta degli effetti conosciuti di tipo deterministico, di cui cioè esiste, ed è stata definita, una soglia di insorgenza, e la cui gravità può variare in funzione dell'intensità dell'esposizione (DLgs.81/2008, art.206 comma 1). Invece, la norma non riguarda la protezione da eventuali effetti a lungo termine, per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità, né i rischi conseguenti al contatto con i conduttori in tensione (art.206, comma 2) questi ultimi già coperti dalle norme per la sicurezza elettrica.<sup>4</sup>

La circolazione di correnti indotte è essenzialmente connessa ai CEM a bassa frequenza (fino a 10 MHz), e può indurre vari effetti avversi di stimolazione elettrica principalmente a carico del sistema cardiovascolare (aritmie, fibrillazione, asistolia, ecc.) e nervoso (contrazione neuromuscolare, induzione di lampi luminosi nel campo visivo noti come magnetofosfeni, o altri).<sup>5</sup>

L'assorbimento di energia è connesso ai CEM a frequenze oltre i 100 kHz e può causare un riscaldamento localizzato di organi e tessuti o uno stress termico generalizzato; gli effetti avversi più rilevanti sono le ustioni, il colpo di calore, la cataratta e la sterilità maschile temporanea.

Invece, le correnti di contatto sono quelle che fluiscono al contatto di un individuo con oggetti metallici posti nel campo elettromagnetico e che, in funzione dell'intensità, possono indurre effetti quali percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni. Da notare che la maggior parte degli effetti avversi considerati compaiono immediatamente (es. aritmie, contrazioni muscolari, ustioni), ma alcuni, come la cataratta o la sterilità maschile, essendo la conseguenza di un processo cumulativo, possono manifestarsi a distanza di tempo.

Infine, la normativa è volta anche alla protezione dagli effetti indiretti, quali l'interferenza elettromagnetica con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati), l'effetto propulsivo di oggetti ferromagnetici all'interno di intensi campi magnetici statici, l'innescò di elettrodetonatori ed il rischio incendio per scintille provocate dalla presenza dei CEM nell'ambiente.

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

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 autorizzati alla valutazione ed all'espressione della certificazione finale, si suggerisce di giudicare il “personale qualificato” essenzialmente sulla base del curriculum

---

<sup>4</sup> La Direttiva 2013/35/UE non ha modificato questi principi.

<sup>5</sup> La Direttiva 2013/35/UE introduce una nuova descrizione dell'interazione dei campi elettrici e magnetici in bassa frequenza con il corpo umano in termini del campo elettrico interno  $E_i$ , grandezza alternativa alla densità di corrente e comunque ad essa legata dalla legge di Ohm in forma locale  $J = \sigma E_i$ , dove  $\sigma$  è la conducibilità del tessuto in esame.

La nuova direttiva distingue inoltre gli effetti di stimolazione elettrica in sensoriali (nausea, vertigini, fosfeni, ecc., a carico del sistema nervoso centrale della testa) e sanitari (stimolazione dolorosa o contrazione muscolare involontaria, a carico del sistema nervoso periferico) introducendo due griglie separate di Valori Limite di Esposizione (VLE) e di Livelli di Azione (LdA), e due distinti sistemi di gestione dei rischi conseguenti.

(richiedergli di documentare 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 (ad esempio una relazione tecnica con tutti gli elementi indicati al **Punto 4.19**). Indicazioni sui requisiti di questa figura professionale che potrebbero orientare la scelta del datore di lavoro sono contenute nel documento *“La figura professionale dell’esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz–300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente”* redatto a cura della CIIP (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione) e disponibile sul sito web della Consulta medesima (<http://www.ospedalesicuro.eu/d293-.html>).

#### **4.04 - 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 ?**

Definiamo situazione “giustificabile” una condizione che può avvalersi di questa più semplice modalità di valutazione del rischio nella quale la condizione espositiva non comporta apprezzabili rischi per la salute.

Ai fini di questa definizione si reputano in primo luogo non comportare rischi per la salute le esposizioni inferiori ai livelli di riferimento per la popolazione di cui alla raccomandazione europea 1999/519/CE. In linea con questa definizione sono condizioni espositive giustificabili quelle elencate nella **Tabella 4.1** elaborate a partire dalla norma **CENELEC EN 50499<sup>6</sup> recepita dal CEI a novembre 2009**. In questi casi la giustificazione è adottabile indipendentemente dal numero di attrezzature di lavoro in uso.

**Tabella 4.1 - Attrezzature e situazioni giustificabili. Lista non esaustiva.**

<b>Tipo di attrezzatura / situazione</b>	<b>Note</b>
Tutte le attività che si svolgono unicamente in ambienti privi di impianti e apparecchiature elettriche e di magneti permanenti	
Luoghi di lavoro interessati dalle emissioni di sorgenti CEM autorizzate ai sensi della normativa nazionale per la protezione della popolazione, con esclusione delle operazioni di manutenzione o altre attività svolte a ridosso o sulle sorgenti	Il datore di lavoro deve verificare se è in possesso di autorizzazione ex legge 36/2001 e relativi decreti attuativi ovvero richiedere all’ente gestore una dichiarazione del rispetto della legislazione nazionale in materia
Uso di apparecchiature a bassa potenza (così come definite dalla norma <b>CEI EN 62479) con emissione di frequenza 10 MHz ÷ 300 GHz</b>	Non sono comprese le attività di manutenzione
Uso di attrezzature marcate CE, valutate secondo gli standard armonizzati per la protezione dai CEM Lista soggetta a frequenti aggiornamenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI EN 50360: telefoni cellulari;</li> <li>• CEI EN 50364: sistemi di allarme e antitaccheggio;</li> <li>• <b>CEI EN 62233 : elettrodomestici</b></li> <li>• <b>CEI EN 62479</b>: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza;</li> <li>• CEI EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili;</li> <li>• CEI EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili;</li> </ul>	<p>Le attrezzature devono essere installate ed utilizzate secondo le indicazioni del costruttore.</p> <p>Non sono comprese le attività di manutenzione.</p> <p>Il datore di lavoro deve verificare sul libretto di uso e manutenzione che l’attrezzatura sia dichiarata conforme al pertinente standard di prodotto</p>

<sup>6</sup> La norma CENELEC EN 50499 è stata messa a punto nel quadro del mandato M/351 a suo tempo conferito al CENELEC dalla Commissione Europea per l’attuazione della direttiva 2004/40/CE, ora abrogata. La nuova direttiva 2013/35/UE non assegna al CENELEC un analogo compito, ma prevede la pubblicazione di una o più guide pratiche direttamente da parte della Commissione Europea. I principi generali della norma EN 50499 restano ad ogni modo validi nelle more del recepimento e completa attuazione della nuova direttiva.



<ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare;</li> <li>• CEI EN 60335-2-90: forni a microonde per uso collettivo (uso domestico e similare)</li> </ul>	
Attrezzature presenti sul mercato europeo conformi alla raccomandazione 1999/519/CE e non richiedono marcatura CE essendo per esempio parte di un impianto	
Apparati luminosi (lampade)	Escluso specifiche lampade attivate da RF
Computer e attrezzature informatiche	
Attrezzature da ufficio	I cancellatori di nastri possono richiedere ulteriori valutazioni
Cellulari e cordless	
Radio rice-trasmittenti	Solo quelle con potenze inferiori a 20 mW
Basi per telefoni DECT e reti Wlan	Limitatamente alle apparecchiature per il pubblico
Apparati di comunicazione non wireless e reti	
Utensili elettrici manuali e portatili	es.: conformi alle CEI EN 60745-1 e CEI EN 61029-1 inerenti la sicurezza degli utensili a motore trasportabili.
Attrezzature manuali per riscaldamento (escluso il riscaldamento a induzione e dielettrico)	es.: conformi alla CEI EN 60335-2-45 (es. pistole per colla a caldo)
Carica batterie	Inclusi quelli ad uso domestico e destinati a garage, piccole industrie e aziende agricole (CEI EN 60335-2-29)
Attrezzature elettriche per il giardinaggio	
Apparecchiature audio e video	alcuni particolari modelli che fanno uso di trasmettitori radio nelle trasmissioni radio/TV necessitano di ulteriori valutazioni
Apparecchiature portatili a batteria esclusi i trasmettitori a radiofrequenza	
Stufe elettriche per gli ambienti	esclusi i riscaldatori a microonde
<p>Rete di distribuzione dell'energia elettrica a 50 Hz nei luoghi di lavoro: campo elettrico e magnetico devono essere considerati separatamente.</p> <p>Per esposizioni al campo magnetico sono conformi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ogni installazione elettrica con una intensità di corrente di fase <math>\leq 100</math> A;</li> <li>- Ogni singolo circuito all'interno di una installazione con una intensità di corrente di fase <math>\leq 100</math> A;</li> <li>- Tutti i componenti delle reti che soddisfano i criteri di cui sopra sono conformi (incluso i conduttori, interruttori, trasformatori ecc...);</li> <li>- Qualsiasi conduttore nudo aereo di qualsiasi voltaggio.</li> </ul> <p>Per esposizioni al campo elettrico sono conformi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Qualsiasi circuito in cavo sotterraneo o isolato indipendentemente dal voltaggio</li> <li>➤ Qualsiasi circuito nudo aereo tarato ad un voltaggio fino a 100 kV, o line aerea fino a 125 kV, sovrastante il luogo di lavoro, o a qualsiasi voltaggio nel caso di luogo di lavoro interni.</li> </ul>	<p>I criteri qui riportati per dimostrare la conformità ai limiti di esposizione nel luogo di lavoro sono basati sulla dimostrazione che le esposizioni sono inferiori ai limiti minimi della Raccomandazione CE (1999) sulle esposizioni EMF per la popolazione. Tali criteri sono sufficienti a dimostrare la conformità per la maggior parte dei luoghi di lavoro.</p> <p>I criteri di valutazione basati direttamente sui limiti di esposizione della Direttiva 2004/40/CE per il luogo di lavoro, sono indicati nell'Allegato F della norma CEI EN 50499. Essi utilizzano 500 A al posto di 100 A, 200 kV invece di 100 kV e 250 kV invece di 125 kV. La lista di controllo indicata in F.2.4 della norma CEI EN 50499 può quindi essere utilizzata per dimostrare la conformità ai campi magnetici, e quella in F.3.1 della norma CEI EN 50499 per la conformità ai campi elettrici in qualsiasi luogo di lavoro.</p>
Strumentazione e apparecchi di misura e controllo	
Elettrodomestici	<p>Sono inclusi in questa tabella anche le apparecchiature professionali per la cottura, lavaggio (lavatrici), forni a microonde ecc... usate in ristoranti, negozi, ecc...</p> <p>Necessitano invece di ulteriori valutazioni i forni di cottura ad induzione.</p>

Computer e attrezzature informatiche con trasmissione wireless	es.: Wlan (Wi-Fi), Bluetooth e tecnologie simili, limitatamente all'uso pubblico
Trasmettitori a batteria	Limitatamente alle apparecchiature per il pubblico
Antenne di stazioni base	Ulteriori valutazioni sono necessarie solo se i lavoratori possono essere più vicini all'antenna rispetto alle distanze di sicurezza stabilite per l'esposizione del pubblico
Apparecchiature elettromedicali non per applicazioni con campi elettromagnetici o di corrente	

Esempi di luoghi di lavoro per i quali, comunemente, si può effettuare la giustificazione del rischio sulla base della **Tabella 4.1**: uffici, centri di calcolo, negozi, alberghi, parrucchieri ecc.

Resta ferma la piena responsabilità del datore di lavoro nell'assumere la giustificazione per la propria particolare sorgente nelle specifiche condizioni e ambiente di utilizzo.

#### 4.05 - Quali sono le esposizioni di carattere professionale ?

Secondo la definizione dell'art.2, comma 1, lettera f), della legge 36/2001, la legge quadro sulla protezione dai campi elettromagnetici, l'esposizione dei lavoratori è *“ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*.

Sono quindi da intendersi esposizioni di carattere professionale quelle strettamente correlate e necessarie alle finalità del processo produttivo.

Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che non ricadono sotto la gestione del datore di lavoro devono essere contenute, a carico dei gestori, entro i limiti vigenti per la tutela della popolazione. Il datore di lavoro deve ad ogni modo valutare il rischio ed eventualmente verificare il rispetto della normativa vigente da parte dell'esercente della sorgente anche avvalendosi dell'organo di controllo.

Le esposizioni indebite a sorgenti non correlate con la specifica attività dei lavoratori che ricadono sotto la gestione del datore di lavoro, devono essere eliminate o ricondotte entro le restrizioni previste dalla normativa vigente per la tutela della popolazione. La regola generale da seguire in proposito, possibilmente in sede di progettazione dei luoghi di lavoro, è quella di installare gli apparati emettitori di CEM in aree di lavoro adibite ad uso esclusivo degli stessi e comunque ad una distanza adeguata dalle altre aree di lavoro ove stazioni personale non professionalmente esposto .

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

A partire dalla norma CEI EN 50499, si riporta a seguito la **Tabella 4.2** dedicata alle situazioni che meritano un approfondimento valutativo.

**Tabella 4.2** – Impianti e situazioni che richiedono ulteriori valutazioni. Lista non esaustiva

Tipo di impianto	Note
Elettrolisi industriale	Sia con correnti alternate che continue
Saldature elettriche	
Forni fusori elettrici e a induzione	
Riscaldamento a induzione	
Riscaldamento dielettrico a RF e a MW	
Saldatura dielettrica	
Magnetizzatori/smagnetizzatori industriali	Compresi i dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici

Apparecchi di illuminazione speciali attivati con RF	
Dispositivi al plasma in RF	Compresa la deposizione sotto vuoto e la polverizzazione catodica
Apparecchi per diatermia (marconiterapia e radarterapia)	Tutti gli apparecchi elettromedicali che utilizzano sorgenti RF con potenza media emessa elevata (>100 mW)
Sistemi elettrici per la ricerca di difetti nei materiali	
Radar	Radar per il controllo del traffico aereo, militare, del tempo e a lungo raggio.
Trasporti azionati elettricamente: treni e tram	
Tutti gli apparecchi elettromedicali per applicazioni intenzionali di radiazioni elettromagnetiche o di corrente tra cui: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elettrobisturi</li> <li>• Ablatori a RF e a microonde</li> <li>• Stimolatori magnetici transcranici</li> <li>• Apparati per magnetoterapia</li> <li>• Tomografi RM</li> </ul>	
Riscaldatori ed essiccatori industriali a microonde	
Antenne delle stazioni radio base	Ulteriori valutazioni sono necessarie solo se i lavoratori possono essere più vicini all'antenna rispetto alle distanze di sicurezza stabilite per l'esposizione del pubblico
Reti di alimentazione elettrica nel luogo di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che sorvolano il luogo di lavoro e non soddisfano i criteri indicati nella Tabella 4.1	

Esempi di luoghi di lavoro o mansioni per i quali, comunemente, si devono effettuare approfondimenti nella valutazione del rischio sulla base della **Tabella 4.2** sono: centrali e sottostazioni elettriche; installatori e manutentori di sistemi fissi di telecomunicazioni, manutentori di linee elettriche, saldatori ad arco o a induzione o a scarica capacitiva, installatori e manutentori di sistemi radar, fonditori di metalli preziosi, addetti a macchine dielettriche utilizzate nel settore tessile o lavorazione di legno o plastica, macchinisti su treni ad alta velocità, operatori sanitari e personale pulizie su RM, chirurghi e personale sanitario che utilizza elettrobisturi e apparecchiature similari, fisioterapisti che utilizzano apparati di diatermia, addetti alla manutenzione e riparazione di apparecchiature/impianti medicali emittenti CEM, ecc.

#### **4.07 - Gli apparecchi per i quali esiste una dichiarazione di rispetto delle norme di compatibilità elettromagnetica possono essere “giustificati” ?**

In generale, no.

Le norme di compatibilità elettromagnetica prescrivono vincoli sull'immunità degli apparati ai campi elettromagnetici (cioè la capacità di funzionare correttamente anche in presenza di disturbi elettromagnetici) e sull'emissione degli apparati stessi ai fini della prevenzione di malfunzionamenti su altre attrezzature utilizzate in prossimità dell'apparato.

I vincoli sulle emissioni, in particolare, non garantiscono automaticamente il rispetto dei limiti per la protezione della salute umana, a meno che tale aspetto non sia esplicitamente riportato nella norma di prodotto.

#### **4.08 - Quali fonti sono utilizzabili per la valutazione del rischio ?**

L'attuale articolo 209 del DLgs.81/2008 precisa che “il datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura o calcola i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i

*lavoratori...” in conformità alle norme CENELEC<sup>7</sup>. Finché tali norme non avranno contemplato tutte le pertinenti situazioni lavorative, il datore di lavoro è indirizzato ad adottare “le specifiche buone prassi individuate od emanate dalla Commissione consultiva permanente per la prevenzione degli infortuni e per l’igiene del lavoro, o, in alternativa, quelle del CEI, tenendo conto, se necessario, dei livelli di emissione indicati dai fabbricanti delle attrezzature.” L’articolo 181 si riferisce, più in generale, alle buone prassi secondo la definizione dell’articolo 2 del DLgs.81/2008.*

Ad oggi il CENELEC, nel quadro delle varie Direttive europee di mercato, ha pubblicato i documenti riportati in **ALLEGATO 4.1**, in gran parte già recepiti dal CEI (prefisso CEI EN), che richiamano i requisiti della Direttiva 2004/40/CE e/o della Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione.

Va segnalato anche che la Direttiva 2013/35/UE all’art.14 prevede che la Commissione Europea renda disponibili, al più tardi sei mesi prima del termine di recepimento (1 luglio 2016), guide pratiche applicative non vincolanti.

La legislazione vigente prevede in sostanza che la valutazione possa essere effettuata a partire da varie fonti informative, la prima delle quali si ritiene debba essere quella degli elenchi (white & black list)<sup>8</sup> ripresi da fonti di validità riconosciuta e dati forniti dai fabbricanti. Altre fonti informative utilizzabili per un primo livello di valutazione sono indicazioni bibliografiche o anche banche-dati<sup>9</sup> (ad esempio quelle reperibili sul PAF-Portale Agenti Fisici: [www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)), purché ben riferibili alle situazioni oggetto di indagine.

Solamente nel caso che la valutazione debba proseguire si renderà necessario il ricorso alle misurazioni dei livelli di esposizione e, ulteriormente, al calcolo dei parametri dosimetrici.

A livello nazionale i riferimenti elettivi per la misura e valutazione dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici sono attualmente le due guide del CEI **e relative appendici**:

CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana. Prima edizione, fascicolo 5908. Gennaio 2001;

CEI 211-7. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana. Prima edizione, fascicolo 5909. Gennaio 2001;

**CEI 211-7/A, CEI 211-7/B, CEI 211-7/C, CEI 211-7/D, CEI 211-7/E. Guide per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell’intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all’esposizione umana.**

- **Appendice A: Centraline di monitoraggio dei campi elettromagnetici a radiofrequenza: procedure e finalità di utilizzo. Maggio 2006;**
- **Appendice B: Misura e valutazione del campo elettromagnetico emesso dagli impianti radar di potenza. Gennaio 2008;**
- **Appendice C: Sistemi per la realizzazione di accesso e collegamento radio a banda larga. Gennaio 2010;**

---

<sup>7</sup> Le norme messe a punto dal CENELEC nel quadro del mandato M/351 a suo tempo conferitogli dalla Commissione Europea per l’attuazione della direttiva 2004/40/CE, ora abrogata, restano ad oggi un valido riferimento tecnico nelle more del recepimento e completa attuazione della nuova direttiva 2013/35/UE, la quale prevede a tal fine (art.14) la pubblicazione di una o più guide pratiche direttamente da parte della Commissione Europea.

<sup>8</sup> I principi generali della norma EN 50499 restano ad ogni modo validi nelle more del recepimento e completa attuazione della nuova direttiva.

<sup>9</sup> Ai fini della valutazione del rischio la direttiva 2013/35/UE esplicita la possibilità di riferirsi anche a banche dati di esposizione (art.4 comma 2)

- Appendice D: Misura e valutazione del campo elettromagnetico emesso dagli impianti di radiodiffusione. Novembre 2010;
- Appendice E: Misura del campo elettromagnetico da stazioni radio base per sistemi di comunicazioni mobili (2G, 3G, 4G). Settembre 2013.

A livello internazionale, in aggiunta alle norme di prodotto precedentemente elencate, rappresentano un utile riferimento le seguenti (già recepite dal CEI):

CEI EN 50413 – 2010: Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz);  
 CEI EN 62226-2-1 – 2005: Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano. Parte 2-1: Esposizione ai campi magnetici - Modelli 2D;  
 CEI EN 62226-1 – 2006: Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano. Parte 1: Aspetti generali;  
 CEI EN 62226-3-1 – 2008: Esposizione ai campi elettrici e magnetici nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano. Parte 3-1: Esposizione ai campi elettrici - Modelli analitici e numerici 2D;

Altri riferimenti utili sono le "*Guidances on occupational exposure assessment*", messe a punto nell'ambito del progetto europeo EMF-NET, disponibili al link:

- [http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our\\_activities/public-health/exposure\\_health\\_impact\\_met/emf-net/docs/reports/Final%20technical%20report\\_D49\\_FactSheet.pdf](http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_activities/public-health/exposure_health_impact_met/emf-net/docs/reports/Final%20technical%20report_D49_FactSheet.pdf)

Le pubblicazioni scientifiche sono un'ulteriore fonte da tenere in considerazione, così come i dati della sorveglianza sanitaria dove attuata.

Da ultimo si evidenzia che le norme CEI EN 50444 e CEI EN 50505 recano le procedure per la valutazione dell'esposizione, rispettivamente, a saldatrici ad arco e saldatrici a resistenza. Dette norme, di particolare interesse considerata la diffusione di questi apparati, sono indirizzate ai fabbricanti di macchine ai fini del rispetto a priori dei requisiti previsti dalla norma di prodotto CEI EN 50445. Le procedure ivi contenute non sono automaticamente applicabili alla valutazione a posteriori di attrezzature che già si trovano nell'ambiente di lavoro.

Le nuove attrezzature riferite a tali norme possono essere considerate giustificabili solo a condizione che le procedure e modalità di utilizzo siano compatibili con le tecniche di valutazione delle emissioni stabilite nelle norme medesime.

#### **4.09 - Come gestire la valutazione del rischio per portatori di dispositivi medici o protesi ed altri materiali metallici impiantati ?**

I lavoratori portatori di dispositivi medici o protesi impiantate devono essere considerati lavoratori particolarmente sensibili al rischio, secondo la definizione dell'art.183. La valutazione del rischio per tali soggetti sarà quindi del tutto peculiare e prescindere dal mero rispetto di valori di azione e limiti di esposizione, avvalendosi peraltro della collaborazione del medico competente, anche sulla base delle informazioni fornite dal medico o struttura curante o fabbricante sulla natura e caratteristiche del dispositivo (livelli di immunità, tipologia di malfunzionamento) o protesi. I

valori di azione prescritti dall'attuale Allegato XXXVI del DLgs.81/2008 sono stati infatti fissati al fine di prevenire gli effetti noti dell'esposizione su soggetti sani.

Il CENELEC ha affrontato il problema e ha pubblicato i seguenti standard (recepiti dal CEI):

- CEI EN 50527-1 – 2013: Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi. Parte 1: Generalità;
- CEI EN 50527-2-1 – 2013: Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker)

Scopo di queste norme è quello di fornire una procedura di valutazione del rischio derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici in un luogo di lavoro per i lavoratori con uno o più dispositivi medici impiantabili attivi (DMIA). Esse specificano le modalità di esecuzione di una valutazione generale del rischio e come determinare se, a seguito di questa, sia necessario effettuare una ulteriore valutazione più dettagliata.

Come specificato in generale dalla CEI EN 50527-1, la valutazione del rischio si basa sul presupposto che i DMIA debbano funzionare senza alcuna influenza fino al superamento dei livelli di riferimento per la popolazione della 1999/519/CE (con l'eccezione dei campi magnetici statici) quando i DMIA sono stati impiantati e programmati conformemente alle buone pratiche mediche. Tale valutazione del rischio, pertanto, verifica sia i campi superiori a tali livelli presenti sul luogo di lavoro, sia i lavoratori con DMIA soggetti a livelli di immunità inferiori a causa di motivi clinici.

In analogia all'approccio delineato dalla norma CENELEC EN 50499, vengono identificate (vedi **ALLEGATO 4.2**) le apparecchiature che si ritiene producano campi che non superano i livelli di riferimento per la popolazione.

La presenza di apparecchiature non elencate in **ALLEGATO 4.2** o non utilizzate come specificato nelle note dello stesso **ALLEGATO**, deve condurre all'ipotesi che i livelli dei campi elettrici, magnetici o elettromagnetici possano essere troppo elevati per garantire un comportamento privo di influenze del DMIA. In questo caso deve essere condotta una valutazione specifica in conformità a quanto specificato nell'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.

Prescrizioni complementari per la valutazione dell'esposizione relativamente a DMIA particolari sono indicate nelle pertinenti norme quale ad esempio la CEI EN 50527-2-1, specifica per i portatori di pacemaker.

Allo stato dell'arte, informazioni utili sui livelli di sicurezza per soggetti portatori di dispositivi medici o protesi sono reperibili nelle linee guida ICNIRP sui campi magnetici statici (2009); sul documento dell'ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienist) "*2013 TLVs and BEIs*" in riferimento ai campi a 50 Hz. Informazioni utili sono anche contenute nel rapporto ISTISAN 01/21: "*Immunità elettromagnetica dei pacemaker alle stazioni radio base per telefonia GSM: distanze di sicurezza sulla base di normative attuali*", basate su un progetto di norma sviluppato in Germania dal DIN (E DIN VDE 0848-3-1 del 1999).

In particolare, la maggior parte degli stimolatori cardiaci può presentare disturbi e malfunzionamenti per campi magnetici statici superiori a 0,5 mT. Vi sono inoltre anche altri sistemi elettronici di uso crescente, come protesi auricolari elettroniche, pompe per insulina, protesi attive, che possono risultare suscettibili ad induzioni magnetiche di pochi millitesla. A partire da campi statici dell'ordine di 3-5 mT possono inoltre essere indotti spostamenti e torsioni di schegge interne al corpo umano o impianti ferromagnetici, con conseguente grave rischio per la salute e l'incolumità del soggetto esposto.

Per quel che riguarda i campi a frequenza di rete (50 Hz), l'ACGIH raccomanda che i soggetti portatori di dispositivi attivi non siano esposti a livelli superiori a 1 kV/m per il campo elettrico, e 100  $\mu$ T per il campo magnetico.

#### 4.10 – In quali casi e con quali modalità i fabbricanti sono tenuti a fornire informazioni sui livelli di emissione di CEM ?

Tutti i macchinari alimentati a corrente elettrica, o contenenti una componente che sia sorgente di radiazioni non ionizzanti, possono generare, nello spazio loro circostante, un campo elettromagnetico di spettro vario.

Secondo quanto riportato al punto 1.5.10 dell'Allegato 1 del DLgs.17/2010 (recepimento della nuova direttiva macchine 2006/42/CE) la progettazione e costruzione di tali macchinari deve essere tale da limitare qualsiasi emissione di radiazioni a quanto necessario al loro funzionamento e tale che i suoi effetti sulle persone esposte siano nulli o comunque non pericolosi.

La norma di riferimento per la valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario è la UNI EN 12198-1 del 2009, che riguarda l'emissione di tutti i tipi di radiazione elettromagnetica non ionizzante (sia i campi elettromagnetici che le radiazioni ottiche).

In funzione del livello di emissione di radiazioni, (valori riportati in appendice B della UNI EN 12198:2009) la norma richiede che il fabbricante assegni alla macchina una categoria di emissione di radiazioni. Sono considerate tre categorie di emissione, per le quali sono previste diverse misure di protezione, informazione, addestramento, secondo la **Tabella 4.3** seguente:

**Tabella 4.3**

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 radiazioni emesse dai macchinari possono essere previste dal processo di lavorazione (emissioni **funzionali**) oppure possono verificarsi in modo involontario (emissioni **indesiderate**).

Per le emissioni di radiazioni indesiderate, il livello di emissione dovrebbe essere ridotto a valori corrispondenti alla categoria 0, mentre l'emissione funzionale di radiazioni deve essere limitata al grado necessario per il funzionamento della macchina, corrispondente alla categoria 1 o 2.

Il fabbricante deve dichiarare nelle istruzioni per l'uso quali sono gli impieghi previsti della macchina, la categoria di emissione di radiazioni e le procedure di funzionamento. Il fabbricante deve specificare, se necessario, il livello di competenza da raggiungere mediante addestramento.

Nei casi in cui particolari condizioni operative possano ridurre le emissioni, il fabbricante deve fornirne dettagli appropriati nelle istruzioni.

Se la categoria di emissione di radiazioni è 1 o 2, il fabbricante deve dichiarare come informazione supplementare il tipo e il livello di radiazioni che possono essere emesse dalla macchina.

Le macchine rientranti nelle categorie 1 e 2 devono essere marcate. La marcatura deve comprendere:

- Segnale di sicurezza rappresentante il tipo di emissione di radiazione (vedi **Figura 4.1**)
- Il numero di categoria (categoria 1 o categoria 2).
- Il riferimento alla norma EN 12198.



**Figura 4.1**



#### **4.11 - Come si tiene conto dei tempi di esposizione (Allegato XXXVI, Tabella 1 e 2 e relative note)<sup>10</sup> ?**

Fino alla frequenza di 10 MHz sono definiti valori limite di esposizione e valori di azione finalizzati a prevenire effetti di stimolazione elettrica a carico dei tessuti stimolabili, in primo luogo i tessuti nervoso e muscolare. Tali effetti seguono un profilo a soglia e si manifestano su base temporale sostanzialmente istantanea. Per tale motivo il rispetto dei limiti e valori di azione deve essere garantito su base istantanea, senza alcuna operazione di media temporale, per tutto il tempo di esposizione durante la giornata di lavoro. A tal fine, nell'arco di una intera giornata lavorativa, le misure devono essere effettuate nelle condizioni di massima emissione delle attrezzature.

Per campi a frequenze tra 100 kHz e 10 GHz sono definiti i limiti di esposizione e valori d'azione finalizzati a prevenire l'eccessivo riscaldamento a livello sistemico e locale. La valutazione dell'esposizione va quindi effettuata considerando la potenza media per ogni intervallo di 6 minuti, per tenere in conto i tempi di risposta del sistema di termoregolazione del corpo umano. Per frequenze superiori a 10 GHz, infine, l'intervallo di tempo su cui valutare la media della potenza è pari a  $68/f^{1.05}$  minuti. Si suggerisce ad ogni modo di impostare una prima valutazione riferita alle condizioni di massima emissione della macchina, ed approfondire la media sui sei minuti (comunque quelli più sfavorevoli) solo se i valori di azione risultano superati in tale condizione estrema.

#### **4.12 - Requisiti della strumentazione di misura e periodicità taratura**

La strumentazione utilizzata per le misure deve rispondere ad una serie di specifiche fissate nelle norme di buona tecnica, ed in particolare nelle norme CEI 211-6 e 211-7, riguardanti parametri quali l'intervallo dinamico e di frequenza, la risposta in frequenza, l'isotropia, la linearità in ampiezza, la sicurezza e compatibilità elettromagnetica, la risposta a segnali multi-frequenza o modulati, la reiezione a campi elettrici o magnetici, l'incertezza strumentale e il tipo di rivelatore che implementa lo strumento rispetto al segnale da misurare. Tutte le informazioni relative a questi parametri devono essere contenute nelle specifiche tecniche fornite all'acquisto dello strumento o nel certificato di taratura.

In caso di esposizione a campi pulsati e in presenza di segnali complessi la strumentazione è opportuno implementi il metodo del "picco ponderato" (non tutti gli strumenti in commercio ne dispongono – vedi Punto 4.16)

<sup>10</sup> Le innovazioni introdotte dalla direttiva 2013/35/UE non modificano la valutazione dei tempi di esposizione ai fini del rispetto dei limiti. Il Capo IV e i pertinenti allegati, pur essendo privi di effetti vincolanti, costituiscono un valido riferimento per rispondere al quesito proposto.

La strumentazione utilizzata deve essere tarata presso laboratori che garantiscano la riferibilità a campioni nazionali (LAT - Laboratori di Taratura accreditati da ACCREDIA) o internazionali (ad es. accreditamento UKAS in Gran Bretagna, ecc.). La periodicità della taratura non è fissata da norme cogenti, ma secondo le norme di buona tecnica (ad es. CEI 211-6 e 211-7) deve essere almeno biennale.

#### **4.13 - Come si tiene conto della variabilità spaziale del campo? Quante misure occorre effettuare ?**

Secondo le linee guida ICNIRP del 1998 i valori di azione per il campo elettrico e per il campo magnetico debbono essere intesi come media spaziale sul volume occupato dal soggetto esposto.

Le misure devono quindi essere rappresentative dell'andamento del campo sulle diverse parti del corpo del lavoratore esposto nella sua reale postura durante il lavoro in condizioni di campo non perturbato.

Relativamente alle basse frequenze (fino a 10 MHz), i limiti di esposizione per la densità di corrente sono definiti nella testa (erroneamente "corpo" nella Tabella 1 dell'Allegato XXXVI) e nel tronco. In questo caso sono quindi indispensabili almeno 2 misure in corrispondenza della testa e del tronco. Il numero di misure deve ad ogni modo essere tale da rappresentare adeguatamente la variabilità spaziale del campo. Il superamento dei valori di azione esclusivamente in corrispondenza degli arti del lavoratore non è indice del superamento dei limiti di esposizione per la densità di corrente nella testa e nel tronco (ICNIRP).<sup>11</sup>

Nel caso delle radiofrequenze e microonde (al di sopra di 100 kHz) i limiti di esposizione sono finalizzati a prevenire eccessivo riscaldamento sistemico o localizzato in ogni parte del corpo. Sono quindi necessarie almeno 4 misure in corrispondenza di testa, tronco, arti superiori e inferiori. Anche in questo caso il numero di misure deve essere tale da rappresentare adeguatamente la variabilità spaziale del campo.

Nell'intervallo di frequenze 10-110 MHz in condizioni di esposizione ad un campo elettrico fortemente disomogeneo e stretta prossimità con la sorgente è indispensabile anche la misura della corrente indotta attraverso gli arti (esistono strumenti commercialmente disponibili) da confrontarsi con il relativo valore di azione, ( $I_L$ , Tabella 2).

#### **4.14 – Come si valutano le correnti di contatto ?**

Non esistono ad oggi procedure standard per la valutazione del rispetto dei valori di azione delle correnti di contatto, così come definiti nella direttiva 2004/40/CE e quindi nell'attuale Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008. In attesa della definizione di pertinenti buone prassi o norme tecniche, nel caso di presenza di sorgenti non giustificabili (vedi **Tabella 4.2**) si raccomanda l'utilizzo di guanti protettivi per i lavoratori professionalmente esposti ove la mansione comporti il possibile contatto con conduttori non in tensione, di informare il lavoratore sulla possibilità di tale rischio e di verificare le corrette condizioni di installazione delle macchine sotto il profilo della sicurezza elettrica.

#### **4.15 - E' tecnicamente corretto utilizzare misuratori personali ?**

I misuratori personali sono strumenti che possono essere indossati dal lavoratore, e che registrano l'andamento nel tempo dei livelli di campo elettrico o magnetico.

<sup>11</sup>

Le linee guida ICNIRP del 2010 e la nuova Direttiva 2013/35/UE hanno introdotto limiti specifici applicabili agli arti.

Misuratori personali di campo magnetico possono essere utilizzati per misure fino alla frequenza di qualche kHz senza particolari problemi, a patto di non avere a che fare con segnali complessi con forti transitori, che tali dispositivi non sono in grado di misurare correttamente. Sono disponibili sul mercato anche misuratori personali in radiofrequenza, che invece possono essere utilizzati solo come segnalatori di situazioni di allarme o di attenzione, da approfondire successivamente con tecniche di misura più rigorose. I risultati ottenuti con misuratori individuali in radiofrequenza non devono essere utilizzati per il confronto con i valori d'azione, che per definizione si riferiscono a condizioni di campo imperturbato (cioè in assenza del soggetto esposto), considerato anche l'elevato margine di incertezza che viene introdotto dalla presenza del corpo umano in prossimità dello strumento di misura.

#### **4.16 - Quali specifiche indicazioni per le esposizioni a campi pulsati e in presenza di segnali complessi ?**

Come precisato al 4.11, il rispetto dei limiti di esposizione e valori di azione per gli effetti di stimolazione fino alla frequenza di 10 MHz deve essere garantito su base istantanea, senza alcuna operazione di media temporale.

Nel caso di segnali complessi con elevati transitori, o comunque di forma d'onda non sinusoidale, caratterizzati da uno spettro più o meno complesso di frequenze, molto comuni sulle macchine per riscaldamento o saldatura, si deve ricorrere all'applicazione di metodiche di valutazione riconducibili al caso di "esposizione simultanea a campi a frequenze multiple. Il metodo di elezione per la valutazione strumentale di tali segnali è quello del "picco ponderato" (ICNIRP 2003, 2010) a patto che questo sia implementato sullo strumento a disposizione, e che detto strumento sia dotato di un rivelatore di picco adeguato alla natura del segnale (spesso le informazioni sui data-sheet sono insufficienti a tale fine).<sup>12</sup>

In alternativa è sempre possibile applicare la regola della somma delle frequenze (si veda sempre il documento ICNIRP 2003), con l'avvertenza che detta metodologia può in diversi casi produrre valutazioni molto conservative.

Per campi a frequenze tra 100 kHz e 10 GHz, la valutazione dell'esposizione va effettuata considerando la potenza media per ogni intervallo di 6 minuti, per tenere in conto i tempi di risposta del sistema di termoregolazione del corpo umano. Il tipico caso di segnale pulsato alle alte frequenze è quello dei segnali radar. Nel caso di segnali pulsati modulati con frequenza della portante >10 MHz, il valore di potenza media sulla durata dell'impulso deve essere inferiore a 1000 volte il valore d'azione su  $S_{eq}$  fissato a quella frequenza. Ciò equivale a considerare il valore del campo (elettrico) nella sola durata dell'impulso e confrontarlo con il corrispondente valore di azione moltiplicato per 32. Per le esposizioni localizzate al capo nell'intervallo di frequenza 0,3-10 GHz, viene fissato un limite aggiuntivo ( $SA \leq 10$  mJ/kg come media su ogni massa di 10 g di tessuto) per la prevenzione degli effetti acustici dovuti a termomodulazione. Tale limite è comunque verificabile solo con tecniche di calcolo numerico.

#### **4.17 - Come comportarsi all'esito della valutazione; con quali valori confrontarsi ?**

Qualora la valutazione non evidenzi il superamento dei valori di azione non è richiesto che vengano adottate specifiche azioni di prevenzione. Nel caso invece si riscontri il superamento dei valori di azione si suggerisce di adottare direttamente le misure tecniche e organizzative finalizzate a ridurre l'esposizione senza ricorrere alla valutazione mediante calcolo sul rispetto dei valori limite per le complessità discusse al punto successivo.

Le misure tecniche e organizzative attuabili possono includere:

---

<sup>12</sup> Nella Direttiva 2013/35/UE il metodo del picco ponderato è esplicitamente adottato come metodo di riferimento.

- verifica delle corrette condizioni di installazione della macchina in termini di messa a terra e filtraggio rispetto all'impianto di rete;
- ricollocazione della sorgente nel locale ed eliminazione delle superfici riflettenti che possono amplificare l'esposizione;
- remotizzazione del controllo della macchina con conseguente allontanamento del lavoratore;
- schermatura della sorgente, dei locali o dello spazio tra la sorgente e l'operatore;
- ottimizzazione delle procedure di utilizzo della macchina;
- limitazione degli accessi e segnalazione delle aree a rischio;
- apposizione di segnaletica specifica per i soggetti particolarmente sensibili;
- utilizzo di DPI, laddove disponibili, specifici per le frequenze di interesse (es. indumenti anti-RF, occhiali di protezione RF);
- dispositivi d'allarme atti a segnalare tempestivamente il possibile superamento dei valori d'azione.

In caso di presenza di lavoratori particolarmente sensibili al rischio o di possibile interferenza con dispositivi medici elettronici, i valori misurati e/o calcolati, vanno confrontati non soltanto con i valori d'azione e con i valori limite di esposizione, ma anche con opportuni livelli di riferimento per la prevenzione dei rischi associati a tali problematiche. Se tali livelli non sono definiti da raccomandazioni o norme tecniche per la tipologia di dispositivo o di segnale analizzato, devono in ogni caso essere discusse le questioni relative a salute e sicurezza dei suddetti lavoratori.

#### **4.18 – Quali metodi numerici utilizzare per l'eventuale confronto coi VLE ?**

I valori limite di esposizione sono espressi in termini di grandezze dosimetriche, cioè grandezze che sono definite all'interno del corpo umano, al fine di descrivere l'interazione con i campi elettromagnetici. Questi parametri dosimetrici sono diversi in base all'intervallo di frequenza considerato: i principali sono la densità di corrente indotta nella parte più bassa dello spettro (fino a circa 1 MHz) e il SAR (tasso di assorbimento specifico) nella parte più alta dello spettro.

Trattandosi di parametri interni, essi non sono misurabili sul lavoratore: possono essere valutati tramite calcolo con modelli analitici (utili solo a fini qualitativi) o numerici.

Un'indicazione sulle metodologie di calcolo numerico che possono essere utilizzate nei vari intervalli di frequenza e per diverse tipologie di sorgente viene fornita dagli standard CENELEC già elencati al **Punto 4.08**.

Dettagliate informazioni pratiche sono anche disponibili nella "*Guidances on occupational exposure assessment - Numerical dosimetry*", redatta dall'Ispesl (ora INAIL) e disponibile sul sito del progetto EMF-NET al link indicato al **Punto 4.08**.

I modelli numerici permettono di rappresentare con maggiore dettaglio lo scenario espositivo, e sono più adatti alle valutazioni per il confronto con i limiti. Essi utilizzano metodi di calcolo come il metodo delle impedenze, l'FDTD (Finite Differences Time Domain), il MoM (Method of Moments), modellizzando la propagazione del campo elettromagnetico all'interno del corpo, in funzione delle caratteristiche morfologiche ed elettriche dei tessuti. Questo tipo di tecnica permette di caratterizzare l'esposizione di un soggetto con un grado di precisione limitato da alcune problematiche, relative prevalentemente alla disponibilità di modelli anatomico-digitali dell'organismo umano (mancano modelli con posture complesse e caratteristiche morfologiche particolari) e alle incertezze sulle caratteristiche dielettriche dei tessuti biologici (in particolare alle frequenze più basse). L'utilizzo delle tecniche di calcolo numerico può risultare indispensabile in particolari scenari espositivi, come esposizioni fortemente localizzate o disuniformi in stretta prossimità della sorgente (come nel caso dei telefoni cellulari), specialmente ai fini della verifica del rispetto dei limiti di esposizione per il SAR locale.

Va anche detto che l'utilizzo delle tecniche di calcolo numerico è ad oggi appannaggio pressoché esclusivo di centri ricerca altamente specializzati e trova applicazione elettiva ai fini della standardizzazione dei prodotti. Non è ancora pensabile l'utilizzo estensivo di detto strumento da parte di tutti i datori di lavoro, soprattutto per le piccole e medie imprese.

#### **4.19 - Come deve essere strutturata e che cosa deve riportare la Relazione Tecnica ?**

Si fornisce di seguito uno schema di riferimento per la stesura della Relazione Tecnica nel rispetto delle indicazioni previste dalle norme CEI 211-6 e 211-7 e dallo standard EN 50499.

##### **1-Premessa**

- Obiettivo della valutazione
- Luogo e data della valutazione
- Caratterizzazione del luogo di lavoro con individuazione degli apparati in grado di emettere campi elettromagnetici e delle posizioni di lavoro (layout)
- Definizione delle principali caratteristiche delle sorgenti di campo e in particolare potenza e frequenza di emissione
- Lista degli eventuali standard riferibili agli apparati
- Eventuale dimostrazione di giustificazione dell'apparato.

##### **1.1 - 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 ai CEM
- 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 condizioni di utilizzo della macchina più sfavorevoli tra quelle operative, e laddove ciò non sia possibile nelle diverse modalità operative. In ogni caso le condizioni in cui sono state prese 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.) devono essere descritte con il massimo dettaglio.
- Durata delle misure

##### **1.2 - Nel caso vengano effettuate valutazioni tramite calcolo:**

- Software e data-base anatomico utilizzato
- Condizioni della sorgente nella modellizzazione

##### **2-Risultati delle misure/dei calcoli**

- Valori misurati e/o calcolati
- Incertezza
- Indicazione della natura della grandezza misurata o calcolata (valore di picco/rms, media spaziale/temporale, ecc).

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:

- Andamenti temporali dei valori globali a banda larga in funzione del tempo e/o della distanza dalla sorgente;
- Spettri di frequenza;
- Risultati di analisi puntuali in ambienti/locali particolari (nei pressi di hot spots, feeders, commutatori, ambienti chiusi, ecc.)

### **3-Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione**

Sono qui da riportare i livelli di rischio identificati (si raccomanda di indicare i dati di esposizione individuali) e gli interventi suggeriti (strutturali e/o procedurali) nonché la descrizione della segnaletica da apporre nei vari ambienti.

Il Documento redatto a conclusione della valutazione del rischio sulla base della Relazione Tecnica deve essere datato e contenere quanto indicato all'art.28 comma 2 ed in particolare il piano delle azioni per la riduzione del rischio.

#### **4.20 - Da quali livelli di esposizione far partire la informazione / formazione ?**

Si raccomanda di attivare l'informazione / formazione (obbligo già vigente e sanzionabile ai sensi dell'art.184), per quei lavoratori che possono risultare esposti a livelli superiori a quelli previsti per il pubblico, e in ogni caso in relazione all'utilizzo di attrezzature potenzialmente in grado di produrre interferenze elettromagnetiche su dispositivi medici impiantati (vedi anche **Punto 4.21**).

#### **4.21 - Quali sono i contenuti della informazione e della formazione ?**

I lavoratori professionalmente esposti a CEM dovranno essere informati sugli esiti della valutazione del rischio CEM in azienda, sul significato dei limiti di esposizione e dei valori di azione nonché dei potenziali rischi associati all'esposizione.

L'informazione, che deve comunque sempre includere nozioni sulle condizioni che possono comportare particolare suscettibilità e in particolare un avviso ai soggetti portatori di dispositivi o protesi mediche impiantate finalizzati alla segnalazione dei possibili rischi per la salute, ed alla richiesta da parte del lavoratore di visita di idoneità specifica alla mansione, deve fare particolare riferimento a:

- livelli di esposizione delle diverse mansioni e attività;
- classificazione delle aree, con chiara identificazione di quelle che possono esporre i lavoratori a livelli superiori a quelli previsti per la popolazione, quelle dove si superano i livelli di azione ed infine quelle non adatte ai lavoratori particolarmente sensibili;
- controindicazioni specifiche all'esposizione (elencazione delle condizioni di salute che consentono di classificare un lavoratore come "particolarmente sensibile") e conseguente necessità di segnalazione al medico competente di tali condizioni;
- indicazione delle modalità per l'accesso, su richiesta del lavoratore, alla sorveglianza sanitaria.

I lavoratori professionalmente esposti a CEM dovranno essere formati sulle misure di sicurezza da adottare al fine di prevenire i rischi per la salute e sicurezza specifici associati all'esposizione. In particolare i lavoratori che si trovino ad operare presso aree classificate a rischio di esposizione dovranno ricevere adeguata formazione sugli opportuni accorgimenti e modalità operative da adottare al fine di:

- prevenire il superamento dei livelli d'azione;
- uso e manutenzione dei DPI;
- uso e manutenzione dei dispositivi di segnalazione di allarme;
- procedure e norme comportamentali idonee a ridurre al minimo l'esposizione.

La Direttiva 2013/35/UE rafforza, rispetto alla precedente, gli obblighi a carico del datore di lavoro sull'informazione, con particolare riferimento alla possibilità di rischi indiretti o di interferenza.

#### 4.22 - Da quali livelli di esposizione far partire la sorveglianza sanitaria ?

Per una risposta al quesito va innanzitutto richiamato che la *sorveglianza sanitaria* è “l’insieme degli atti medici, finalizzati alla tutela dello stato di salute e sicurezza dei lavoratori, in relazione all’ambiente di lavoro, ai fattori di rischio professionali e alle modalità di svolgimento dell’attività lavorativa”, (art.2 comma 1 lettera m del DLgs.81/2008). Secondo l’art.41 comma 1 dello stesso provvedimento “... è effettuata dal medico competente: a) nei casi previsti dalla normativa vigente, dalle indicazioni fornite dalla Commissione consultiva di cui all’art.6; b) qualora il lavoratore ne faccia richiesta e la stessa sia ritenuta dal medico competente correlata ai rischi lavorativi.”

Va poi ricordato che né l’attuale Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 (comunque privo di effetti vincolanti) né la nuova Direttiva 2013/35/UE (peraltro ancora da recepire nella legislazione italiana) associano in modo esplicito l’obbligo della sorveglianza sanitaria al superamento di determinati livelli di esposizione.

Infine, il Capo IV prevede un controllo medico a seguito di un’esposizione superiore ai valori di azione, a meno che non venga dimostrato che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza; la nuova la Direttiva 2013/35/UE, in modo non troppo dissimile, prevede il controllo medico in caso di superamento dei valori limite di esposizione oppure qualora un lavoratore segnali effetti indesiderati o inattesi sulla salute.

Con queste premesse, nel quadro legislativo attuale caratterizzato dalla non vigenza dell’attuale Capo IV del Titolo VIII del DLgs.81/2008 e in attesa del recepimento della Direttiva 2013/35/UE, si ritiene che non siano attualmente definibili degli specifici livelli di esposizione da cui esiste l’obbligo di sorveglianza sanitaria a tutti i lavoratori.

Tuttavia, al medico competente, se previsto ex art.41 comma 1 del medesimo decreto legislativo si raccomanda di tenere in considerazione anche i rischi da CEM e si consiglia:

- a) di effettuare accertamenti sanitari mirati al rischio ai lavoratori individuati come particolarmente sensibili;
- b) di effettuare comunque un controllo medico ai lavoratori per i quali venga rilevata un’elevata esposizione a campi elettromagnetici, indicativamente al di sopra dei valori di azione, almeno nel caso in cui da specifica valutazione non sia dimostrato il rispetto dei valori limite.

In questi casi la sorveglianza sanitaria, pur non obbligatoria, può essere attivata su richiesta dei lavoratori ai sensi dell’art.41, comma 1b. Si evidenzia quindi la grande importanza di una corretta e completa informazione e formazione dei lavoratori (vedi **Punti 4.20 e 4.21**), specie per quanto riguarda le condizioni di particolare suscettibilità (vedi **Punto 4.24**), presupposti essenziali affinché il lavoratore possa evitare danni alla propria salute, soprattutto in assenza di sorveglianza sanitaria per altri rischi.<sup>13</sup>

Infine, nel caso di lavoratori occupati in aziende ove non è incaricato alcun medico competente, a fronte di una loro sollecitazione a considerare la loro specifica condizione di rischio, il datore di lavoro può avvalersi del percorso indicato dall’art.5, comma 3, della legge 300/70 (Commissioni mediche pubbliche).

#### 4.23 - Quale il ruolo della segnaletica e della delimitazione delle aree ?

La segnaletica di identificazione della presenza di campi elettromagnetici entra in gioco, ai sensi dell’attuale art.210, comma 2 del DLgs. 81/2008, nel caso in cui vi sia un’area in cui i lavoratori possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori d’azione.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> La Direttiva 2013/35/UE non ha sostanzialmente modificato il quadro delle disposizioni sulla sorveglianza sanitaria rispetto alla Direttiva 2004/40/CE mentre ha rafforzato rispetto alla precedente gli obblighi a carico del datore di lavoro sull’informazione, con particolare riferimento alla possibilità di rischi indiretti o di interferenza.

<sup>14</sup> Anche nella Direttiva 2013/35/UE l’obbligo di segnaletica è previsto per le aree in cui sia possibile il superamento dei valori di azione, senza riferimento al rispetto o meno dei VLE.



Ove sussista un rischio di superamento dei valori limite di esposizione l'area va indicata tramite l'apposita segnaletica (**Figura 4.2**) e l'accesso alla stessa va limitato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista un rischio di superamento dei valori limite di esposizione.

**Figura 4.2:** segnaletica di presenza di campi magnetici e di radiazioni elettromagnetiche che possono generare condizioni di esposizione non accettabili.

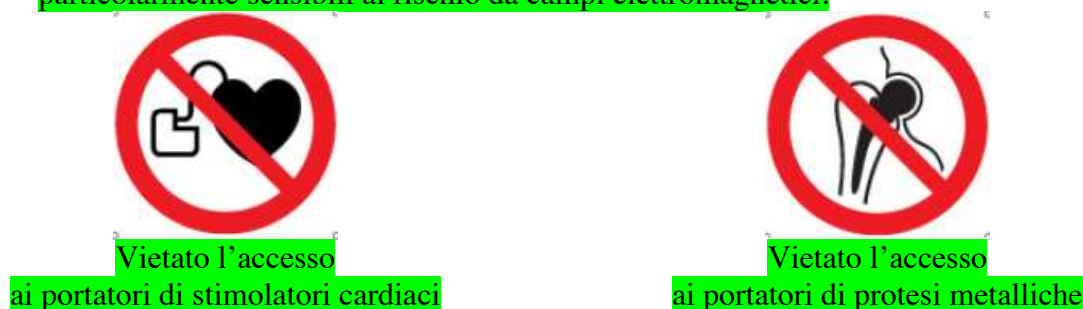


L'attuale articolo chiarisce che l'obbligo di indicazione con la segnaletica non sussiste nel caso in cui, nella valutazione dei livelli di campo elettromagnetico, il datore di lavoro dimostri che:

- 1) i valori limite di esposizione non sono superati;
- 2) possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza.

Tutto ciò va adattato alle esigenze dei lavoratori esposti particolarmente sensibili al rischio: nel caso in cui, ad esempio, siano presenti tra i lavoratori portatori di pacemaker o di altri apparati elettromedicali, il cui funzionamento possa essere compromesso da livelli di campo anche inferiori ai valori d'azione, bisognerà indicare con adeguata segnaletica le aree a rischio, e limitarne l'accesso ai suddetti lavoratori.

**Figura 4.3:** segnaletica di divieto prevista dalla UNI EN ISO 7010:2012 per lavoratori particolarmente sensibili al rischio da campi elettromagnetici.



Oltre agli aspetti visti fin qui, lo standard CENELEC EN 50499 individua in appendice una procedura facoltativa per la zonizzazione dell'azienda.

Tale procedura, che prevede di definire tre tipologie di zone di seguito meglio specificate, può essere utile a identificare e/o limitare gli accessi a parti di un'azienda in funzione della possibilità di essere esposti a determinati valori di campo.

Le zone sono in particolare così determinate:

Zona 0 = zona in cui i livelli di esposizione rispettano i limiti nazionali per la popolazione, oppure in cui tutte le sorgenti sono tra quelle giustificabili a priori.

Zona 1 = zona in cui i livelli di esposizione possono superare i limiti nazionali per la popolazione, ma rispettano il limite occupazionale

Zona 2 = zona in cui i livelli di esposizione possono superare i limiti occupazionali. Se è possibile l'accesso a questa zona, allora dovranno essere messe in atto misure per ridurre l'esposizione o limitare l'accesso.

#### 4.24 - Quali sono i soggetti particolarmente sensibili al rischio ?

In base ai dati forniti dalla letteratura scientifica, sono attualmente da considerare soggetti con possibili controindicazioni e/o particolarmente sensibili alle esposizioni a campi elettrici e magnetici quelli elencati nella **Tabella 4.4** seguente.

**Tabella 4.4:** soggetti da considerare particolarmente sensibili al rischio da effetti acuti da CEM

a) Soggetti portatori di:
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schegge o frammenti metallici</li><li>• Clip vascolari</li><li>• Valvole cardiache</li><li>• Stent</li><li>• Defibrillatori impiantati</li><li>• Pacemaker cardiaci</li><li>• Pompe di infusione di insulina o altri farmaci</li><li>• Corpi metallici nelle orecchie o impianti per udito</li><li>• Neurostimolatori, elettrodi impiantati nel cervello o subdurali</li><li>• Distrattori della colonna vertebrale</li><li>• Altri tipi di stimolatori o apparecchiature elettriche o elettroniche di qualunque tipo</li><li>• Corpi intrauterini (ad esempio spirale o diaframma) <b>se metallici o con componenti metalliche</b></li><li>• Derivazioni spinali o ventricolari, cateteri cardiaci</li><li>• Protesi metalliche di qualunque tipo (es. per pregresse fratture, interventi correttivi articolari etc.), viti, chiodi, filo etc.</li><li>• Altre protesi</li></ul>
b) Stato di gravidanza;
c) Soggetti con patologie del SNC, in particolare soggetti epilettici;
d) Soggetti con infarto del miocardio recente e con patologie del sistema cardiovascolare.

Pertanto, la **Tabella** è suscettibile di aggiornamenti in funzione dell'evoluzione delle conoscenze sui rischi delle esposizioni ai CEM.

#### 4.25 - Quali sono le ricadute del rischio campi elettromagnetici sui DUVRI e sui PSC/POS ?

In riferimento al Capo IV, il datore di lavoro committente nel promuovere la cooperazione e il coordinamento delle misure di prevenzione con le imprese con le quali attiva un contratto d'appalto, d'opera o di somministrazione o nel redigere nei casi previsti il Documento unico di valutazione dei rischi interferenti (DUVRI) di cui all'art.26 del DLgs.81/2008, indicherà innanzitutto i luoghi di lavoro dove i lavoratori potrebbero essere esposti a CEM che superano i livelli di azione precisando le misure di prevenzione e protezione da adottarsi (limitazione della durata delle esposizioni, possibili interferenze, impiego DPI, utilizzo di misuratori personali ...). Nel caso in cui, le esposizioni a CEM dei lavoratori pur non superando il livello di azione possano superare il livello di riferimento raccomandato per la popolazione, il datore di lavoro né darà ugualmente comunicazione al fine di prevenire eventuali rischi per i lavoratori portatori di dispositivi/impianti medicali attivi o passivi.

Il tema dei rischi interferenti è particolarmente pertinente nel caso della protezione dei lavoratori che svolgono mansioni che prevedono la salita su torri e tralicci per le telecomunicazioni. In questi casi è infatti frequente la condivisione del supporto fisico (il traliccio) o del sito tra più esercenti, e spesso l'attribuzione dell'incarico di intervento o manutenzione su un particolare elemento avviene in regime di sub-appalto. Al fine di una valutazione completa del rischio si raccomanda che il

datore di lavoro committente si rapporti con gli altri esercenti per ottenere informazioni sulle complessive emissioni del sito, da trasferire all'appaltatore verbalmente o, quando dovuto, all'interno DUVRI.

Il Coordinatore alla sicurezza in fase di progettazione (CSP) all'atto dell'elaborazione del Piano di sicurezza e di coordinamento (PSC; art.100, DLgs.81/2008) dovrà prendere in considerazione il problema relativo all'esposizione a CEM in particolare in relazione a:

- campi generati da sorgenti (ad es.: linee elettriche ad alta tensione, ripetitori, cabine, antenne ...) poste in prossimità o all'interno dell'area del cantiere segnalandone i valori stimati di esposizione;
- alla possibile presenza di attività lavorative eseguite con attrezzature che potrebbero comportare un'esposizione a CEM.

Il Piano operativo di sicurezza (POS) redatto dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice conterrà le informazioni relative alle attrezzature che potrebbero comportare il superamento del valore di azione. Inoltre esso dovrà contenere le informazioni relative all'eventuale superamento dei livelli di riferimento raccomandati per la popolazione per le attività vicine (ai fini della prevenzione degli effetti per i portatori di dispositivi medici) e l'indicazione delle misure/procedure adottate per eliminare o minimizzare il rischio. Il Coordinatore alla sicurezza in fase di esecuzione (CSE) adeguerà, se necessario, il PSC prevedendo le misure di prevenzione e protezione o l'idonea informazione in relazione alle possibili interferenze tra le diverse attività lavorative presenti nel cantiere.

#### ALLEGATO 4.1

Documenti pubblicati dal CENELEC nel quadro delle varie Direttive europee di mercato che richiamano i requisiti della Direttiva 2004/40/CE e/o della Raccomandazione 1999/519/CE per la protezione della popolazione.

- CEI EN 50519 – 2013: Valutazione dell'esposizione dei lavoratori a campi elettrici e magnetici dovuti ad apparecchiature industriali per riscaldamento ad induzione;
- CEI EN 50444 – 2008: Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti dalle apparecchiature per la saldatura ad arco e processi affini;
- CEI EN 50445 – 2008: Norma per famiglia di prodotti per dimostrare la conformità delle apparecchiature per la saldatura a resistenza, saldatura ad arco e processi affini ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz – 300 GHz);
- CEI EN 50505 – 2010: Norma base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici da apparecchiature per la saldatura a resistenza e processi affini;
- CEI EN 50496 – 2010: Misura dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici e valutazione del rischio potenziale per siti di diffusione radiotelevisiva;
- CEI EN 50360 – 2001: Norma di prodotto per dimostrare la conformità dei telefoni portatili ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (300 MHz – 3 GHz);
- CEI EN 50360/A1 – 2012: Norma di prodotto per dimostrare la conformità dei telefoni portatili ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (300 MHz - 3 GHz);
- CEI EN 62209-1 – 2007: Esposizione ai campi a radiofrequenza provenienti da dispositivi di comunicazione senza fili tenuti in mano o montati sul corpo - Modelli umani, strumentazione e procedure. Parte 1: Procedura per determinare il tasso di assorbimento specifico (SAR) per i dispositivi tenuti in mano molto vicini all'orecchio (gamma di frequenza: 300 MHz - 3 GHz);
- CEI EN 62209-2 – 2011: Esposizione ai campi a radiofrequenza provenienti da dispositivi di comunicazione senza fili tenuti in mano o montati sul corpo - Modelli umani, strumentazione e procedure. Parte 2: Procedura per determinare il tasso di assorbimento specifico (SAR) per dispositivi portatili di comunicazione senza fili usati molto vicini al corpo umano (gamma di frequenza: 30 MHz - 6 GHz);
- CEI EN 50364 – 2011: Limitazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti da dispositivi operanti nella gamma di frequenza 0 Hz - 300 GHz, utilizzati nei sistemi elettronici antitaccheggio (EAS), nei sistemi di identificazione a radio frequenza (RFID) e in applicazioni similari;
- CEI EN 62479 – 2011: Valutazione della conformità di apparati elettrici ed elettronici di debole potenza alle restrizioni di base relative all'esposizione umana ai campi elettromagnetici (10 MHz - 300 GHz);
- CEI EN 62311 – 2008: Valutazione degli apparecchi elettronici ed elettrici in relazione ai limiti di base per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici (0 Hz - 300 GHz);
- CEI EN 50383 – 2011: Norma di base per il calcolo e la misura dell'intensità di campo elettromagnetico e del SAR relativi all'esposizione umana derivante dalle stazioni radio base e dalle stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili (110 MHz - 40 GHz);
- EN 50383/AC – 2013: Basic standard for the calculation and measurement of electromagnetic field strength and SAR related to human exposure from radio base stations and fixed terminal stations for wireless telecommunication systems (110 MHz - 40 GHz);
- CEI EN 50384 – 2003: Norma di prodotto per dimostrare la conformità delle stazioni radio base e delle stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili ai limiti di base e ai livelli di riferimento relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radio frequenza (110 MHz - 40 GHz) – Lavoratori;

- CEI EN 50385 – 2003: Norma di prodotto per dimostrare la conformità delle stazioni radio base e delle stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili ai limiti di base e ai livelli di riferimento relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radio frequenza (110 MHz - 40 GHz) – Popolazione;
- CEI EN 50400 – 2007: Norma di base per dimostrare la conformità ai limiti di base o ai livelli di riferimento relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radio frequenza delle apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili, quando messe in servizio;
- CEI EN 50400/A1 – 2013: Norma di base per dimostrare la conformità ai limiti di base o ai livelli di riferimento relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radio frequenza delle apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili, quando messe in servizio;
- CEI EN 50401 – 2007: Norma di prodotto per dimostrare la conformità ai limiti di base o ai livelli di riferimento relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radio frequenza delle apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili, quando messe in servizio;
- CEI EN 50401/A1 – 2011: Norma di prodotto per dimostrare la conformità ai limiti di base o ai livelli di riferimento relativi all'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici a radio frequenza delle apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili, quando messe in servizio;
- CEI EN 50420 – 2007: Norma di base per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti da un trasmettitore di radiodiffusione indipendente (30 MHz - 40 GHz);
- CEI EN 50421 – 2007: Norma di prodotto per dimostrare la conformità di trasmettitori di radiodiffusione indipendenti ai livelli di riferimento e ai limiti di base relativi all'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radiofrequenza (30 MHz - 40 GHz);
- CEI EN 50492 – 2009: Norma di base per la misura in-situ dell'intensità del campo elettromagnetico in prossimità di stazioni radio base, in relazione all'esposizione umana;
- CEI EN 50475 – 2009: Norma di base per il calcolo e la misura dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici generati dai trasmettitori di servizi di radiodiffusione nella banda HF (3 MHz - 30 MHz);
- CEI EN 50476 – 2010: Norma di prodotto per dimostrare la conformità di stazioni trasmittenti per servizi di radiodiffusione ai livelli di riferimento e ai limiti di base in relazione all'esposizione umana ai campi elettromagnetici a radio frequenza (3 MHz - 30 MHz);
- CEI EN 50500 – 2009: Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana;
- CEI EN 62233 – 2009: Metodi di misura per campi elettromagnetici degli apparecchi elettrici di uso domestico e simili con riferimento all'esposizione umana;
- CEI EN 62110 – 2012: Livelli di campo elettrico e magnetico generati da sistemi di potenza in c.a. - Procedure di misura con riferimento all'esposizione umana;
- CEI EN 62369-1 – 2013: Valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici prodotti da dispositivi a corto raggio (SRD) in diverse applicazioni nella gamma di frequenza 0 GHz - 300 GHz. Parte 1: Campi prodotti da dispositivi utilizzati per sistemi elettronici antitaccheggio, sistemi di identificazione a radiofrequenza e applicazioni simili.

## ALLEGATO 4.2

**Luoghi di lavoro, apparecchiature conformi e loro eccezioni ai fini della valutazione del rischio per portatori di protesi ed altri dispositivi medici impiantati.**

<b>Indicazione del luogo di lavoro</b>	<b>Esempi di apparecchiature</b>	<b>Eccezioni e note</b>
Qualsiasi luogo	Apparecchi di illuminazione	Esclusa la illuminazione a microonde e RF.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche	Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Computer e apparecchiature informatiche comprese quelle per le comunicazioni senza fili	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Macchine per ufficio	Esclusi gli smagnetizzatori di nastri.
Qualsiasi luogo	Telefoni cellulari e telefoni senza fili	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1. Per esempio per i pacemaker e i defibrillatori, la distanza di interferenza tra la sorgente e il AIMD è di 15cm per potenze di picco fino a 2W.
Qualsiasi luogo	Radio ricetrasmettenti	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Stazioni base per telefoni senza fili DECT e WLAN (es. Wi-Fi)	Seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1. Per esempio per i pacemaker e i defibrillatori, la distanza di interferenza tra la sorgente e il AIMD è di 15 cm per potenze di picco fino 2 W
Qualsiasi luogo	Apparecchiature di comunicazione e reti cablate	
Qualsiasi luogo	Utensili elettrici mobili e portatili	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia il Lavoratore con AIMD non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Utensili riscaldanti portatili (es. pistole incollatrici, pistole riscaldanti)	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia il Lavoratore con AIMD non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Caricabatteria	Piccoli caricabatteria per uso domestico. I grandi caricabatteria (per uso professionale) necessitano di ulteriori valutazioni. Sono esclusi i caricatori che utilizzano accoppiamenti induttivi o di prossimità
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per giardinaggio	Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni. Tuttavia il Lavoratore con AIMD non deve utilizzare gli utensili senza che sia stata effettuata una ulteriore

		valutazione In conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature audio e video	Se l'apparecchiatura utilizza trasmissioni senza fili seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Apparecchiature portatili a batteria, esclusi trasmettitori a radiofrequenza	
Qualsiasi luogo	Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di ambienti	
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature non elettriche	Alcune apparecchiature non elettriche possono comprendere campi magnetici statici elevati (per esempio magneti permanenti). In questo caso deve essere condotta una valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Tutte le apparecchiature che producono campi magnetici statici	Le apparecchiature in grado di produrre densità di flusso magnetico di $B > 1$ mT nella regione occupata dal AIMD possono influenzare il comportamento del AIMD impiantato. Tale limite di picco di 1 mT si applica anche ai campi magnetici "quasi statici" nella gamma di frequenza compresa tra 0 Hz e alcuni Hz.
Qualsiasi luogo	<p>Reti di alimentazione elettrica nei luoghi di Lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione di elettricità che attraversano o scavalcano i luoghi di lavoro. L'esposizione ai campi elettrici e magnetici è considerata separatamente.</p> <p>Per quanto attiene all'esposizione ai campi magnetici, i seguenti sono conformi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- qualsiasi installazione elettrica con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A;</li> <li>- qualsiasi circuito singolo in un'installazione con una corrente nominale di fase non superiore a 100 A;</li> <li>- qualsiasi circuito i cui conduttori siano vicini tra loro e abbiano una corrente netta non superiore a 100 A;</li> <li>- sono compresi tutti i componenti delle reti che rispettano i criteri precedenti (compreso il cablaggio, gli apparecchi di manovra, i trasformatori, ecc.);</li> <li>- qualsiasi conduttore aereo nudo a qualunque tensione.</li> </ul> <p>Per quanto attiene alla esposizione ai campi elettrici, i seguenti sono conformi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) qualsiasi circuito di cavi sotterraneo o isolato a qualunque tensione nominale;</li> <li>2) qualsiasi conduttore aereo nudo di tensione non superiore a</li> </ol>	<p>I criteri indicati nella colonna centrale, allo scopo di dimostrare che i campi sono sufficientemente bassi da non interferire con i AIMD mirano a dimostrare che le esposizioni sono inferiori ai livelli di riferimento indicati nella Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE sull'esposizione della Popolazione ai EMF. Essa indica che, per quanto riguarda i campi magnetici, tutte le linee aeree rispettano tale criterio ma, per quanto riguarda i campi elettrici, solo le linee con tensione nominale fino a 150 kV lo rispettano. Tuttavia, in una linea aerea con tensione superiore a 150 KV, il campo elettrico è, generalmente, ma non sempre, inferiore al livello di riferimento per la popolazione.</p> <p>Il paragrafo C2 della norma CEI EN 50527-1 contiene maggiori informazioni al riguardo e, di conseguenza, non è prescritta una valutazione del rischio per un luogo di lavoro sorvolato da una linea aerea se si applica una delle condizioni seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le misure nel luogo di lavoro indicano il mancato superamento del livello di riferimento del campo elettrico per la popolazione;</li> <li>- se i calcoli del campo elettrico nel luogo di lavoro derivante dalla linea aerea (es. fornito dall'operatore di linea) indicano il mancato superamento del livello di riferimento del campo elettrico per la popolazione;</li> <li>- se la distanza dal suolo della linea non è inferiore a 16 m (per linee tra 291 kV e 420 kV), 11 m (per linee tra 226 kV e 290 KV), 9 m (per linee tra 151 KV e 225 kV) o qualsiasi altezza (per linee tra 0 KV e 150 KV) in nessun punto sul luogo di lavoro;</li> <li>- quando il luogo di lavoro è in un interno.</li> </ul> <p>Questo si applica quando un Lavoratore con AIMO è al livello del suolo (in piedi o seduto, ecc...) e non quando è sopra il livello del suolo.</p>



	100 KV, o linea aerea non superiore a 150 KV, sopra il luogo di lavoro o a qualunque tensione se il luogo di lavoro è in un interno	<p>Nel settore dell'alimentazione elettrica, alcuni luoghi di lavoro possono essere molto vicini alla rete di alimentazione elettrica, nel qual caso il campo può superare i livelli di riferimento del campo elettrico per la popolazione indicati nella Raccomandazione del Consiglio. La valutazione del rischio per un lavoratore con AIMD deve considerare i livelli dei campi suscettibili di essere incontrati dal lavoratore e la sensibilità alle interferenze dello specifico AIMD, tenendo conto del tipo delle impostazioni di sensibilità e della bipolarità o unipolarità dei conduttori.</p> <p>Le aree nelle quali il campo supera tali livelli possono riferirsi solo a 'esposizioni transitorie (vedi il paragrafo 4.6 della norma CEI EN 50527-1) nel qual caso possono essere consentite per il AIMD.</p>
Qualsiasi luogo	Strumentazione, apparecchi di misura e di controllo	Purché non contengano apparecchiature di radiotrasmissione, quali RadioLAN, Bluetooth o telefonia Mobile. In caso di loro inclusione nelle apparecchiature seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Elettrodomestici	<p>Sono comprese le apparecchiature professionali, quali i cuocivande, le lavatrici, forni a microonde, ecc., utilizzati in ristoranti, negozi, ecc...</p> <p>Sono escluse le apparecchiature per riscaldamento a induzione.</p> <p>Tali apparecchiature non devono contenere apparecchiature di radiotrasmissione (CS, RadioLAN, Bluetooth o Telefonia Mobile). In caso di loro inclusione nelle apparecchiature, seguire le raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p>
Qualsiasi luogo	Trasmettitori azionati a batteria	Seguire e raccomandazioni che ne limitano l'uso ricevute con il AIMD, o passare all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.
Qualsiasi luogo	Antenne di stazioni base	<p>Mantenersi all'esterno della distanza di interferenza come descritto nella valutazione in conformità all'Allegato A della norma CEI EN 50527-1.</p> <p>Se viene specificata una distanza di interferenza da una autorità competente questa deve essere utilizzata.</p>
Luoghi di lavoro sanitari	Tutte le apparecchiature mediche che non utilizzano sorgenti RF	Se i luoghi di lavoro sanitari comprendono campi magnetici o elettrici statici o variabili nel tempo, possono essere necessarie precauzioni operative. Per le apparecchiature indicate in altri punti della presente tabella, utilizzate nei luoghi di lavoro sanitari, vedi la sezione corrispondente.
Luoghi di lavoro aperti al pubblico (trattati in 4.3 della Direttiva 2004/40/EC)	Si considera che i luoghi aperti al pubblico e conformi ai limiti di esposizione contenuti nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/CE siano conformi senza ulteriori valutazioni purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati	In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono di solito in aree localizzate vicine alle apparecchiature che emettono EMF, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emettitore, dai consulenti medici o consultando la Norma specifica del dispositivo corrispondente.

Qualsiasi luogo	Apparecchiature con marchio CE valutate utilizzando una o più Norme elencate nell'Allegato C della EN 50499:2008.	<p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati.</p> <p>In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono, di solito, in aree localizzate vicine alle apparecchiature con marchio CE, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emittitore, dai consulenti medici o consultando la Norma specifica del dispositivo corrispondente.</p>
Qualsiasi luogo	Apparecchiature immesse sul mercato europeo in conformità alla Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE come prescritto dalle Direttive corrispondenti, in particolare in conformità alle Norme armonizzate relative, elencate nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea. Gli esempi sono contenuti nell'Allegato C della EN 50499:2008	<p>Alcune apparecchiature immesse sul mercato europeo possono essere conformi alla Raccomandazione del Consiglio 1999/519/CE pur non avendo ottenuto il marchio EC, per esempio, se fanno parte di una installazione.</p> <p>Le aree contenenti tali apparecchiature sono considerate conformi senza ulteriori valutazioni, purché la conformità sia valutata rispetto ai livelli di riferimento derivati.</p> <p>In alcune circostanze, i livelli di riferimento possono essere superati pur rispettando i limiti di base della raccomandazione. Tali circostanze sono, di solito, in aree localizzate vicine alle apparecchiature con marchio CE, quindi l'esposizione transitoria in tali zone può essere ammessa. In caso di dubbi, ulteriori linee guida possono essere ottenute dai costruttori del dispositivo o dell'emittitore, dai consulenti medici o mediante l'uso della Norma specifica del dispositivo corrispondente.</p>

## **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'esclusione delle radiazioni ottiche naturali dal campo di applicazione del Titolo VIII 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.

Ulteriori obblighi previsti dal Titolo I, e pertanto applicabili al caso delle radiazioni ottiche naturali, sono relativi alla formazione e informazione dei lavoratori (art.31).

Per la sorveglianza sanitaria si veda il **Punto 1.11.**

**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.).

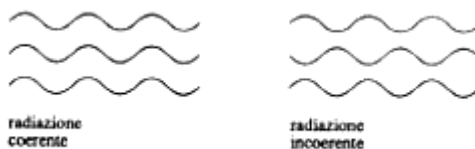
L'intervallo delle lunghezze d'onda delle ROA è compreso tra 100 nm e 1 mm (con le bande spettrali degli infrarossi –IR–, del visibile –VIS– e dell'ultravioletto –UV–) mentre l'energia ( $E=h\nu$ ) è compresa tra  $10^{-3}$  e 12 eV (vedi **Tabella 5.1**)

**Tabella 5.1:** rappresentazione delle bande spettrali delle ROA ( $\lambda$  = lunghezza d'onda,  $\nu$  = frequenza ed  $E$  = energia). In Letteratura si possono trovare limiti di banda leggermente diversi. Le lunghezze d'onda della banda UV-A comprese tra 380 e 400 nm sono in grado di indurre stimolazione retinica, pertanto appartengono anche alla banda del visibile.

Banda	IR-C	IR-B	IR-A	VISIBILE	UV-A	UV-B	UV-C
$\lambda$ (nm)	$10^6 \div 3000$	$3000 \div 1400$	$1400 \div 780$	$780 \div 380$	$400 \div 315$	$315 \div 280$	$280 \div 100$
$\nu$ (GHz)	$300 \div 0,4 \times 10^6$			$0,4 \times 10^6 \div 0,75 \times 10^6$	$0,75 \times 10^6 \div 3 \times 10^6$		
$E$ (eV)	$\sim 10^{-3} \div 1,6$			$1,6 \div 3,3$	$3,3 \div 12$		

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 5.1**).

**Figura 5.1**



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 generalmente di un'unica (o poche) lunghezza d'onda, direzionali e di elevata intensità. La lunghezza d'onda è determinata principalmente<sup>15</sup> 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 5.2** e **5.3** vengono forniti due elenchi non esaustivi dei principali campi di applicazione.

**Tabella 5.2**

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

**Tabella 5.3**

<b>ESEMPI DI SORGENTI LASER</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazioni mediche e mediche per uso estetico</li> <li>• Applicazioni per solo uso estetico (depilazione)</li> </ul>

<sup>15</sup> 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 (Visibile) o 266 nm (UV).

- 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 ...)

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

Il Capo V 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 26/04/2010.

### 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 (prevalentemente fotochimica nell'UV e termica nell'IR) può provocare conseguenze dannose come riportato nella **Tabella 5.4**.

**Tabella 5.4: 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	
Visibile (da 380 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 radiazione 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 60825-8:2006) fascicolo 12150E** 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**)<sup>16, 17</sup>.

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”.

<sup>16</sup> 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).

<sup>17</sup> 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.



Sono giustificabili anche tutte le apparecchiature che emettono radiazione ottica non coerente indicate dalle “*Non Binding Guide*” della Health Protection Agency nelle condizioni specificate dalle linee guida stesse (Vedi **Tabelle 5.5 e 5.6**).

**Tabella 5.5:** Sorgenti che producono esposizioni insignificanti e che possono essere considerate “sicure”.

Illuminazione fluorescente montata a soffitto con diffusori sopra le lampade
Schermi di computer o simili
Illuminazione fluorescente compatta montata a soffitto
Proiettore fluorescente compatto
Trappole per insetti UVA
Proiettore alogeno al tungsteno montato a soffitto
Illuminazione specifica per la zona di lavoro con lampada al tungsteno (incluse le lampadine a spettro solare)
Lampade al tungsteno montate a soffitto
Fotocopiatrici
Attrezzatura di presentazione con lavagna interattiva
Indicatori a LED
Assistenti digitali personali
Freccia, stop, retromarcia e antinebbia
Lampade per flash fotografici
Riscaldatori radianti sospesi a gas
Illuminazione stradale

**Tabella 5.6:** Sorgenti che possono essere considerate sicure in determinate condizioni

Sorgenti	Condizioni di utilizzo sicuro
Illuminazione fluorescente montata a soffitto senza diffusori sopra le lampade	Sicura con livelli normali di illuminazione da lavoro ( $\approx 600$ lux)
Proiettori ad alogenuro metallico/al mercurio ad alta pressione	Sicuri se la copertura frontale di vetro è integra e non si trova nella linea di vista.
Proiettori da tavolo	Sicuri se non si guarda il fascio
Luce nera UVA a bassa pressione	Sicura se non si trova nella linea di vista
Qualsiasi dispositivo laser di «classe 1» (secondo la norma EN 60825-1)	Sicuro se la copertura è integra. Potrebbe non essere sicuro se la copertura viene rimossa
Qualsiasi prodotto del «gruppo esente» (secondo la norma EN 62471)	Sicuro se non si trova nella linea di vista. Potrebbe non essere sicuro se la copertura viene rimossa
Proiettori dei veicoli	Sicuri se si evita lo sguardo prolungato diretto intra-fascio

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 5.7** 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 5.7: 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 germicida 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.: PUVA-terapia, fototerapia dell'ittero neonatale).
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 <b>ALLEGATO 2</b> ). 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 sovraesposizioni 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  $\mu$ m)*” pubblicata su *Health Physics, September 1997, Vol.73, N.3* e scaricabile dal sito dell'ICNIRP: [www.icnirp.org/documents/broadband.pdf](http://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  $\mu$ m)*”, 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 e aggiornata dalla Direttiva 2007/47/CE, recepita con DLgs.37/2010, 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 5.8**:

**Tabella 5.8**

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 5.2** è mostrato ad esempio una marcatura specifica per una apparecchiatura di categoria 1.



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 5.9**) 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 5.9**

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 aggiornata dalla Direttiva 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, targhetatura 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 targhetatura, 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 5.3**) deve essere associata, tranne che per la classe 1, una ulteriore targhetta (vedi esempio in **Figura 5.4**) che riporta:

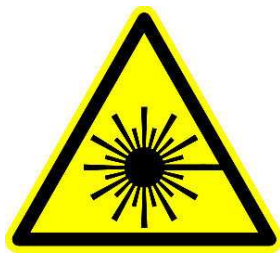
- gli avvertimenti relativi all'utilizzo in sicurezza del laser;
- la classe del laser, la massima potenza della radiazione laser emessa, le lunghezze d'onda emesse, la durata dell'impulso (se il caso);
- la norma usata per la classificazione.
- se l'emissione della radiazione laser è invisibile (esterna, 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.

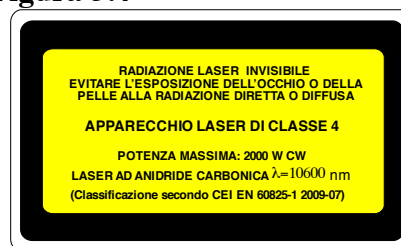
Inoltre, se durante le operazioni di assistenza alla macchina possono essere superati i LEA della classe 1, il costruttore deve comunque indicare sul libretto di uso e manutenzione tutte le informazioni sulla classe del laser, sulle caratteristiche della radiazione emessa e le relative procedure di sicurezza 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 5.3**



**Figura 5.4**



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 aggiuntivi, 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 un illuminamento 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 emessa. 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 2<sup>18</sup>. In tutti gli altri casi il superamento può verificarsi tutte le volte 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 la sorgente emette unicamente luce bianca, è possibile effettuare una misurazione preliminare di luminanza della stessa o ricavarla da una misura di illuminamento effettuata con un normale luxmetro (da cui calcolare poi la luminanza<sup>19</sup>). Infatti, se la luminanza di una sorgente di luce bianca non supera le 10.000 cd/m<sup>2</sup>, 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**.

---

<sup>18</sup> 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 patto che il lavoratore sia informato del fatto (come del resto deve essere scritto sulle targhette) che non deve fissare intenzionalmente il fascio.

<sup>19</sup> La misura di illuminamento (in lux) deve essere eseguita, eventualmente schermando ogni altra sorgente, a livello degli occhi dell'osservatore e su un piano perpendicolare alla congiungente osservatore-sorgente. La luminanza della sorgente si ottiene dividendo il valore misurato di illuminamento per l'angolo solido (in steradiani) sotteso dalla sorgente.

### **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*

### **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<sup>20</sup>. 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

<sup>20</sup> Nelle note in premessa della Tabella 2.6 dell'Allegato XXXVII del DLgs.81/2008 sono presenti due errori tipografici: al punto 2 invece di "verseica", si legga "verifica" e al punto 3 invece di "verseicano" si legga "verificano"

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 Coupled 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 **ACCREDIA**, 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:

- 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;
- 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);
- la separazione fisica degli ambienti nelle quali si generano ROA potenzialmente nocive dalle postazioni di lavoro vicine;
- l'impiego di automatismi (interblocchi) per disattivare le sorgenti ROA potenzialmente nocive (es.: lampade germicida a raggi UV) sugli accessi ai locali nei quali queste sono utilizzate;
- 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 5.10**.

**Tabella 5.10**

<b>NORMA</b>	<b>ARGOMENTO</b>
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
<b>UNI EN 207: 2010</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri e protettori dell'occhio contro radiazioni laser (protettori dell'occhio per laser)
<b>UNI EN 208: 2010</b>	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:

- descrizione del tipo di ROA utilizzate nel lavoro in oggetto;
- definizione, entità e significato dei valori limite di esposizione alle ROA utilizzate;
- rischi per la salute e la sicurezza che possono derivare dall'esposizione alle ROA, con particolare riguardo a quelli sugli occhi e sulla cute;
- 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.;
- risultati della valutazione e/o misurazione e/o calcolo dei livelli di esposizione alle ROA;
- circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e obiettivi della stessa;
- modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi per la salute derivanti dall'esposizione alle ROA;
- risultati anonimi e collettivi della sorveglianza sanitaria sugli effetti delle ROA;
- 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;
- conoscenza della segnaletica relativa alle ROA e criteri utilizzati per la sua collocazione.



### 5.23 - Quando è necessario far partire la sorveglianza sanitaria ?

#### ***Radiazioni ottiche non coerenti***

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.

#### ***Radiazioni laser***

Ribadita l'esigenza di garantire un tempestivo controllo del Medico Competente ove si fosse riscontrata un'esposizione superiore ai valori limite, per quanto attiene alla esposizione a ROA coerenti si raccomanda di sottoporre a sorveglianza sanitaria periodica i lavoratori che utilizzano laser di classe 3B e 4, come del resto indicato anche nella "Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca" CEI 76 Fascicolo 3850 R al punto E10.11.

### 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 Territoriale 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 tetraciline 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 5.11**;

**Tabella 5.11:** Agenti fotosensibilizzanti (da ICNIRP, 2004).

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

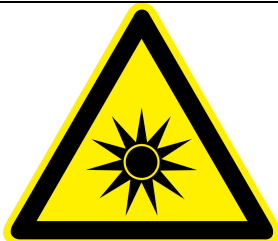

Ai fini della sorveglianza sanitaria devono essere cautelativamente considerati particolarmente sensibili al danno retinico di natura fotochimica i lavoratori che hanno subito un impianto IOL (Intra Ocular Lens; “cristallino artificiale”), in particolare se esposti a radiazioni tra 300 e 550 nm,. Maggiori 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’attuale 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 regolamentato laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista un rischio di superamento dei valori limite di esposizione.

Nel caso delle radiazioni ottiche non coerenti la UNI EN ISO 7010:2012 prevede l’utilizzo della segnaletica di sicurezza riportata in **Figura 5.5**.



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 sempre secondo la UNI EN ISO 7010:2012, quello indicato nella **Figura 5.6**.

Figura 5.5	Figura 5.6
	

Analogamente, in presenza di sorgenti Laser, occorre valutare la sussistenza, nelle zone intorno alle apparecchiature, di rischi di esposizione. Al riguardo è necessario definire una Zona Nominale Rischio Oculare (ZNRO), ovvero una zona all’interno della quale l’irradiazione o l’esposizione energetica del fascio supera i Valori Limite di Esposizione (VLE) per la cornea; essa include la possibilità di errato o accidentale puntamento del fascio laser. Se la ZNRO comprende la possibilità di visione assistita otticamente, viene detta “ZNRO estesa”.

Laddove sia riscontrata la presenza di una ZNRO occorre procedere nella definizione di una Zona Laser Controllata (ZLC), ovvero di una zona adeguatamente segnalata, preferibilmente delimitata da barriere fisiche, con accessi regolamentati 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 laser.

In questo caso la segnaletica di identificazione della presenza di Zona Laser Controllata (ZLC) si trova nell’Allegato XXV del DLgs.81/2008 e prevede l’utilizzo del pittogramma di **Figura 5.7a**. Ulteriori e più approfondite indicazioni sono inoltre contenute nel Rapporto Tecnico CEI 76-11. Il Rapporto, al punto 8.4.2, prevede che sia utilizzato il pittogramma di **Figura 5.7b**. Tuttavia, in virtù della CM n. 30 del 16/07/2013, che sancisce il principio dell’equivalenza tra i pittogrammi riportati nell’Allegato XXV del DLgs.81/2008 e quelli contenuti nella Norma UNI EN ISO 7010:2012 è possibile utilizzare indifferentemente l’uno o l’altro.

<b>Figura 5.7a:</b> Cartello di avvertimento previsto dall'All.XXV del DLgs.81/2008	<b>Figura 5.7b:</b> Cartello di avvertimento previsto dalla UNI EN ISO 7010:2012
	

Il Rapporto Tecnico CEI 76-11 prevede inoltre che, in aggiunta al pittogramma succitato, siano indicati i tipi di rischi, le restrizioni di accesso e le precauzioni da adottarsi in caso si entri nella zona. Per tali ragioni, in associazione al pittogramma di **Figura 5.7b**, si possono associare anche quelli mostrati in **Figura 5.8**, ripresi dalla “Guida non vincolante alla buona prassi nell’attuazione della direttiva 2006/25/CE «Radiazioni ottiche artificiali»”.



## 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.

<sup>21</sup> Tratto da “Guida non vincolante alla buona prassi nell’attuazione della direttiva 2006/25/CE «Radiazioni ottiche artificiali»” con modifica - Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell’Unione europea, 2011

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 5.1

### CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI E SISTEMI LASER

**Tabella A1.A**

**Classificazione attuale dei laser o “nuova classificazione” (dopo il 01/07/2005)**

La nuova classificazione prevede sette classi:

- Classe 1 - Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, incluso l'uso di strumenti ottici per la visione del fascio;
- 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,...);
- 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;
- 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,...);
- Classe 3R - Laser che emettono nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 302,5 e  $10^6$  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;
- Classe 3B - Laser che sono normalmente pericolosi nel caso di esposizione diretta del fascio; la visione della radiazione diffusa è normalmente non pericolosa;
- 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**

**Vecchia classificazione, ancora valida per i laser antecedenti al 01/07/2005**

La vecchia classificazione prevedeva cinque classi:

- Classe 1 - Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili;
- 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;
- 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;
- Classe 3B - La visione diretta del fascio di questi laser è sempre pericolosa; la visione di riflessioni diffuse è normalmente non pericolosa;
- 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
<b>Classe 1</b>	<b>Nessuno</b>	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
<b>Classe 1M</b>	<b>Basso</b>	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..)

		<p>SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER - NON OSSERVARE DIRETTAMENTE CON STRUMENTI OTTICI, APPARECCHIO LASER DI CLASSE 1M</p>
<b>Classe 2</b>	<b>Basso</b>	<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  Normalmente le reazioni di difesa naturali compreso il riflesso palpebrale (0,25 s) sono sufficienti per la protezione dell'occhio.  Non osservare direttamente il raggio laser. Non dirigere il raggio verso le persone.  SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER - NON FISSARE IL FASCIO APPARECCHIO LASER DI CLASSE 2</p>
<b>Classe 2M</b>	<b>Basso</b>	<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.  Possono essere pericolosi se vengono utilizzate ottiche di osservazione (microscopi, binoculari, ecc..)  Non osservare direttamente il raggio laser. Non dirigere il raggio verso le persone.  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>
<b>Classe 3R</b>	<b>Medio</b>	<p>Emettono radiazione nell'intervallo di lunghezza d'onda tra 302,5 nm e 10<sup>6</sup> nm..  La visione diretta del fascio è sconsigliata in ogni caso. Il rischio è comunque inferiore a quello del laser di classe 3B  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.  Previsto il supporto del TSL (Tecnico Sicurezza Laser)  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  SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER – EVITARE L'ESPOSIZIONE DIRETTA DEGLI OCCHI – APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3R</p>
<b>Classe 3B</b>	<b>Medio</b>	<p>Sono normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio. Le riflessioni diffuse sono normalmente sicure.  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  Previsto il supporto del TSL  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  SEGNALETICA: Tipica dicitura posta sulla targhetta informativa RADIAZIONE LASER – EVITARE L'ESPOSIZIONE AL FASCIO – APPARECCHIO LASER DI CLASSE 3B</p>
<b>Classe 4</b>	<b>Alto</b>	<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.  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.  Previsto il supporto del TSL  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  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**

<b>TIPO DI LASER</b>	<b>PERICOLO</b>	<b>Principali caratteristiche e requisiti di sicurezza</b>
<b>Classe 1</b>	<b>Nessuno</b>	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"
<b>Classe 2</b>	<b>Basso</b>	DESCRIZIONE: Sono compresi in questa classe i laser ad emissione continua e nel visibile, con potenza $\leq 1$ 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"
<b>Classe 3A</b>	<b>Basso</b>	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"
<b>Classe 3B</b>	<b>Medio</b>	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.
<b>Classe 4</b>	<b>Alto</b>	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 5.2

### 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 fascicolo 12708 (gennaio 2013)** 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 causato 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, nei saloni di bellezza e in strutture simili, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.

Tipo 2: Effetto biologico causato 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, nei saloni di bellezza e in strutture simili, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.

Tipo 3: Effetto biologico causato dalle radiazioni con lunghezze d'onda sia inferiori che superiori a 320 nm. Irradianza limitata nell'intera banda di radiazione UV. Sono affidate all'uso domestico e similare e possono essere utilizzati da persone non esperte.

Tipo 4: Effetto biologico causato principalmente dalle radiazioni con lunghezze d'onda inferiori a 320 nm. Sono destinati ad essere usati attenendosi ai consigli del medico.

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 <sup>2</sup> )	
	250 nm < $\lambda$ ≤ 320 nm	320 nm < $\lambda$ ≤ 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

$\lambda$  è la lunghezza d'onda della radiazione

**Gli apparecchi UV per abbronzatura non devono emettere radiazioni che abbiano un'irradianza efficace totale, cioè ponderata secondo la curva eritemale, superiore a 0,3 W/m<sup>2</sup>.**

Inoltre devono riportare un avvertimento che abbia il seguente significato:

- Attenzione: le radiazioni ultraviolette possono danneggiare gli occhi e la pelle. Leggere attentamente le istruzioni o in alternativa "Consultare il personale per ulteriori informazioni". 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/m<sup>2</sup> devono riportare un avvertimento che abbia il seguente significato: "Attenzione: luce intensa. Non fissare l'emettitore".

**Ulteriori indicazioni e avvertenze sono contenute nel paragrafo 7.1 della norma tecnica citata, insieme alle specifiche degli occhiali di protezione da utilizzare.**

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 "Health Issues of Ultraviolet Tanning Appliances used for Cosmetic Purposes" (Health Physics 84 (1): 119-127; 2003):

*"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".*

### ALLEGATO 5.3

#### 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, allo stato attuale delle conoscenze, esso è ritenuto indotto con massima efficacia dalla radiazione visibile blu di lunghezza d'onda compresa tra i 435 e i 440 nm, ma anche da altre lunghezze d'onda della radiazione visibile comprese prevalentemente tra 380 e 550 nm (intervallo che include in parte anche la luce verde). 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 quantificazione<sup>22</sup> 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.

---

<sup>22</sup> 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 5.4**

### **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-A<sup>23</sup>, 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)<sup>24</sup>, 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)<sup>25</sup>.

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 teleobiettivo<sup>26</sup> 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

---

<sup>23</sup> per le definizioni si rimanda al Capo V del Titolo VIII del DLgs.81/2008.

<sup>24</sup> 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.

<sup>25</sup> 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.

<sup>26</sup> la sonda dovrà essere posta ad una distanza dalla sorgente pari a quella di messa a fuoco del sistema ottico.

campo di vista del sistema. L'ottica di raccolta potrà eventualmente essere accoppiata al radiometro mediante fibra ottica.

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 mrad<sup>27</sup>), 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:

- c) il mezzo disperdente del monocromatore;
- d) la dispersione angolare che per i reticoli aumenta all'aumentare del numero di incisioni per mm;
- e) "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 righe<sup>28</sup> mentre nell'IR le sorgenti più comuni sono principalmente assimilabili a corpi neri.

---

<sup>27</sup> come indicato nel punto j-k-1, della tabella 1.1 dell'allegato XXXVII del DLgs.81/2008, che riporta i valori limite di esposizione

<sup>28</sup> 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

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 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 5.5**

### **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 CO<sub>2</sub> 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 5.6

### 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
- 2C 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 <b>2C</b>	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 germicida.
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	1.990
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 ergonomicità), 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 **Tabelle 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
<b>Q</b> è la portata di acetilene, in litri all'ora. <b>NB:</b> 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
<b>Q</b> è la portata di ossigeno, in litri all'ora. <b>NB:</b> 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

	Corrente A																						
Processo	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							
MIG con metalli pesanti							9		10		11			12			13		14				
MIG con leghe leggere										10		11		12		13		14					
Taglio aria-arco	10										11		12		13		14		15				
Taglio plasma-jet									9		10	11	12			13							
Saldatura ad arco al microplasma	4	5		6		7		8		9		10		11		12							
	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.																							

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;

Scale number	Maximum spectral transmittance at the laser wavelength  $\tau(\lambda)$	Power (E) and energy (H) density for testing the protective effect and resistance to laser radiation in the wavelength range								
		180 nm to 315 nm			> 315 nm to 1 400 nm			> 1 400 nm to 1 000 $\mu$ m		
		For test condition/pulse duration in seconds (s)								
		D $\geq 3 \times 10^4$	I, R $10^{-9}$ to $3 \times 10^4$	M $< 10^{-9}$	D $> 5 \times 10^{-4}$	I, R $10^{-9}$ to $5 \times 10^{-4}$	M $< 10^{-9}$	D $> 0,1$	I, R $10^{-9}$ to 0,1	M $< 10^{-9}$
		$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J /m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$H_M$ J/m <sup>2</sup>	$E_D$ W/m <sup>2</sup>	$H_{I,R}$ J/m <sup>2</sup>	$E_M$ W/m <sup>2</sup>
LB1	$10^{-1}$	0,01	$3 \times 10^2$	$3 \times 10^{11}$	$10^2$	0,05	$1,5 \times 10^{-3}$	$10^4$	$10^3$	$10^{12}$
LB2	$10^{-2}$	0,1	$3 \times 10^3$	$3 \times 10^{12}$	$10^3$	0,5	$1,5 \times 10^{-2}$	$10^5$	$10^4$	$10^{13}$
LB3	$10^{-3}$	1	$3 \times 10^4$	$3 \times 10^{13}$	$10^4$	5	0,15	$10^6$	$10^5$	$10^{14}$
LB4	$10^{-4}$	10	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^{14}$	$10^5$	50	1,5	$10^7$	$10^6$	$10^{15}$
LB5	$10^{-5}$	$10^2$	$3 \times 10^6$	$3 \times 10^{15}$	$10^6$	$5 \times 10^2$	15	$10^8$	$10^7$	$10^{16}$
LB6	$10^{-6}$	$10^3$	$3 \times 10^7$	$3 \times 10^{16}$	$10^7$	$5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$	$10^9$	$10^8$	$10^{17}$
LB7	$10^{-7}$	$10^4$	$3 \times 10^8$	$3 \times 10^{17}$	$10^8$	$5 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$10^{10}$	$10^9$	$10^{18}$
LB8	$10^{-8}$	$10^5$	$3 \times 10^9$	$3 \times 10^{18}$	$10^9$	$5 \times 10^5$	$1,5 \times 10^4$	$10^{11}$	$10^{10}$	$10^{19}$
LB9	$10^{-9}$	$10^6$	$3 \times 10^{10}$	$3 \times 10^{19}$	$10^{10}$	$5 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$	$10^{12}$	$10^{11}$	$10^{20}$
LB10	$10^{-10}$	$10^7$	$3 \times 10^{11}$	$3 \times 10^{20}$	$10^{11}$	$5 \times 10^7$	$1,5 \times 10^6$	$10^{13}$	$10^{12}$	$10^{21}$

The symbols D, I, R and M relative to the test conditions are explained in Table 4.

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:

- 3) lunghezza(e) d'onda o campo di lunghezze d'onda in nm in cui il filtro garantisce la protezione
- 4) 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).
- 5) numero di graduazione
- 6) marchio di identificazione del fabbricante
- 7) livello di resistenza meccanica (ove applicabile).

Ad esempio una marcatura dell'oculare "633 DI LB4 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);
- LB4 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 **da UNI EN 208:2010**.

Scale number	Spectral transmittance		CW and pulse lasers with a pulse duration of $\geq 2 \times 10^{-4}$ s	Pulse lasers with a pulse duration of $> 10^{-9}$ s to $2 \times 10^{-4}$ s
	Filter	Frame	Maximum laser power W	Maximum pulse energy J
RB 1	$10^{-2} < \tau(\lambda) \leq 10^{-1}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-1}$	0,01	$2 \times 10^{-6}$
RB 2	$10^{-3} < \tau(\lambda) \leq 10^{-2}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-2}$	0,1	$2 \times 10^{-5}$
RB 3	$10^{-4} < \tau(\lambda) \leq 10^{-3}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-3}$	1	$2 \times 10^{-4}$
RB 4	$10^{-5} < \tau(\lambda) \leq 10^{-4}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-4}$	10	$2 \times 10^{-3}$
RB 5	$10^{-6} < \tau(\lambda) \leq 10^{-5}$	$\tau(\lambda) \leq 10^{-5}$	100	$2 \times 10^{-2}$

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);
- 7. lunghezza d'onda, o campo di lunghezze d'onda (in nm), dalla quale il dispositivo deve proteggere;
- 8. numero di graduazione;
- 9. marchio di identificazione del fabbricante;
- 10. marchio di certificazione se applicabile;
- 11. lettera relativa alla resistenza meccanica (ove applicabile);
- 12. 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  $2 \times 10^{-3}$  J 500 – 550 RB4 X S" indica:

- 1 W è la massima potenza laser;
- $2 \times 10^{-3}$  J mostra l'energia massima d'impulso;
- 500 – 550 è la gamma di lunghezze d'onda da cui il dispositivo deve proteggere;
- RB4, 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 5.7

### PRINCIPALI NORME TECNICHE E PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE CITATE

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
CEI-EN 60825-1 fascicolo 4405 R	Sicurezza degli apparecchi laser – Parte 1: classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore (VECCHIA CLASSIFICAZIONE)
<b>Norma It. CEI 76 - Class. CEI 76 - CT 76 - Fascicolo 3849 R - Anno 1998 - Edizione Prima</b> Guida per l'utilizzazione di apparati laser	<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>
<b>Norma It. CEI 76 - Class. CEI 76 - CT 76 - Fascicolo 3850 R - Anno 1998 - Edizione Prima</b> Guida per l'utilizzazione di apparati laser per laboratori di ricerca	<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>
<b>Norma It. CEI EN 60825-1 – Class. CEI 76-2 – CT 76 – Fascicolo 6822 – Anno 2003 – Edizione Quarta</b> Sicurezza degli apparecchi laser Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore	<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 norme 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>

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
<p><b>Norma It. CEI EN 60825-1</b>  – <b>Class. CEI 76-2 – CT 76</b>  – <b>Fascicolo 9891 – Anno 2009 – Edizione Quinta</b>  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><b>Norma It. CEI EN 61040 - Class. CEI 76-3 - CT 76 - Fascicolo 3579 R - Anno 1998 - Edizione Prima</b>  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.</p> <p>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><b>Norma It. CEI EN 60825-2 Class. CEI 76-4 - CT 76 - Fascicolo 8516 C - Anno 2006 - Edizione Terza</b>  Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche (OFCS)</p>	<p>Questa Norma fornisce le prescrizioni e le linee guida specifiche per il funzionamento e la manutenzione in sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche. In tali sistemi la potenza ottica può essere accessibile all'esterno dei confini dell'apparecchiatura di trasmissione, o a grande distanza della sorgente ottica. Non si applica a sistemi a fibre ottiche progettati per trasmettere potenza ottica per applicazioni quali la lavorazione dei materiali o cure mediche.</p>
<p><b>Norma It. CEI EN 60825-4 Class. CEI 76-5 - CT 76 - Fascicolo 9139 - Anno 2007 - Edizione Seconda</b>  Parte 4: Barriere per laser</p>	<p>Questa Norma specifica le protezioni relative alle barriere per laser permanenti e temporanee che racchiudono la zona di lavoro di una macchina di lavorazione laser e per dispositivi di protezione. Si applica a tutte le parti componenti di una barriera per laser, inclusi schermi e finestre di osservazione, pannelli, pareti per laser e pareti. Indica inoltre come valutare e specificare le proprietà protettive di una barriera per laser.</p>
<p><b>Norma It. CEI 76-6 - Class. CEI 76-6 - CT 76 - Fascicolo 12150E- Anno 2012 - Edizione Prima</b>  Sicurezza degli apparecchi laser  Parte 8: Guida all'uso dei fasci laser sull'uomo</p>	<p>Questa Norma serve come guida per il datore di lavoro, l'organizzazione responsabile, il tecnico sicurezza laser, l'operatore laser e altre persone coinvolte nell'uso sicuro del laser e dell'apparecchiatura laser di Classe 3B o 4. Essa riguarda tutte le applicazioni dei fasci laser sull'uomo principalmente in strutture sanitarie, centri estetici e di depilazione e trattamenti dentali, comprese applicazioni mobili e ambito domestico.</p> <p>In essa sono descritte le misure di controllo raccomandate per la sicurezza dei pazienti, degli operatori, del personale addetto alla manutenzione. I comandi tecnici che fanno parte dell'apparecchiatura laser o dell'installazione sono brevemente descritti per fornire una comprensione dei principi generali di protezione.</p> <p>Gli argomenti trattati sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- i sistemi di trasmissione del fascio;</li> <li>- gli effetti biologici della radiazione laser;</li> <li>- il rapporto di infortuni e situazioni pericolose;</li> <li>- l'elenco dei controlli;</li> </ul> <p>Questa Norma sostituisce completamente la Norma CEI 76-6:2001</p>
<p><b>Norma It. CEI EN 60825-12 Class. CEI 76-7 CT 76 - Fascicolo 7643- Anno 2005 - Edizione Prima</b>  Parte 12: Sicurezza dei sistemi ottici di comunicazione nello spazio libero utilizzati per la trasmissione di informazioni</p>	<p>Questa Norma contiene prescrizioni per la costruzione e una guida per l'uso in sicurezza di apparecchi e sistemi laser utilizzati per la trasmissione ottica di dati da punto a punto, o da punto a multipunto nello spazio libero. La Norma si riferisce alla parte a fascio libero del sistema. La Norma non si applica ai sistemi progettati allo scopo di trasmettere potenza ottica per applicazioni, quali la lavorazione di materiali o le terapie mediche. Inoltre non si applica all'utilizzo di sistemi in atmosfere esplosive. In questa Norma sono inclusi anche i LED (diodi che emettono luce) come "laser".</p>

NORME CEI-EN / IEC	DESCRIZIONE
<p><b>Norma It. CEI EN 62471 – Class. CEI 76-9 – CT 76 – Fascicolo 10156 Anno 2010</b></p> <p>Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei 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. <b>Essa è identica alla norma EN 62471:2008-09. Deve essere utilizzata congiuntamente alla Norma CEI 76-10.</b></p>
<p><b>Norma It. CEI 76-10 Fascicolo 10403E CT 76 – Anno 2010 Edizione Prima</b></p> <p>Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada</p> <p>Parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza della radiazione ottica dei prodotti non laser</p>	<p><b>Questa rapporto tecnico fornisce le basi per i requisiti di sicurezza relative alla radiazione ottica dei prodotti diversi dai laser, servendo da guida per l'elaborazione di prescrizioni di sicurezza nelle Norme verticali di prodotto e aiutando i costruttori di apparecchi di illuminazione a interpretarle informazioni relative alla sicurezza fornite dai costruttori di lampade. Essa è identica alla IEC/TR 62471-2:2009-08. Deve essere utilizzato congiuntamente alla Norma CEI EN 62471.</b></p>
<p><b>Norma It. CEI 76-11 Fascicolo 11631E CT 76 – Anno 2011 Edizione Prima</b></p> <p>Sicurezza degli apparecchi laser</p> <p>Parte 14: Guida per l'utilizzatore</p>	<p><b>Questo Rapporto Tecnico fornisce una guida per un utilizzo sicuro degli apparecchi laser conformi alla IEC 60825-1. Il documento è previsto per assistere gli utilizzatori nella comprensione dei principi generali di sicurezza.</b></p> <p><b>In particolare permette:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'identificazione delle situazioni di potenziale pericolo,</li> <li>- la valutazione dei rischi derivanti da tali situazioni,</li> <li>- la determinazione delle necessarie misure di protezione e controllo.</li> </ul>
<p><b>Norma It. CEI EN 60601-2-57 - Class. CEI 76-12-CT76 - Fascicolo 12258 - Anno 2012</b></p> <p>Apparecchi elettromedicali</p> <p>Parte 2: Prescrizioni particolari per la sicurezza fondamentale e le prestazioni essenziali delle apparecchiature con sorgenti ottiche non laser destinate ad uso terapeutico, diagnostico, di monitoraggio e cosmetico/estetico</p>	<p><b>La norma si applica alle apparecchiature che incorporano una o più sorgenti ottiche non-laser destinate ad uso terapeutico, diagnostico, di monitoraggio e cosmetico/estetico con emissioni nell'intervallo di lunghezze d'onda da 200 nm a 3000 nm.</b></p>
<p><b>Norma It. CEI EN 60335-2-27 - Class. CEI 61-184 - CT 59/61 - Fascicolo 12708 - Anno 2013</b></p> <p>Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e 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>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.</p> <p>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.</p> <p>La Norma non si applica invece agli apparecchi destinati ad usi medicali.</p> <p>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.</p> <p>Deve essere usata congiuntamente alla CEI EN 60335-1.</p>
<p><b>IEC 60601-2-22 Ed. 3.0 b:2007</b></p> <p>Medical electrical equipment - Part 2: Particular requirements for</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</p>



the safety of diagnostic and therapeutic laser equipment  <u>IEC 60601-2-22</u> <u>Ed. 3.0 b:2007</u>	(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.
<b>CEI EN 60601-2-22 1997</b> Fascicolo 3495 Apparecchi elettromedicali Parte 2: Norme particolari per la sicurezza degli apparecchi laser terapeutici e diagnostici	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.  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.

<b>NORME UNI</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>UNI EN 14255-1:2005</b>	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro
<b>UNI EN 14255-2:2006</b>	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
<b>UNI EN 14255-3:2008</b>	Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche non coerenti - Parte 3: Radiazioni UV emesse dal sole
<b>UNI EN 14255-4:2007</b>	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
<b>UNI EN 12198-1:2009</b>	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 1: Principi generali
<b>UNI EN 12198-2:2009</b>	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 2: Procedura di misurazione dell'emissione di radiazione
<b>UNI EN 12198-3:2008</b>	Sicurezza del macchinario - Valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario - Parte 3: Riduzione della radiazione per attenuazione o schermatura
<b>UNI EN ISO 11553-1:2009</b>	Sicurezza del macchinario - Macchine laser - Parte 1: Requisiti generali di sicurezza
<b>UNI EN ISO 11553-2:2009</b>	Sicurezza del macchinario - Macchine laser - Parte 2: Requisiti di sicurezza per macchine laser portatili
<b>UNI EN ISO 11554:2008</b>	Ottica e fotonica - Laser e sistemi laser - Metodi di prova della potenza del fascio, dell'energia e delle caratteristiche temporali
<b>UNI EN 166: 2004</b>	Protezione personale dagli occhi - Specifiche
<b>UNI EN 167: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova ottici
<b>UNI EN 168: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Metodi di prova non ottici
<b>UNI EN 169: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri per saldatura e tecniche connesse - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
<b>UNI EN 170: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri ultravioletti - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
<b>UNI EN 171: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri infrarossi - Requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate
<b>UNI EN 172: 2003</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri solari per uso industriale
<b>UNI EN 175: 1999</b>	Protezione personale degli occhi - Equipaggiamenti di protezione degli occhi e del viso durante la saldatura e i procedimenti connessi
<b>UNI EN 207: 2010</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri e protettori dell'occhio contro radiazioni laser (protettori dell'occhio per laser)
<b>UNI EN 208: 2010</b>	Protezione personale degli occhi - Protettori dell'occhio per i lavori di regolazione sui laser e sistemi laser (protettori dell'occhio per regolazione laser)
<b>UNI EN 379: 2004</b>	Protezione personale degli occhi - Filtri automatici per saldatura
<b>UNI 10912: 2000</b>	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.
<b>UNI EN 1598:2004</b>	Salute e sicurezza in saldatura e tecniche connesse - Tende, strisce e schermi trasparenti per procedimenti di saldatura ad arco
<b>UNI EN 12254:2008</b>	Schermi per posti di lavoro in presenza di laser - Requisiti di sicurezza e prove
<b>UNI EN 16237:2013</b>	Classificazione delle sorgenti non elettriche di radiazioni ottiche incoerenti



PUBBLICAZIONI	DESCRIZIONE
<b>Pubblicazioni ICNIRP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0,38 to 3 <math>\mu\text{m}</math>)” pubblicata su <i>Health Physics</i>, September 1997, Vol. 73, N.3 e scaricabile dal sito dell’ICNIRP: <a href="http://www.icnirp.org/documents/broadband.pdf">www.icnirp.org/documents/broadband.pdf</a></li> <li>• “Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation)” pubblicata su <i>Health Physics</i>, August 2004, Vol. 87, N.2 e scaricabile dal sito dell’ICNIRP: <a href="http://www.icnirp.org/documents/UV2004.pdf">www.icnirp.org/documents/UV2004.pdf</a></li> <li>• “Protecting workers from ultraviolet radiation” (ICNIRP 14/2007). Scaricabile dal sito dell’ICNIRP: <a href="http://www.icnirp.org/documents/UVWorkers.pdf">www.icnirp.org/documents/UVWorkers.pdf</a></li> <li>• “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.</li> </ul>
<b>Health Protection Agency, Radiation Protection Division</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “A Non-Binding Guide to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC”, scaricabile dal sito <a href="http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KE3010384">http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KE3010384</a></li> </ul>
<b>Documenti CIIP</b> (Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “La figura professionale dell’esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz–300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente.”</li> <li>• “Profili professionali degli Esperti per la valutazione delle radiazioni ottiche non coerenti-ERO e coerenti-ASL/TSL”</li> </ul> <p>Entrambi i documenti sono scaricabili dal sito della CIIP <a href="http://www.aias-sicurezza.it/minisiti/default.asp?id=52&amp;sx=011300000970&amp;nv=s">www.aias-sicurezza.it/minisiti/default.asp?id=52&amp;sx=011300000970&amp;nv=s</a></p>

## CREDITS



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:*



**INAIL – Istituto Nazionale  
per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro**



**Istituto Superiore di Sanità**

***Il testo è stato redatto da Gruppi di lavoro composti da:***

Omar Nicolini (Azienda USL Modena) con il ruolo di Coordinatore  
Sara Adda (ARPA-Piemonte)  
Laura Argenti (INAIL)  
Bruno Barbera (ARPA-Piemonte)  
Sandra Bernardelli (Azienda USL Bologna)  
Massimo Borra (INAIL)  
Gilberto Cristoforetti (Azienda USL 8 Arezzo)  
Michele del Gaudio (INAIL)  
Giovanni Di Felicianantonio (AUSL Teramo)  
Riccardo Di Liberto (Policlinico S.Matteo - Pavia)  
Rosaria Falsaperla (INAIL)  
Pietro Fenocchi (Università di Modena e Reggio Emilia)  
Silvana Gatti (ASL 4 Chiavarese)  
Fabriziomaria Gobba (Università di Modena e Reggio Emilia)  
Rocco Graziano (ASL Napoli 1 Centro)  
Andrea Guasti (AOU Senese - Siena)  
Lucia Isolani (ASUR Area Vasta n.3-Macerata)  
Paolo Lenzuni (INAIL)  
Enrico Marchetti (INAIL)  
Nicola Marisi (ASL Lanciano-Vasto-Chieti)  
Luca Mattioli (Azienda USL Bologna)  
Andrea Militello (INAIL)  
Pietro Nataletti (INAIL)  
Silvano Orsini (ICP – Milano)  
Paolo Paraluppi (ASL Pavia)  
Walter Perini (ASUR Area Vasta n.3-Macerata)  
Bruno Piccoli (Università Cattolica del Sacro Cuore - Roma)  
Iole Pinto (Azienda USL 7 Siena)  
Alessandro Polichetti (ISS - Dipartimento Tecnologie e Salute)  
Paolo Rossi (INAIL)  
Paolo Saragosa (ASL di Frosinone)  
Roberta Stopponi (ASUR Area Vasta n.3-Macerata)  
Alessandra Tomaselli (Università di Pavia)  
Pierangelo Tura (ARPA-Piemonte)  
Anna Maria Vandelli (Azienda USL Modena)  
Paolo Zanichelli (ARPA-Emilia Romagna)

***Il testo è disponibile:***

- unitamente a tutti gli altri materiali promossi o realizzati con la collaborazione del Coordinamento Tecnico delle Regioni e delle Province autonome, all'indirizzo:  
[http://www.ausl.mo.it/dsp/ct\\_interregionale](http://www.ausl.mo.it/dsp/ct_interregionale)
- sul sito dell'INAIL – Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro, all'indirizzo:  
<http://www.ispesl.it/documentazione/fattore.asp>
- sul sito dell'ISS – Istituto Superiore di Sanità, all'indirizzo:  
<http://www.iss.it/elet/index.php?lang=1&id=116&tipo=9>
- sul Portale Nazionale Agenti Fisici (PAF), all'indirizzo:  
[http://www.portaleagentifisici.it/fo\\_normative\\_e\\_documentazione.php?lg=IT](http://www.portaleagentifisici.it/fo_normative_e_documentazione.php?lg=IT)