

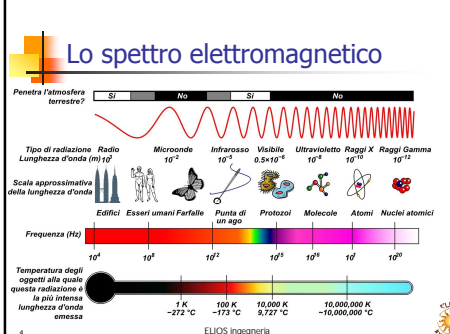
RADIAZIONI OTTICHE



SICUREZZA E IGIENE DEL LAVORO
PREVENZIONE INCENDI
AMBIENTE
SISTEMI DI GESTIONE AZIENDALE
PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Paolo Fichera
Certificato competenze COORDSPP – ICPREV S.r.l. – n° 184/00 ICPREV
ELIOS ingegneria Studio associato – www.eliosingegneria.it

Lo spettro elettromagnetico



Penetra l'atmosfera terrestre?

Tipo di radiazione: Radio, Microonde, Infrarosso, Visibile, Ultravioletto, Raggi X, Raggi Gamma

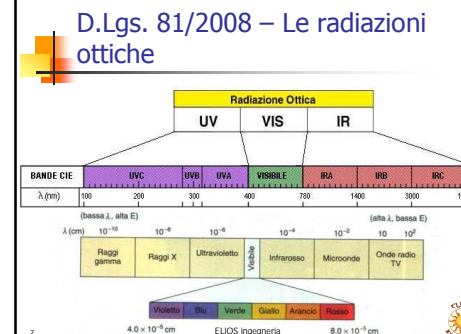
Lunghezza d'onda (m): 10^3 , 10^2 , 10^1 , $0.5 \cdot 10^0$, 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}

Scala approssimativa della lunghezza d'onda: Edifici, Esseri umani, Farfalle, Punta di un ago, Protozoi, Molecole, Atomi, Nuclei atomici

Frequenza (Hz): 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 , 10^8 , 10^9 , 10^{10}

Temperatura degli oggetti alla quale questa radiazione è la più intensa: 1 K , -272 °C , 100 K , -173 °C , $10,000 \text{ K}$, $9,729 \text{ °C}$, $10,000,000 \text{ K}$, $-10,000,000 \text{ °C}$

D.Lgs. 81/2008 – Le radiazioni ottiche



Radiazione Ottica

UV VIS IR

BAUDE CIE: UVC, UVB, UVA, VISIBILE, IRA, IRB, IRC

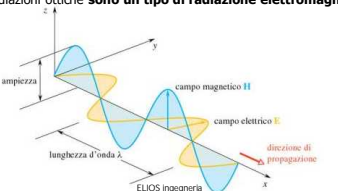
λ (nm): 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000

λ (cm): 10^{-10} , 10^{-8} , 10^{-6} , 10^{-4} , 10^{-2} , 10^0

4.0 × 10⁻⁸ cm 6.0 × 10⁻⁸ cm

Radiazioni ottiche... cosa sono ?

- Non è un corso di fisica, ma alcune cose è necessario saperle...
- Le radiazioni ottiche **non sono semplicemente la luce che vediamo**.
- Le radiazioni ottiche **sono un tipo di radiazione elettromagnetica**.



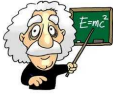
I tipi di radiazione elettromagnetica

Tipo	Frequenza	Lunghezza d'onda
Onde radio	≤3 GHz	≥10 cm
Microonde	3 GHz – 300 GHz	10 cm – 1 mm
Infrarossi (IR)	300 GHz – 428 THz	1 mm – 700 nm
Luce visibile (VIS)	428 THz – 749 THz	700 nm – 400 nm
Ultravioletti (UV)	749 THz – 30 PHz	400 nm – 100 nm
Raggi X	30 PHz – 300 EHz	100 nm – 1 pm
Raggi gamma	≥300 EHz	≤1 pm

Il D.Lgs. 81/2008 – Titolo VIII – Capi I e V – Cosa fare

- Valutare il rischio** avvalendosi di **personale qualificato** (ERO e TSL) (artt. 181 e 216);
- Eliminare e/o ridurre i rischi** (artt. 182 e 217);
- Svolgere **sorveglianza sanitaria** nei casi previsti (artt. 185 e 218);
- Informare, formare ed addestrare i lavoratori** (artt. 36, 37, 73, 184).

Per capire è utile ricordare che...



$\lambda \cdot f = c$

- Lunghezza d'onda **λ** e frequenza **f** sono inversamente proporzionali dato che la velocità della luce **c** è una costante.

$E = h \cdot f$

- Essendo **h** la costante di Planck, l'energia **E** associata all'onda elettromagnetica è direttamente proporzionale alla frequenza **f** .

Radiazioni elettromagnetiche e normativa di riferimento

Tipo di radiazioni elettromagnetiche	Lunghezza d'onda	Normativa
Campo magnetico statico	0	L. 36/2001
Onde radio	> 10 cm	D.lgs. 81/08
Microne	10 cm – 1 mm	Titolo VIII, capo IV
Infrarossi	IRB: 1 mm – 3000 nm IRA: 3000 – 1400 nm	D.Lgs. 81/08 Titolo VIII, capo V
Luce visibile	780 nm – 380 nm	
Ultravioletti	UVB: 400 nm – 315 nm UVA: 315 nm – 280 nm UVC: 280 nm – 100 nm	ROA
Raggi X	100 nm – 0,01 nm	D.Lgs. 230/95
Raggi Gamma	< 0,01 nm	

D.Lgs. 81/2008 - Possibili danni

TIPO	SOTTOTIPO	PARTI DEL CORPO A RISCHIO	DANNI POSSIBILI
ULTRAVIOLETTI	UVA, UVB, UVC	Occhio (cornea, congiuntiva, cristallino) Cute	Fotokeratite Congiuntivite Cataratta (cristallino opaco) Eritema Elastosi Precocce invecchiamento e tumori della pelle
	UVC	Occhio (cristallino)	Cataratte (cristallino opaco)
LUCE VISIBILE	Luce BLU	Occhio (retina)	Fotoretinite
	Luce intensa	Occhio (retina) Cute	Ustione retina Ustione cute
INFRAROSSO	IRA	Occhio (retina)	Ustione retina
	IRA e IRB	Occhio (cornea e cristallino) Cute	Ustione cornea Ustione cute

Non solo malattie, ma anche infortuni!

I principali effetti sull'uomo

RADIAZIONE OTTICA	OCCHIO	CUTE
ULTRAVIOLETO	fotokeratoconjuntivite (UVB-UVC), cataratta fotochimica (UVB)	eritema (UVB-UVC), sensibilizzazione (UVA-UVB), fotoinvecchiamento (UVC-UVB-UVA), cancerogenesi (UVB-UVA)
VISIBILE	fotoretinite (in particolare da luce blu, 380-550 nm)	fotodermatosi
INFRAROSSO	ustioni corneali (IRC-IRB), cataratta termica (IRB-IRA), danno termico retinico (IRA)	vasodilatazione, eritema, ustioni

10 ELIOS ingegneria

La pericolosità intrinseca di un LASER

13 ELIOS ingegneria

La nuova classificazione dei LASER dal 1° luglio 2005

- Classe 2M.** Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm, per i quali la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa, compreso il riflesso palpebrale. Tuttavia, l'osservazione può risultare pericolosa se all'interno del fascio l'utilizzatore impiega strumenti ottici;
- Classe 3R*.** Laser che emettono nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 302,5 e 10⁶ nm, per i quali la visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa, ma il rischio è inferiore rispetto a quello dei laser di classe 3B;
- Classe 3B*.** Laser che sono normalmente pericolosi in caso di visione diretta del fascio. Le riflessioni diffuse sono normalmente sicure;
- Classe 4*.** Laser che sono in grado di provocare riflessioni diffuse pericolose. Possono causare lesioni alla cute e potrebbero anche costituire pericolo d'incendio. Il loro utilizzo richiede estrema cautela.
* : casi con obbligo di nomina del TSL (tecnico di sicurezza LASER)

16 ELIOS ingegneria

Radiazioni ottiche coerenti ed incoerenti

Radiazione coerente

Radiazione incoerente

- Art. 214 D.Lgs. 81/2008
- c) **radiazione laser:** radiazione ottica prodotta da un laser;
- d) **radiazione non coerente:** qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser;

11 ELIOS ingegneria

La classificazione dei LASER

La pericolosità degli apparecchi LASER è definita attraverso delle "classi" crescenti in funzione dei rischi

<p>Prima del 1° luglio 2005</p> <ul style="list-style-type: none"> Classe 1 Classe 2 Classe 3A Classe 3B * Classe 4 * 	<p>Dal 1° luglio 2005</p> <ul style="list-style-type: none"> Classe 1 Classe 1M Classe 2 Classe 2M Classe 3R * Classe 3B * Classe 4 *
---	---

Conoscere la data di fabbricazione dell'apparecchio è essenziale per comprendere la pericolosità del LASER

* : casi con obbligo di nomina del TSL (tecnico di sicurezza LASER), negli altri occorre valutare le modalità di impiego

14 ELIOS ingegneria

La precedente classificazione dei LASER

- Classe 1;** (<0,04mW): Non pericolosi, anche a seguito di osservazione diretta e prolungata del fascio.
- Classe 2;** (<1mW): L'osservazione diretta del fascio non è pericolosa per tempi inferiori a 0,25 s, se in tale lasso di tempo intervengono reazioni protettive dell'occhio, come il riflesso palpebrale.
- Classe 3a;** (<5mW): L'osservazione diretta del fascio mediante sistemi di amplificazione o focalizzazione ottica (binocoli, oculari etc.) è pericolosa. L'osservazione ad occhio nudo non presenta rischio se l'occhio mette in atto meccanismi di protezione, come la chiusura palpebrale, entro 0,25 s.
- Classe 3b;** (< 500 mW): L'osservazione diretta del fascio ad occhio nudo è comunque pericolosa. Non risulta invece pericolosa l'osservazione della luce diffusa da uno schermo, a patto che il tempo di osservazione sia inferiore a 10 s.
- Classe 4;** (>500mW): Per questa classe di dispositivi laser, l'osservazione della radiazione, sia diretta che dopo diffusione da parte di uno schermo, è comunque pericolosa.

17 ELIOS ingegneria

Radiazioni ottiche coerenti – LASER

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

- Direzionalità**
 - Radiazione in un'unica direzione.
 - Più precisamente, l'angolo solido sotteso da un fascio laser è estremamente piccolo.
- Monocromaticità**
 - Radiazione che cade quasi totalmente in un unico valore di lunghezza d'onda.
- Brillanza**
 - Nel laser la quantità di energia emessa per unità di angolo solido è incomparabilmente più elevata rispetto alle sorgenti tradizionali. In particolare è elevato il numero di fotoni per unità di frequenza.
 - Questa caratteristica è diretta conseguenza delle due precedentemente citate.
- Coerenza**
 - Ogni fotone ha la stessa fase del fotone che ha indotto l'emissione.
 - La fase viene mantenuta nel tempo e nello spazio.
- Varie modalità di emissione**
 - Possibile l'emissione di "pacchetti" di onde estremamente vicini nel tempo.

12 ELIOS ingegneria

La nuova classificazione dei LASER dal 1° luglio 2005

- Classe 1.** Laser che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio.
- Classe 1M.** Laser che emettono radiazione nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 302,5 e 4000 nm, che sono sicuri nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, ma che possono essere pericolosi se l'utilizzatore impiega strumenti ottici all'interno del fascio.
- Classe 2.** Laser che emettono radiazione visibile nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 400 e 700 nm, per i quali la protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa, compreso il riflesso palpebrale. Questa reazione può essere prevista per fornire una protezione adeguata nelle condizioni di funzionamento ragionevolmente prevedibili, **compreso l'impiego di strumenti ottici per la visione diretta del fascio.**

15 ELIOS ingegneria

La classificazione dei LASER

- In realtà la classificazione LASER è un po' più complessa e tiene conto di vari aspetti:
 - Lunghezza d'onda
 - Potenza di emissione
 - Livello massimo di emissione accessibile
 - Modalità di emissione
 - Diametro apparente della sorgente

18 ELIOS ingegneria

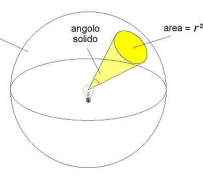
Ordinanza 16 luglio 1998 (G.U. 167 del 20 luglio 1998)

- Dal 21 luglio 1998 è vietata su tutto il territorio nazionale, la commercializzazione di puntatori LASER o di oggetti con funzione di puntatori LASER di classe pari o superiore a 3 (>1mW), secondo la norma CEI EN 60825;
- Lo stesso provvedimento è emanato nell'Unione Europea e negli Stati Uniti d'America.

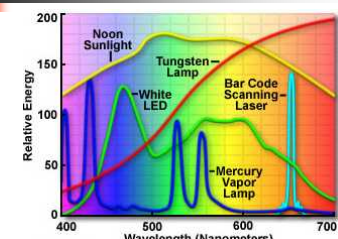


Il flusso radiante e l'intensità radiante

- Il **flusso radiante** è la potenza totale (in tutte le direzioni) prodotta nello spettro elettromagnetico da una sorgente.
- L'**intensità radiante** è quella porzione di flusso radiante compresa nell'unità di angolo solido.
- L'unità di misura dell'angolo solido è lo steradiano (1 sr), quindi l'intensità radiante viene misurata in watt per steradiano.



Alcuni spettri nel VIS di varie sorgenti comuni

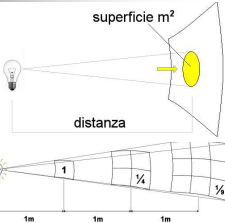


Come comportarsi con i LASER: alcune regole base

Classe 1	innocuo in esercizio normale	nessuna misura necessaria
Classe 1M	innocuo senza strumenti ottici	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 2	innocuo se l'esposizione è momentanea	non osservare direttamente il raggio laser; non dirottare il laser sul volto
Classe 2M	senza strumenti ottici: come classe 2	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 3A	eliminata	trattare come la classe 1M o 2M
Classe 3B	limitatamente pericoloso	lasciar utilizzare solo da personale qualificato
Classe 3B	raggio diretto pericoloso per gli occhi; radiazione diffusa non pericolosa	designare l'addetto alla sicurezza laser; delimitare le zone di utilizzazione con misure architettoniche; controllare gli accessi; dichiarare la presenza di laser all'entrata; lasciar utilizzare solo da personale qualificato; indossare eventualmente occhiali di protezione
Classe 4	raggio pericoloso per occhi e pelle; radiazione diffusa ev. pericolosa per gli occhi; pericolo di incendio	stesse precauzioni che per la classe 3B; utilizzare i DPI (dispositivi di protezione individuali) necessari

L'irradianza

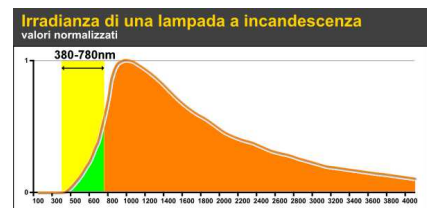
- L'**irradianza** è la quantità di radiazione che cade sull'unità di area (in W/m²)
- Nell'ipotesi di **simmetria sferica** della sorgente, l'irradianza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza.
- L'**illuminanza** è l'omologo dell'irradianza, pesata secondo la curva di sensibilità fotopica.
- Esposizione radiante** è l'integrale nel tempo dell'irradianza per unità di area irradiata (in J/m²)



La lampadina


Irradianza di una lampada a incandescenza

valori normalizzati



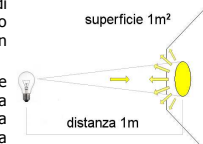
La radiometria

- La **radiometria** è la disciplina che si occupa di misurare delle quantità associate all'energia radiante.
- L'unità di misura fondamentale in radiometria è il watt (joule al secondo).
- Tutte le altre unità sono derivate dal watt, declinato per unità di superficie, distanza, angolo solido etc.

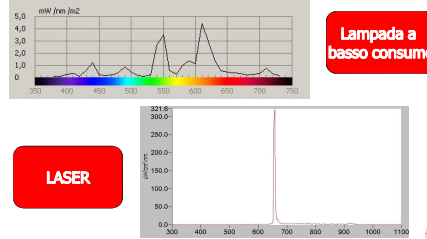


La radianza

- La **radianza** è la quantità di radiazione riflessa, trasmessa o emessa da una superficie (in W/m² sr)
- In caso di una superficie ideale piana che diffonda in maniera uniforme in tutte le direzioni, la radianza è pari alla irradianza divisa per π (pi greco).
- La **luminanza** è l'omologo della radianza pesata secondo la curva di sensibilità fotopica.

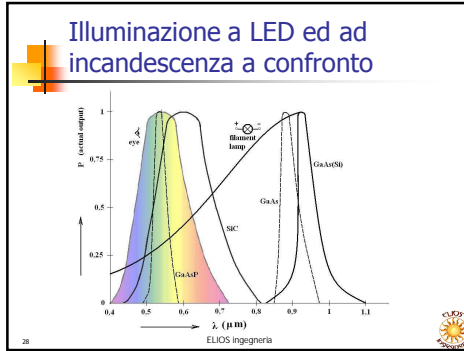


Alcuni esempi di spettri

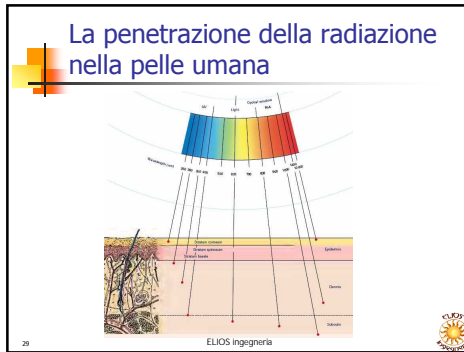
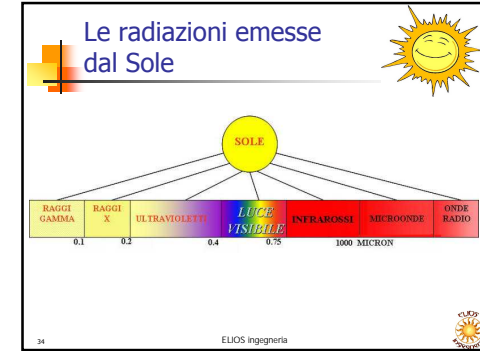


Lampada a basso consumo

LASER

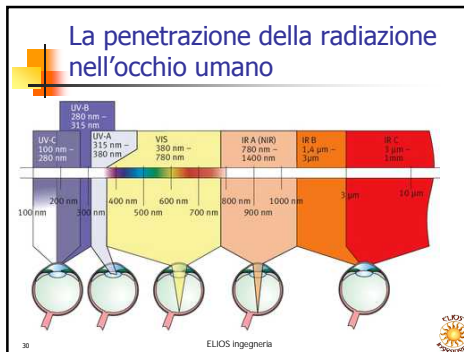


- ### Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni IR o processi
- Sole
 - Cabine di riscaldamento infrarosso
 - Forni di fusione, di asciugatura o essiccazione
 - Saldatrici
 - Lampade per illuminazione di aree videosorvegliate
 - Trasmettitori dati
 - LASER
 - Scanner 2D o 3D LASER
 - Riscaldamento di corpi solidi generici
 - Termoformatura o fusione materie plastiche
 - Taglio LASER
 - Riscaldamento di cibi
 - Termoformatura polipropilene
 - Catalisi o asciugatura di vernici
 - Illuminazione
- 31 ELIOS ingegneria

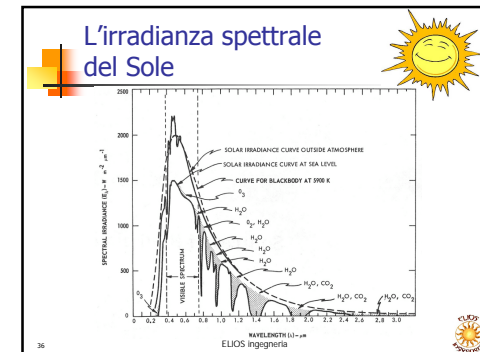


- ### Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni VIS o processi
- Sole
 - Forni di fusione
 - Saldatrici
 - Lampade per illuminazione
 - Schermi video
 - LASER
 - Segnali luminosi
 - Lampade flash
 - Lettori di codici a barre
 - Scanner 2D o 3D LASER
 - Illuminazione
 - Fotolitografia
 - Fototerapia
 - Proiezione immagini
 - Fotografia
 - Misurazioni topografiche
 - Taglio LASER
- 32 ELIOS ingegneria

- ### La radiazione UV del Sole
- Sulla superficie terrestre **arriva solo una parte dell'energia** emessa dal Sole; l'atmosfera svolge una funzione di filtro.
 - Il Sole emette luce ultravioletta in tutte e tre le bande UV-A, UV-B e UV-C**, ma a causa dell'assorbimento da parte dell'atmosfera terrestre, **circa il 99% degli ultravioletti che arrivano sulla superficie terrestre sono UV-A**.
 - Praticamente il 100% degli UV-C e il 95% degli UV-B viene assorbito dall'atmosfera.
 - Secondo lo IARC** la radiazione UV solare che giunge sulla superficie terrestre **è cancerogena per l'uomo (gruppo 1)**.
- Esiste un reale pericolo di salute!**
- 35 ELIOS ingegneria



- ### Alcuni esempi di sorgenti di radiazioni UV o processi
- Saldatrici
 - Lampade per illuminazione
 - Apparecchiature abbronzanti
 - Lampade germicide
 - Schermi video
 - LASER
 - Trappole per insetti
 - Lampade flash
 - Scanner 2D o 3D LASER
 - Illuminazione
 - Fluorescenza
 - Fotopolimerizzazione
 - Fotolitografia
 - Fototerapia
 - Proiezione
 - Controlli non distruttivi
 - Effetti luminosi scenici
 - Fotografia
 - Trattamenti dentali
- 33 ELIOS ingegneria



La valutazione del rischio da radiazioni solari



È una **valutazione del rischio necessaria**, laddove vi è esposizione, perché:

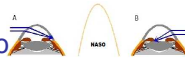
- Dal punto di vista fisico, a parità di spettro, **non vi è alcuna differenza tra una radiazione ottica di origine naturale ed una artificiale**;
- **Art. 28 D.Lgs. 81/2008**: si devono valutare tutti i rischi per la salute e sicurezza dei lavoratori;
- IARC classifica le **radiazioni ottiche solari UV come sicuramente cancerogene** per l'uomo;
- **Esiste già la metodologia** codificata per svolgere tale valutazione del rischio a livello europeo.

37

ELIOS ingegneria



I rischi per l'occhio



- Anche se ben protetto dall'esposizione alla radiazione ultravioletta **dalla sua posizione naturale all'interno del cranio, l'occhio è comunque esposto alla luce proveniente frontalmente dal campo visivo e soprattutto, anche se appare meno intuitivo, a quella proveniente dai lati**.
- In particolare **la conformazione del bulbo oculare può focalizzare**, per effetto della rifrazione nel tessuto corneale, **la radiazione UV sui bordi della pupilla e sul tessuto germinativo dell'iride** (effetto Coroneo).
- Questo tipo di esposizione può provocare, su tempi lunghi, la cataratta di origine fotochimica.

40

ELIOS ingegneria



Danni agli occhi provocati dall'esposizione al Sole

- **L'esposizione solare per una o due ore senza protezione, può determinare arrossamento e/o bruciore** (cheratite).
- I raggi **UV** possono originare la formazione precoce di **cataratta**, ovvero un'opacizzazione del cristallino.
 - Prima dei 18/20 anni, il cristallino non ha ancora completamente formato la sua funzione di filtro fisiologico dell'occhio. Per questo motivo, i giovani devono essere i primi ad essere interessati alla protezione.
- I raggi **UV** e HEV (**luce blu**) possono colpire la retina provocando **reazioni fototossiche**, causa potenziale di degenerazione maculare senile.

43

ELIOS ingegneria



I lavoratori all'aperto



38

ELIOS ingegneria



La radiazione solare UV in relazione ad aspetti ambientali

- **L'irraggiamento diretto** dipende dai seguenti fattori:
 - **La latitudine**: L'irraggiamento UV sulla terra, dipende dall'angolo d'incidenza dei raggi UV nell'atmosfera. Nella fascia tropicale l'irraggiamento UV è più intenso.
 - **La stagione**: secondo la latitudine si possono definire i periodi d'irraggiamento UV. Nell'emisfero nord, i mesi di giugno e luglio sono i più pericolosi. Nell'emisfero sud, i mesi più pericolosi sono invece dicembre e gennaio.
 - **L'orario**: durante questi periodi più pericolosi una protezione è raccomandata soprattutto tra le ore 10 e 14.
 - **L'altitudine**: l'intensità dei raggi UV aumenta con l'aumentare dell'altitudine. L'atmosfera, che assorbe una parte dei raggi UV, è meno densa in alta quota. Gli UV aumentano del 4% ad intervalli di 300 m di altezza.
- All'ombra la percentuale degli UV solari si riduce fortemente (50% e oltre).
- **L'irraggiamento indiretto** dato dalla riflessione al suolo: gli UV aumentano solo leggermente oppure molto secondo la superficie.

41

ELIOS ingegneria



Danni agli occhi provocati dall'esposizione al Sole

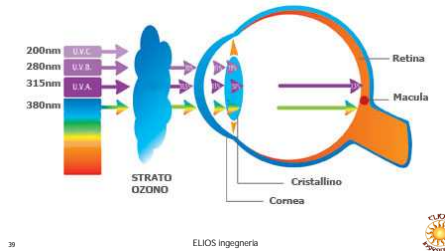
- **Gli UV che raggiungono gli occhi sono dovuti solo alla componente diffusa dall'atmosfera e riflessa dal suolo e dalle strutture circostanti** (piante, edifici, ecc...).
- **Un suolo particolarmente chiaro e riflettente** può essere in grado di riflettere una frazione considerevole di UV al punto da originare una fotocheratite in poche ore, se l'esposizione avviene nelle ore centrali di una giornata estiva con occhio non protetto
- **La radiazione UV è più intensa in montagna**, inoltre d'inverno viene può essere diffusa maggiormente per la riflessione della neve.

44

ELIOS ingegneria



La penetrazione della radiazione solare nell'occhio umano



39

ELIOS ingegneria



Attenzione alle nuvole !



- In condizione di **cielo limpido** le radiazioni **UV** sono alla loro **massima intensità**.
- In condizione di **forte nuvolosità** il passaggio si riduce, ma **il 90% dei raggi UV non vengono filtrati**, giungendo quindi al suolo.
- **La sensazione di calore dovuta al Sole (irraggiamento infrarosso) non ha nulla a che vedere con quello UV.**

42

ELIOS ingegneria



D.Lgs. 81/2008 – la valutazione dei rischi – art. 216

- Nell'ambito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 181, il **datore di lavoro valuta e, quando necessario, misura e/o calcola i livelli delle radiazioni ottiche a cui possono essere esposti i lavoratori**.
- **La metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e/o nel calcolo rispetta**
 - le norme della Commissione elettrotecnica internazionale (IEC), per quanto riguarda le radiazioni **laser**;
 - le raccomandazioni della Commissione internazionale per l'Illuminazione (CIE) e del Comitato europeo di normazione (CEN) per quanto riguarda le **radiazioni incoerenti**.

[...]

- In tutti i casi di esposizione, **la valutazione tiene conto dei dati indicati dai fabbricanti delle attrezzature**, se contemplate da pertinenti direttive comunitarie di prodotto.

45

ELIOS ingegneria



D.Lgs. 81/2008 – la valutazione dei rischi – art. 216

- Il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:
 - il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
 - i valori limite di esposizione di cui all'articolo 215;
 - qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a gruppi **particolarmente sensibili al rischio**;
 - qualsiasi eventuale effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultante dalle **interazioni** sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le **sostanze chimiche foto-sensibilizzanti**;
 - qualsiasi **effetto indiretto** come l'**accecamento temporaneo, le esplosioni o il fuoco**;
 - l'esistenza di **attrezzature di lavoro alternative** progettate per ridurre i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;

ELIOS ingegneria

In pratica...

- UNI EN 14255-1:2005** - *Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro*
 - La norma specifica le **procedure per la misurazione e la valutazione** dell'esposizione personale alle radiazioni ultraviolette (UV) emesse da sorgenti artificiali, quando gli effetti negativi di questa esposizione non possono essere facilmente esclusi.

ELIOS ingegneria

In pratica...

- UNI EN 14255-4:2007** - *Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 4: Terminologia e grandezze utilizzate per le misurazioni delle esposizioni a radiazioni UV, visibili e IR*
 - La norma specifica la terminologia e le grandezze utilizzate per le misurazioni delle esposizioni alle radiazioni ultraviolette (UV), visibili (VIS) e infrarosse (IR).



ELIOS ingegneria

D.Lgs. 81/2008 – la valutazione dei rischi – art. 216

- Il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:
 - la **disponibilità di azioni di risanamento** volte a minimizzare i livelli di esposizione alle radiazioni ottiche;
 - per quanto possibile, **informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria**, comprese le informazioni pubblicate;
 - sorgenti multiple** di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali;
 - una **classificazione dei LASER** stabilita conformemente alla pertinente norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser della classe 3B o 4, tutte le classificazioni analoghe;
 - le **informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti** di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie.

ELIOS ingegneria

In pratica...

- UNI EN 14255-2:2006** - *Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 2: Radiazioni visibili ed infrarosse emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro*
 - La norma specifica le **procedure per la misurazione e la valutazione** dell'esposizione delle persone a radiazioni visibili (VIS) ed infrarosse (IR) emesse da sorgenti artificiali, nei casi in cui non si possano del tutto escludere effetti nocivi.
 - La norma **si applica ad esposizioni VIS ed IR nei posti di lavoro interni ed esterni**.
 - Essa **non si applica alle esposizioni VIS e IR nel tempo libero**.
 - La norma non si applica alle esposizioni VIS ed IR causate dal sole.
 - La norma **non specifica valori limite** per le esposizioni VIS e IR. Essa è di supporto all'applicazione dei valori limite stabiliti da regolamenti nazionali o da raccomandazioni internazionali.

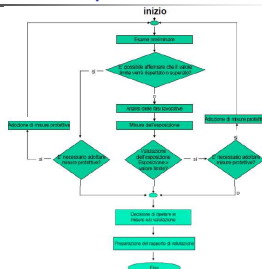
ELIOS ingegneria

Organizzazione di una campagna di misure – principi comuni

- Per misurare e valutare l'esposizione UV, VIS ed IR** nel posto di lavoro si devono seguire le fasi seguenti:
 - Esame preliminare
 - Analisi delle attività
 - Misure dell'esposizione
 - Valutazione dell'esposizione
 - Decisione sulle eventuali misure di protezione
 - Decisione circa una ripetizione delle misure e della valutazione (comunque entro 4 anni)
 - Preparazione di un rapporto (Valutazione del rischio)

ELIOS ingegneria

Il processo di valutazione dei rischi da esposizione a RO



48

In pratica...

- UNI EN 14255-3:2008** - *Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 3: Radiazioni UV emesse dal sole*
 - La norma **specifica le procedure di misurazione o stima e di valutazione** delle esposizioni personali a radiazioni ultraviolette emesse dal sole.
 - La norma **si applica alle esposizioni solari UV quando si rimane all'aperto**.
 - Si applica ai lavoratori ed alla popolazione in genere**.
 - La norma **non si applica alle esposizioni UV causate da sorgenti artificiali**, per esempio lampade UV, saldature ad arco, ed alle esposizioni a radiazioni che interessano la retina degli occhi.

ELIOS ingegneria

Esame preliminare ed Analisi delle attività

- Esame preliminare**
L'esame preliminare è richiesto per stabilire se è necessaria o no una valutazione dettagliata del rischio basata su misure. Se è necessario effettuare la misura:
- Analisi delle attività**
 - Per determinare l'esposizione a radiazioni sul posto di lavoro è necessario condurre una **analisi dettagliata della mansione lavorativa**.
 - Dovranno essere **prese in considerazione tutte le attività** durante le quali le persone possono venire esposte a radiazioni.
 - Per ciascuna di queste attività la **situazione di esposizione deve essere accuratamente analizzata**.

ELIOS ingegneria

Analisi delle attività

Comprende:

- numero, posizioni tipo (ad es. lunghezze d'onda, geometria) di sorgenti di radiazioni da considerare;
- spettro delle radiazioni cui sono esposte le persone;
- costanza o variazione nel tempo dello spettro e/o dell'irradianza /radianza;
- distanza fra persone esposte e sorgenti di radiazione;
- cambiamenti nella postazione delle persone esposte durante il turno di lavoro (rispetto all'intera durata dell'esposizione);
- tempo di permanenza delle persone in differenti locazioni in relazione alle sorgenti di radiazione e alle durate dell'esposizione in queste locazioni;

ELIOS ingegneria

Pianificazione delle misure

Si deve tener conto dei seguenti punti:

- grandezze da determinare
- spettro della radiazione
 - UV, VIS, IR
 - continuo o spettro di linee
- variazione dello spettro nel tempo: costante o variabile
- livello di esposizione
- il campo di misura della strumentazione deve essere adattata al livello dell'esposizione
- posizioni di stazionamento e spostamenti delle persone la cui esposizione deve essere misurata
- scelta di adeguati metodi di misura
- protezione dalle radiazioni del personale tecnico che esegue le misure

ELIOS ingegneria

Cosa misurare

- Per la scelta dei valori limite applicabili è spesso necessario determinare anche le grandezze:
 - durata dell'esposizione, T_{exp}
 - angolo sotteso della sorgente, α

1 - sorgente
2 - rilevatore
3 - apertura

Distanza di visione: distanza fra centro geometrico della sorgente e punto di osservazione

Diametro della sorgente o media aritmetica delle dimensioni maggiore e minore

Diametro della sorgente di visione: distanza della sorgente vista dal punto di osservazione (vedi Figura 1)

Angolo fra la normale alla sorgente e la linea di vista

$D_v = D \cos \varphi$
 $\alpha = D_v / r$

ELIOS ingegneria

Analisi delle attività

Comprende:

- quali potenziali effetti sulla salute devono essere presi in considerazione (danno agli occhi, alla pelle, effetti a breve e lungo termine, tipi di lunghezze d'onda);
- quali valori limite considerare;
- elevata fotosensibilità, individuale o collettiva causata da predisposizione patologica o indotta dall'uso di droghe medicinali o cosmetici o da prodotti chimici presenti nell'ambiente di lavoro;
- tipo e caratteristiche delle misure protettive collettive, se adottate;
- dispositivi di protezione personale se adottati e loro caratteristiche tecniche;
- numero di turni di lavoro annui con esposizione a radiazioni UV, VIS o IR.

ELIOS ingegneria

Cosa misurare

- Le grandezze radiometriche da misurare devono essere scelte con riferimento a quelle nelle quali sono specificati i valori limite.
- I valori limite di esposizione per le radiazioni incoerenti sono riportati nell'allegato XXXVII, parte I, tabella 1.1. D.Lgs. 81/2008.
- Di fatto serve poter misurare le grandezze come spettro, al fine di poterle determinare per singola lunghezza d'onda (sensibilità pari ad almeno un nm), pertanto occorre non tutti gli spettroradiometri sul mercato sono idonei allo scopo.

ELIOS ingegneria

La scelta del metodo

- Un metodo completo per la misura dell'esposizione UV, VIS o IR è costituito dal dispositivo o i dispositivi di misura, l'implementazione e la valutazione dei risultati.
- In alcuni metodi vengono utilizzati non solo strumenti per la misura delle radiazioni, ma anche sistemi di misura del tempo.
- Quando si seleziona un metodo di misura si deve tener conto
 - dello scopo della misura,
 - delle condizioni di esposizione,
 - delle caratteristiche della radiazione.

ELIOS ingegneria

Pianificazione delle misure

- Le misure devono essere pianificate tenendo in considerazione lo scopo delle misure (di controllo o da confrontare con i valori limite) e le condizioni di esposizione.
- È importante definire quali metodi di misura verranno usati e come dette misure verranno condotte.
- La conoscenza del fenomeno fisico è condizione necessaria per ottenere risultati fondati, senza sottostimare o sopravvalutare il rischio.

ELIOS ingegneria

Cosa misurare

GRANDEZZA	DEFINIZIONE
H_{ef} [J/m ²]	Esposizione radiante efficace (UVA): esposizione radiante ponderata spettralmente con $S(\lambda)$
H_{UVA} [J/m ²]	Esposizione radiante: integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza, nell'intervallo di lunghezza d'onda UVA, da 315 a 400 nm
L_b [W/m ² sr]	Radianza efficace (luce blu): radianza calcolata, ponderata spettralmente con $B(\lambda)$
E_b [W/m ²]	Irradianza efficace (luce blu): irradianza calcolata, ponderata spettralmente con $B(\lambda)$
L_t [W/m ² sr]	Radianza efficace (lesione termica): radianza calcolata, ponderata spettralmente con $R(\lambda)$
E_t [W/m ²]	Irradianza totale (lesione termica): irradianza calcolata nell'intervallo di lunghezza d'onda dell'infrarosso, da 780 a 3000 nm
H_{tot} [J/m ²]	Esposizione radiante: integrale o somma nel tempo e nella lunghezza d'onda dell'irradianza, nell'intervallo di lunghezza d'onda visibile e dell'infrarosso, da 380 a 3000 nm

ELIOS ingegneria

La scelta del metodo

- Una volta selezionato il metodo di misura deve essere verificato che il metodo soddisfi i necessari requisiti richiesti.
- La verifica principale può generalmente essere fatta utilizzando le informazioni fornite con la strumentazione.
- Quando i risultati del metodo dipendono dal tipo di implementazione, la verifica deve essere fatta quando il metodo è implementato.
- Pertanto i metodi di misura (comprendenti strumenti utilizzati, implementazione e valutazione) devono soddisfare i requisiti specificati.

ELIOS ingegneria

Quali strumenti usare



- Spettroradiometro con scansione monocromatica**
 - In tal caso le diverse lunghezze d'onda vengono scannerizzate una alla volta in alcuni minuti.
 - Il risultato delle misure è uno **spettro** che può essere usato per calcolare irradianze pesate e non pesate ed esposizione radiante.
 - Risultati affidabili possono essere ottenuti **soltanto se l'intensità di radiazione è costante durante il tempo di integrazione.**
- Spettroradiometro con radiazioni ad array**
 - In tal caso le **diverse lunghezze d'onda vengono misurate istantaneamente** (qualche secondo). Si possono distinguere due tipi di strumenti:
 - ad una **fila di sensori**: in questo caso lo spettro misurato è proiettato su una fila di sensori usando una griglia
 - con un **array bidimensionale di sensori**: questo tipo di strumento offre una migliore possibilità di escludere luce parassita non desiderata, se comparata con lo strumento ad una sola fila di sensori.

64 ELIOS ingegneria

Il tempo di integrazione e l'intervallo di lunghezze d'onda

- Tempo di risposta del sensore**
 - Per densità di flusso della radiazione variabili nel tempo il **tempo di risposta del sensore deve essere breve abbastanza da consentire la completa evoluzione temporale della variazione.**
- Tempo di misura**
 - Le **misure dovranno essere estese per l'intera durata dell'esposizione**, o, se la densità di flusso è costante o varia in maniera regolare, deve essere scelto un tempo di misura **representativo della durata completa dell'esposizione**
 - La durata delle misure dovrà essere rispondente all'insieme dei valori limite applicati.
- Intervallo di lunghezze d'onda**
 - Sistemi di misura integrali devono essere **sensibili attraverso l'intero intervallo di frequenze specificate per le grandezze da misurare, ma non devono essere sensibili all'esterno di tale intervallo**


67 ELIOS ingegneria

Si procede con la misura...




70 ELIOS ingegneria


Quali strumenti usare



- Radiometro con sensibilità spettrale costante**
 - Con questo strumento la **radiazione viene misurata nell'intero intervallo di lunghezze d'onda con la stessa sensibilità a tutte le frequenze.**
 - Il risultato della misura è un **valore integrato sopra l'intero intervallo di lunghezze d'onda.**
 - Non è possibile fare la pesatura dello spettro.**
 - I limiti dell'intervallo di lunghezze d'onda può venire dato dallo strumento o può essere scelto usando filtri ottici. Così ad esempio l'irradianza E per UVA (315-400 nm) può essere determinata con una sola misura.
 - Alcuni tipi di radiometro consentono misure integrate nel tempo, in modo da potere ottenere anche l'esposizione radiante Hs.

65 ELIOS ingegneria

Il protocollo di misura



- Essere a **conoscenza delle realtà aziendale e delle mansioni** che comportano l'esecuzione di attività che eventualmente espongono i lavoratori a radiazioni ottiche.
- A seguito di colloquio con il Datore di Lavoro o persona incaricata, **censire tutte le potenziali sorgenti di radiazioni ottiche**, localizzarle su **planimetria** di riferimento ed **individuare e localizzare sulla stessa planimetria le "postazioni operatore"** del personale esposto.
- Per tutte le sorgenti censite reperire i dati tecnici** da manuale d'uso o dalla targa apposta sull'attrezzatura (in particolare è indispensabile conoscere l'intervallo di lunghezza d'onda λ caratteristico dell'emissione, e quindi identificare componenti ultraviolette, visibili ovvero infrarosse).
- Ragionare sull'opportunità di non effettuare in parte o del tutto le misure**, basandosi su dati di letteratura noti, studi tecnici ovvero dati acquisiti sui manuali a corredo delle attrezzature.

68 ELIOS ingegneria

La saldatura




71 ELIOS ingegneria

Quali strumenti usare

- Radiometro con sensibilità spettrale conforme ad una specificata funzione di pesatura**
 - Con questo strumento la radiazione viene misurata nell'intero intervallo di lunghezze d'onda con una specificata funzione $s(\lambda)$.
 - In genere il risultato della misura è un valore di rischio da esposizione all'ultravioletto. Ad esempio l'irradiazione ponderata per il rischio a radiazioni ultraviolette E_{eff} per UV-A/B/C (da 180 a 400 nm) può essere misurato con una sola misura.
 - Alcuni tipi di radiometro consentono misure integrate nel tempo, in modo da potere ottenere anche l'esposizione radiante Hs.
- Dosimetri personali attivi e passivi**
 - Con questi strumenti la radiazione può venire misurata sulle parti esposte del corpo.
 - Dopo la misura è necessaria una valutazione aggiuntiva per ottenere il risultato.

66 ELIOS ingegneria

Il protocollo di misura



- Per le sorgenti che necessitano di misurazione diretta strumentale, stimare nella maniera più accurata possibile il tempo di esposizione** dei lavoratori alla singola sorgente, ed aver cura di aver riportato in planimetria l'angolo sotteso della sorgente o (nel caso in cui non sia direttamente misurabile l'angolo suddetto, è necessario conoscere il diametro della sorgente o media aritmetica della dimensione maggiore e minore D, l'angolo ϕ e la distanza di visione r, ricordando che $\alpha = DL/r$ e $DL = D \cos \phi$)
- Procedere all'esecuzione della misura**, rispettando i dettagli delle norme UNI EN 14255 - 1 e UNI EN 14255 - 2 e **conoscendo le specifiche tecniche dello strumento** di misura a disposizione.
- A seguito della misura, lo strumento fornisce una serie di valori corrispondenti ad irradianze spettrali E_{λ} , caratteristiche dell'intervallo di lunghezze d'onda della sorgente monitorata.
- Si può così procedere alla VALUTAZIONE DEL RISCHIO.**

69 ELIOS ingegneria

La saldatura




72 ELIOS ingegneria

Cosa valutare negli UV

UNI EN 14255-1

- Per la regione spettrale $\lambda = 180$ a 400 nm l'ICNIRP raccomanda di determinare le grandezze:
 - esposizione radiante effettiva H_{eff} per $\lambda = 180$ a 400 nm
 - esposizione radiante H per $\lambda = 315$ a 400 nm
 - irradianza E per $\lambda = 315$ a 400 nm

73

ELIOS ingegneria



Il problema dell'incertezza

- In generale un confronto dell'esposizione misurata con il valore limite d'esposizione applicabile permette una valutazione dell'esposizione a radiazioni ottiche in un posto di lavoro.
- Lo scopo è quello di ottenere un risultato **scientificamente fondato ed attendibile** che indica se un valore limite è "rispettato" o "superato".
- Se l'incertezza della misura esistente non permette di stabilire un risultato certo (risultato prossimo al limite), la **misura dovrebbe essere ripetuta con una precisione maggiore** (possibilmente dopo una implementazione delle misure protettive).

76

ELIOS ingegneria



Alcune sorgenti in genere giustificabili

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

79

ELIOS ingegneria



Cosa valutare nel VIS e IR

UNI EN 14255-2

- Per la regione spettrale $\lambda = 300$ a 3000 nm l'ICNIRP raccomanda di determinare le grandezze:
 - radianza efficace termica retina LR per $\lambda = 180$ a 1400 nm
 - radianza efficace della luce blu LB per $\lambda = 300$ a 700 nm
 - dose di radianza della luce blu GB per $\lambda = 300$ a 700 nm
 - esposizione radiante efficace alla luce blu HB per $\lambda = 300$ a 700 nm
 - irradianza efficace della luce blu EB per $\lambda = 300$ a 700 nm
 - irradianza E per $\lambda = 380$ a 3000 nm
 - radianza efficace termica retina LR per $\lambda = 780$ a 1400 nm (rischi per la retina da radiazioni infrarosse)
 - esposizione radiante H per $\lambda = 380$ a 3000 nm

74

ELIOS ingegneria



Giustificare le sorgenti

- 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.
- Talune sorgenti di radiazioni ottiche, nelle usuali 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.
- Premesso che inizialmente occorre sempre individuare (censire) ogni sorgente di radiazione ottica artificiale, il termine "giustificazione" riportato nell'art. 181, comma 3 del D.Lgs. 81/2008, si riferisce a tutte quelle situazioni espositive per le quali si può affermare che non è necessario effettuare un approfondimento della valutazione come, ad esempio, nel caso delle sorgenti di illuminazione utilizzate per uso residenziale.

77

ELIOS ingegneria



La UNI EN 12198:2009

- Per quanto riguarda le macchine, 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 previste tre categorie di emissione, per le quali sono previste diverse misure di protezione, informazione, addestramento, secondo la tabella sottostante

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

80

ELIOS ingegneria



Valutazione dell'esposizione

- Espressione dei risultati**
 - I risultati delle misure devono essere calcolati e dichiarati nelle grandezze e unità di misura nelle quali sono fissati i valori limite di esposizione.
 - Devono anche essere calcolate e dichiarate le incertezze dei risultati delle misure (problema 1).
- Confronto con il valore limite**
 - Il risultato delle misure deve essere confrontato con il valore limite di esposizione applicabile, considerando anche l'incertezza del risultato della misura.
- Dichiarazione**
 - Deve essere dimostrato che il valore limite di esposizione è stato rispettato o non è stato rispettato.
- Informazioni aggiuntive**
 - In aggiunta, devono essere identificate tutte quelle attività e fattori che contribuiscono all'esposizione delle persone osservate.

75

ELIOS ingegneria



Giustificare le sorgenti

- D'altra parte l'approfondimento della valutazione è necessario in tutti quei casi di esposizione a ROA i cui effetti negativi non possono essere facilmente esclusi.
- Tutte le apparecchiature che emettono radiazione ottica non coerente classificate nella categoria 0 secondo la norma UNI EN 12198:2009 sono giustificabili.
- Tutte le lampade e i sistemi di lampade, anche a LED, classificate nel gruppo Esente dalla norma CEI EN 62471:2009 sono giustificabili.

Coordinamento Tecnico delle Regioni, "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 l'ISPESL, Documento n°437/2009, Revisione 02, approvata il 11/03/2010.

78

ELIOS ingegneria



Non sono invece giustificabili...

- Saldatura
- Lampade germicide
- Lampade per fotocimica, fotoincisione, fototerapia, ecc.
- "Luce nera" per controlli non distruttivi
- Lampade ad alogenuri metallici
- Lampade fluorescenti per particolari impieghi (acquari, ecc.)
- Riscaldatori radiativi a lampade o a pannello (per cibi, ambienti, ecc.)
- Lampade abbronzanti
- Forni di fusione o corpi incandescenti
- Lampade di gruppo 1, 2 o 3 CEI EN 62471:2009
- Sole
- Macchine in categoria 1 o 2 UNI EN 12198:2009
- Apparecchiature per uso estetico e/o medico
- LASER classe 1 e 2 se impiegati non secondo quanto previsto dal fabbricante
- LASER classe 1M, 2M, 3R, 3B, 4.



81

ELIOS ingegneria



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.
- Per comprendere **se la valutazione dei rischi possa non contemplare misurazioni, occorre verificare se le sorgenti sono "giustificabili"**.
- 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.

ELIOS ingegneria

Contenuti del documento di valutazione del rischio RO

- 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).
- 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 ROA;
 - Caratteristiche della strumentazione di misura e riferimenti dell'ultima taratura;
 - Posizioni di misura, indicate in apposite planimetrie;
 - Condizioni della sorgente durante la misura (le misure saranno 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 posizioni, operazioni, manutenzione e riparazione a distanza dalle sorgenti inferiori a quelle raccomandate dalle istruzioni delle ditte fabbricanti, ecc.;
 - Durata delle misure.

ELIOS ingegneria

Le barriere filtranti – EN 1598



VANTAGGI:

- Facile collocazione e trasporto in piano
- Riducono la propagazione delle radiazioni ma anche di lapilli
- Immediata segregazione dell'area pericolosa e relativa riconoscibilità
- Impiego pressoché universale.

SVANTAGGI:

- Richiedono spazio per essere impiegate.
- Difficile/impossibile impiego su ponteggi
- Non idonee per i LASER
- Costo.

ELIOS ingegneria

È sempre necessario misurare e/o calcolare?

- 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:
 - 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 ricavato dalle specifiche tecniche fornite dal costruttore);
 - se l'emissione della sorgente è costante o variabile nel tempo;
 - la distanza operatore-sorgente e le caratteristiche del campo visivo professionale;
 - il tempo di permanenza dell'operatore nella posizione esposta;
 - presenza di soggetti particolarmente sensibili.

ELIOS ingegneria

Contenuti del documento di valutazione del rischio RO

- 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.
- 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 (presenza schermi, previsioni di efficacia di interventi di bonifica, ecc.).

ELIOS ingegneria

Competenze del personale qualificato

Art. 181 del D.Lgs. 81/2008

- La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con **cadenza almeno quadriennale, da personale qualificato nell'ambito del servizio di prevenzione e protezione in possesso di specifiche conoscenze in materia.**

Secondo il Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome:

- "**Personale qualificato**": un operatore che abbia sostenuto un corso di qualificazione conclusosi con una valutazione positiva e documentabile dell'apprendimento.

ELIOS ingegneria

Contenuti del documento di valutazione del rischio RO

- 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), 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 per cui non è necessario procedere alla misurazione e/o al calcolo.

ELIOS ingegneria

Contenuti del documento di valutazione del rischio RO

- Conclusioni con indicazione delle misure di prevenzione e protezione proposte**
 - I livelli di rischio identificati (indicando possibilmente i dati di esposizione individuale o, in alternativa, quelli per mansione) con riferimento al VLE previsti dall'Allegato XXVII del D.Lgs. 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;
 - 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, visualizzate in apposite planimetrie;
 - la segnaletica che si propone sia apposta nei vari ambienti.

ELIOS ingegneria

Competenze del personale qualificato

Un utile riferimento sono i seguenti documenti:

- "**La figura professionale dell'esperto nella valutazione dei rischi da campi elettromagnetici (0 Hz-300 GHz) e da radiazione ottica coerente e incoerente**"
- "**Profili professionali degli Esperti per la valutazione delle radiazioni ottiche non coerenti-ERO e coerenti-ASL/TSL**"

- Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione <http://www.ospedalesicuro.eu/>

ELIOS ingegneria

Competenze del personale qualificato

- Gli esperti per la valutazione delle radiazioni ottiche
 - incoerenti (E.R.O)**
 - coerenti**
 - Addeetto alla Sicurezza LASER - ASL in campo sanitario
 - Tecnico alla Sicurezza LASER - TSL in campo industriale, di ricerca e nei settori civili e ambientali

sono figure professionali idonee a effettuare **attività di sorveglianza fisica e/o valutazione dei rischi diretti e indiretti** relativi all'impiego delle sorgenti di radiazione ottica, che include la valutazione intesa come **stima, misura o calcolo dei livelli di esposizione per i lavoratori.**

- L'ERO, in particolare, possiede le competenze anche nel caso di sorgenti di radiazioni ottiche naturali.**
- L'ERO si suddivide in 2 livelli di competenza, mentre per ASL e TSL il livello è unico.

ELIOS ingegneria

ERO di livello base compiti e responsabilità

- Procedere alla determinazione dell'esposizione** alle radiazioni ottiche non coerenti **tramite valutazioni delle grandezze fisiche fornite dal produttore delle apparecchiature, segnalando al datore di lavoro la necessità di procedere ad analisi più accurate con sistemi di misura di tipo spettrometrico, nel caso in cui le valutazioni effettuabili con i soli dati forniti dal produttore non siano sufficienti ad eseguire una valutazione completa dei livelli di esposizione previsti per i lavoratori;**
- Redigere un rapporto dei risultati** segnalando al datore di lavoro situazioni quali:
 - la **possibilità di superamento dei limiti di esposizione** sulla base delle valutazioni effettuate e/o delle verifiche strumentali eseguite dall'esperto di livello specialistico;
 - problematiche relative ad effetti indiretti** (accocciamento temporaneo, esplosioni, fuoco) o a interazioni delle radiazioni ottiche con sostanze fotosensibilizzanti presenti nell'ambiente di lavoro;
 - livelli di esposizione critici per situazioni di rischio specifico** preventivamente segnalate (es. specifiche disabilità o suscettibilità individuali);

ELIOS ingegneria

ERO di livello specialistico

Oltre a quanto previsto per il livello di base:

- verificare il superamento dei valori di azione;**
 - nel caso di superamento dei valori di azione, **dimostrare che i valori limite non sono superati oppure definire e attuare un programma d'azione che comprenda misure tecniche, organizzative e procedurali intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite;**
- verificare il superamento dei livelli di immunità dei dispositivi elettromedicali presenti;
- individuare e/o cooperare alla scelta delle misure di protezione collettiva e individuale,** ivi compresi i DPI;
- verificare il superamento dei limiti;**
 - nel caso di superamento dei limiti, **predispone un piano che preveda interventi tecnici, organizzativi, procedurali per la riduzione dei livelli di esposizione dei lavoratori con interventi di bonifica sulle sorgenti, sugli ambienti di lavoro ed elementi tecnici utili alla modifica delle norme comportamentali per i lavoratori.**

ELIOS ingegneria

L'esperto di RO

ERO Livello base

- Laurea di 1° livello (triennale)
 - Fisica,
 - Optica e Ottometria,
 - Ingegneria Elettronica,
 - Ingegneria Elettrotecnica,
 - Ingegneria delle Telecomunicazioni,
 - Ingegneria per la Sicurezza e la Protezione,
 - Tecnico della Prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro,
 - Scienza della Sicurezza e Prevenzione.
- Corso di formazione in ROA incoerenti e valutazione del rischio di **almeno 25 ore con verifica dell'apprendimento**

ELIOS ingegneria

ERO Livello specialistico/ASL / TSL

- Laurea tecnica di 2° livello specialistica (quadriennale o superiore) come quelle del livello base
- Aver seguito un corso di formazione professionalizzante teorico-pratico della durata di **almeno 40 ore**, di cui circa 2/3 di teoria e 1/3 di esercitazioni pratiche e laboratorio.

Aggiornamento professionale di almeno 10 ore nell'arco di 5 anni.

ELIOS ingegneria

ERO di livello base compiti e responsabilità

- Identificare e delimitare,** ove tecnicamente possibile, **le aree di lavoro** in cui i lavoratori possono essere esposti a radiazioni ottiche non coerenti **in cui possono essere superati i livelli di esposizione,** al fine anche dell'apposizione della segnaletica (art.5, comma 3, Direttiva 2006/25/CE);
- Valutare il grado di efficacia degli interventi di prevenzione e protezione adottati e realizzati;**
- Definire strategie di controllo** per il mantenimento e il miglioramento delle condizioni di sicurezza raggiunte;
- Verificare la corretta esecuzione degli interventi di manutenzione** periodici indicati dal costruttore e/o dall'utilizzatore;
- Consigliare il datore di lavoro circa l'interpretazione e l'applicazione delle normative nazionali, comunitarie e internazionali in materia;
- Promuovere l'informazione e la formazione** di tutti i livelli aziendali coinvolti, collaborando direttamente alla realizzazione di tali iniziative ove richiesto, d'intesa col medico competente.

ELIOS ingegneria

... noi per ora abbiamo terminato !

**RINGRAZIAMO TUTTI PER LA
CORTESE ATTENZIONE**

Arrivederci !

ELIOS ingegneria

ERO di livello base compiti e responsabilità

- Valutare preventivamente la scelta e la corretta installazione di nuove sorgenti di radiazioni ottiche non coerenti,** collaborare alla **progettazione degli ambienti di lavoro** al fine di esprimere un **parere al Datore di Lavoro sulla adeguatezza della installazione** (ergonomia, sicurezza, igienicità), **sulla compatibilità con l'ambiente di utilizzo e sulle misure necessarie per garantire il rispetto dei limiti di esposizione dei lavoratori coinvolti;**
- Effettuare la prima verifica delle installazioni** di cui al punto precedente valutando con il medico competente eventuali situazioni di rischio specifico come, ad esempio, disturbi della vista o problemi dermatologici;
- Definire i criteri per la caratterizzazione dell'esposizione dei lavoratori nei luoghi di lavoro;

ELIOS ingegneria

ERO di livello specialistico

Oltre a quanto previsto per il livello di base:

- verificare strumentalmente i parametri fisici e calcolare i valori delle grandezze dosimetriche** relative ai livelli di esposizione previsti per le radiazioni non coerenti;
 - nel caso di ambienti di lavoro in cui sia possibile un superamento dei limiti di esposizione,** definire e attuare un programma d'azione che comprenda misure tecniche, organizzative e procedurali intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite;
- individuare e/o cooperare alla definizione delle misure di protezione collettive e individuali,** ivi compresa la scelta dei DPI;
 - nel caso di superamento persistente dei limiti,** predisporre un piano che preveda interventi tecnici, organizzativi, procedurali per la riduzione dei livelli di esposizione dei lavoratori con interventi di bonifica sulle sorgenti, sugli ambienti di lavoro ed elementi tecnici utili alla modifica delle norme comportamentali per i lavoratori.

ELIOS ingegneria

