



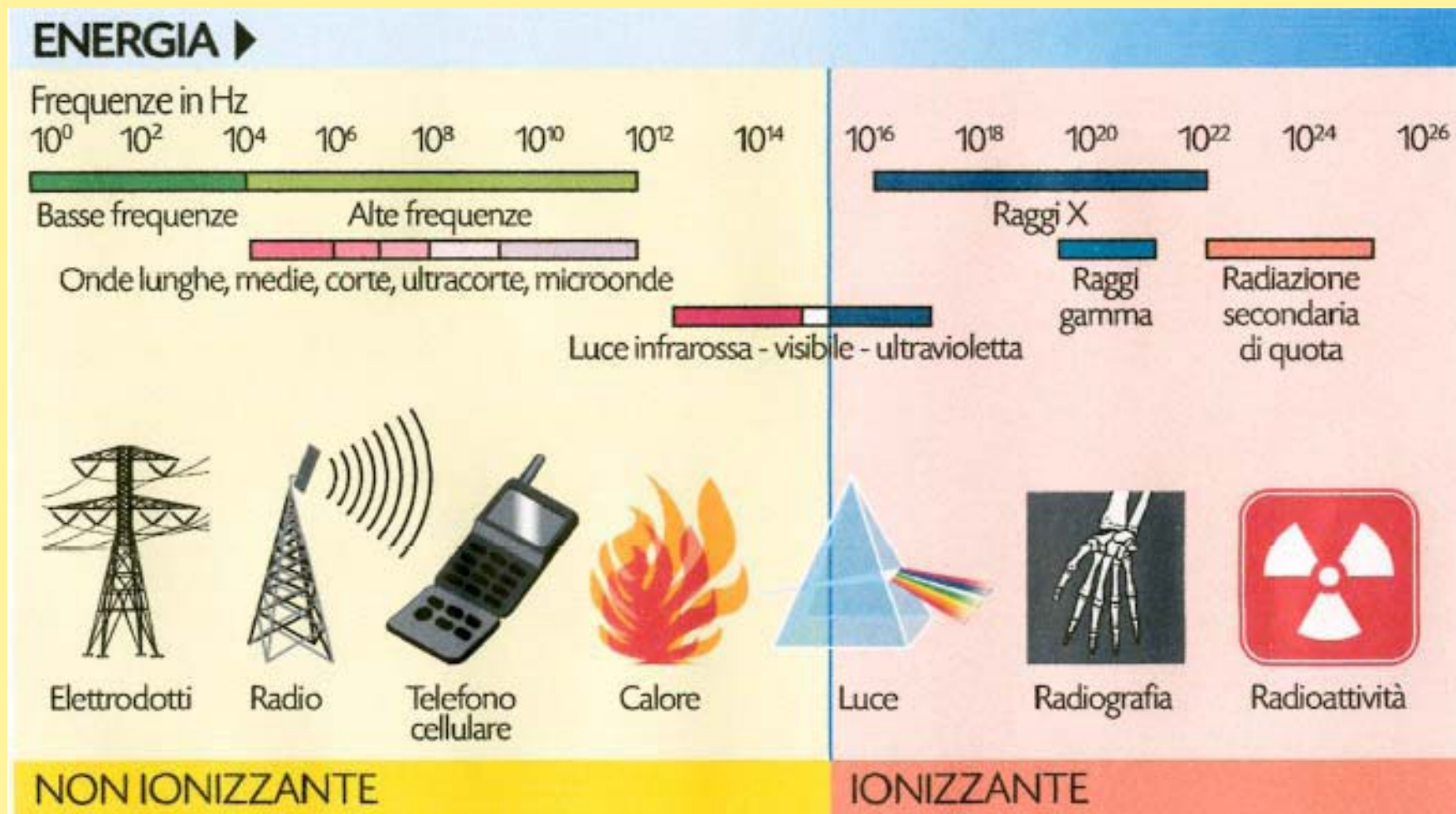
RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

Argomenti trattati

- Cosa sono le radiazioni
- Differenze da sorgenti coerenti ed incoerenti
- Effetti per la sicurezza e salute
- Normativa nazionale e norme tecniche



Lo spettro elettromagnetico

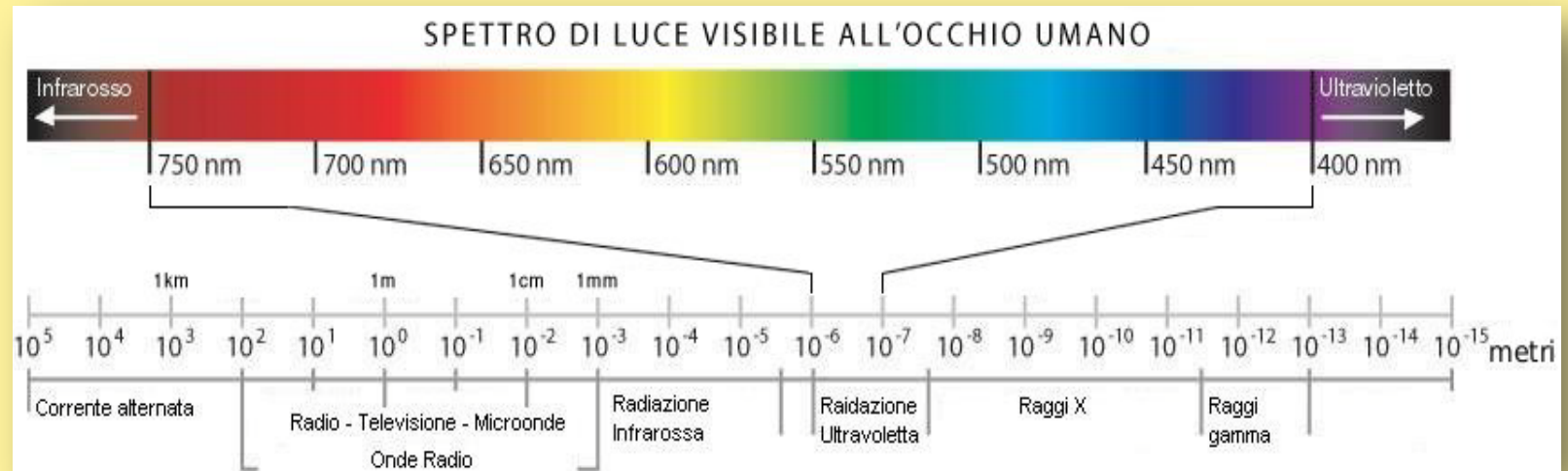


La luce

Il termine luce (dal latino, lux, lucis) si riferisce alla *porzione dello spettro elettromagnetico visibile dall'occhio umano*, ed è approssimativamente compresa tra 400 e 700 nanometri (nm) di lunghezza d'onda, ovvero tra 750 e 428 THz di frequenza.

Questo intervallo coincide con la regione di massima emissione da parte del sole. I limiti dello spettro visibile all'occhio umano non sono uguali per tutte le persone, ma variano soggettivamente e possono raggiungere i 380 nanometri, avvicinandosi agli ultravioletti, e i 730 nanometri avvicinandosi agli infrarossi.

Spettro di luce visibile



- Le frequenze immediatamente al di *fuori dello spettro* percettibile dall'occhio umano vengono chiamate ultravioletto (UV), per le alte frequenze, e infrarosso (IR) per le basse.
- Anche se gli esseri umani *non* possono vedere *l'infrarosso (IR)*, esso viene percepito dai recettori della pelle sotto forma di *calore*.

Spettro di luce

La radiazione ottica comprende tutte le componenti a minore lunghezza d'onda dello spettro della radiazione elettromagnetica non ionizzante, cioè:

IR (1 mm-780 nm)

VIS (780-400 nm)

UV (400-100 nm)

Le regioni spettrali della radiazione infrarossa e della radiazione UV sono state ulteriormente suddivise in:

IR-A (780-1.4 μm) **IR-B** (1.4-3 μm) **IR-C** (3 μm -1 mm)

e

UV-A (400-315 nm) **UV-B** (315-280 nm) **UV-C** (280-100 nm)

Fonti delle radiazioni

Tipi di fonti possono essere di tipo:

- *Naturale* (UNI EN 14255-3:2008)
- *Artificiale*

La sorgente *naturale* per eccellenza è il *sole* che emette in tutto lo spettro elettromagnetico.

Le sorgenti possono essere di diversi tipi a seconda:

- del principale spettro di emissione
- del tipo di fascio emesso (coerente o incoerente)

Luce incoerente :

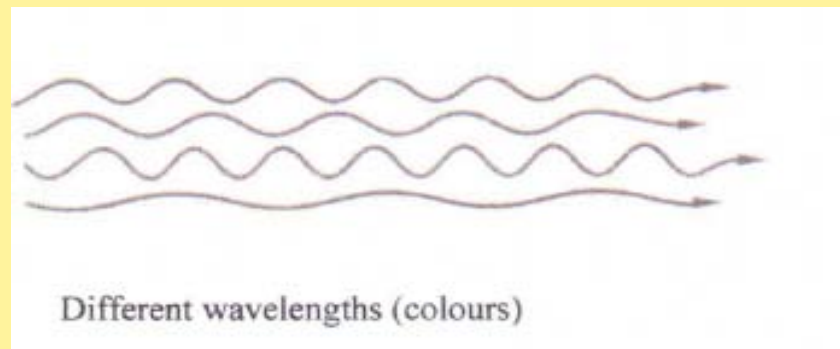
- Policromatica e non ha coerenza di fase

Luce coerente (Laser):

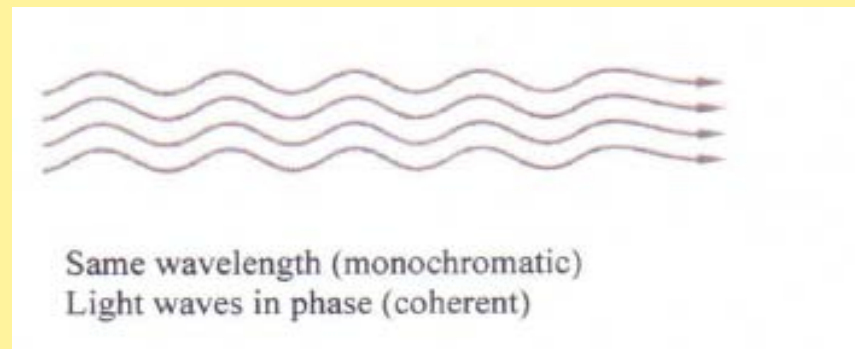
- Monocromaticità e ha coerenza di fase
- Elevata densità di energia
- Altamente direzionali (la fase di ciascun fotone viene mantenuta nel tempo e nello spazio).

Radiazione coerente e incoerente

- Incoerente



- Coerente



SORGENTI INCOERENTI

UV

Forni industriali
Archi di saldatura
Solarium
Lampade per il controllo materiali
Lampade germicide



VISIBILE

Lampade per l'illuminazione

Forni industriali
Archi di saldatura

Dispositivi di segnalazione



IR

Riscaldatori radianti
Dispositivi militari per la visione notturna
Forni industriali
Archi di saldatura
Alcuni tipi di lampade
Processi industriali e medici



SORGENTI COERENTI

Laser

Applicazioni mediche

Telecomunicazioni, informatica

Ambito militare

Lavorazioni di materiali

Metrologia e misure

Applicazioni nei laboratori di ricerca

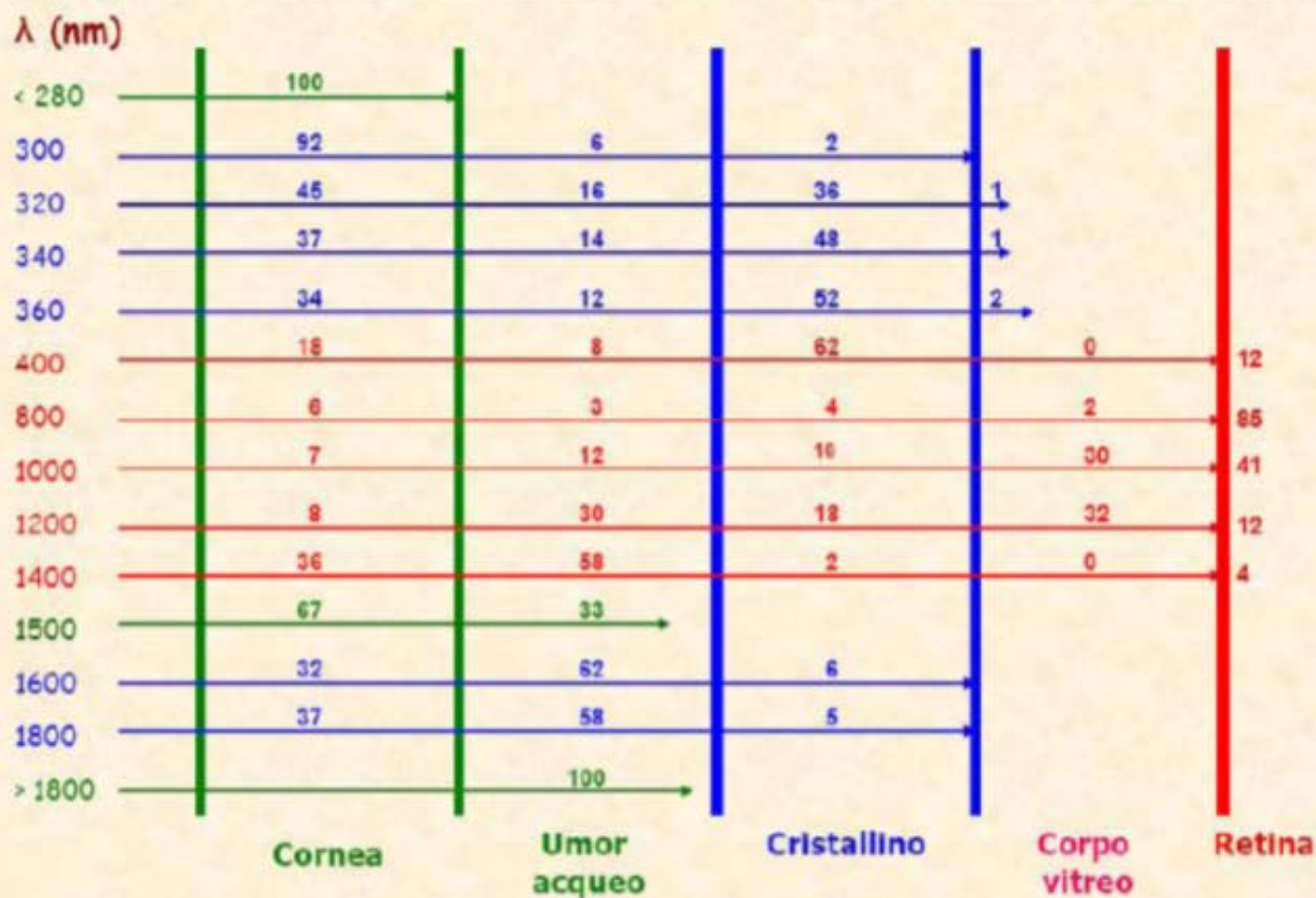
Beni di consumo(puntatori)



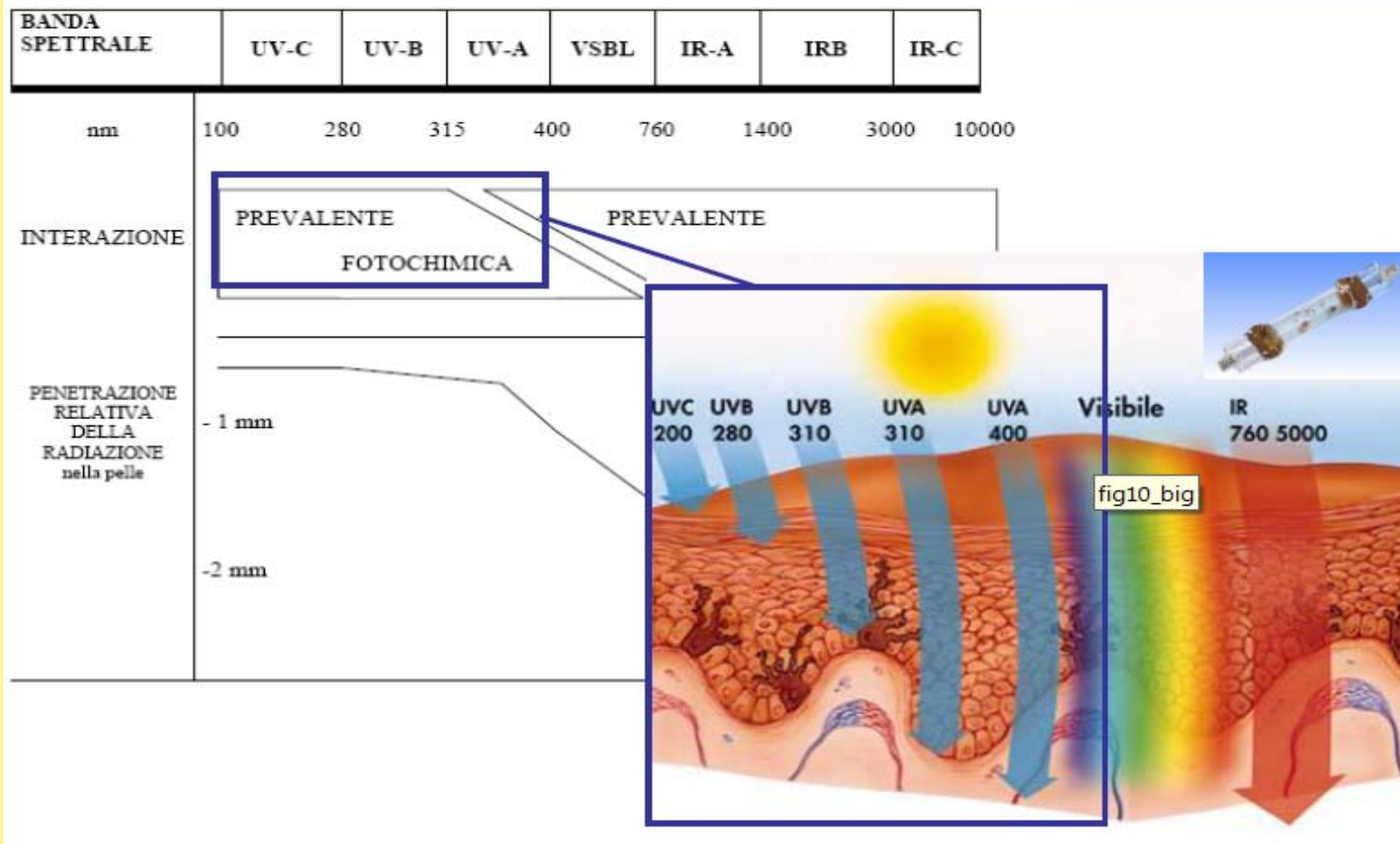


Penetrazione oculare della radiazione ottica

Assorbimento % della radiazione ottica da parte delle diverse strutture oculari (*da Campurra, 2001 – modificato*)



Effetti biologici sulla cute



Effetti da luce coerente

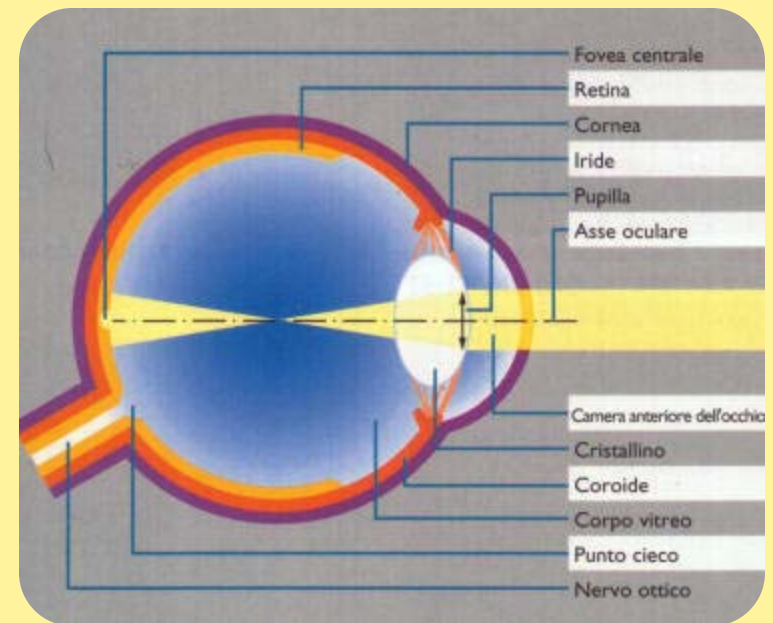
La focalizzazione retinica dal fascio di *radiazione coerente* da parte dell'apparato diottrico (in particolare del cristallino), con il raggiungimento di densità di energia elevate in piccole aree della retina,

causa rapide e irreversibili

lesioni di natura fotochimica

(laser emissione nel visibile)

o termica (laser con emissione nel vicino infrarosso).





Effetti

Cute	Occhio
<u>Effetti immediati</u> •Pigmentazione immediata •Eritema attinico •Fotodermatosi •Pigmentazione ritardata •Iperplasia epidermica	<u>Cornea</u> • Fotocheratite • Congiuntivite
<u>Effetti tardivi</u> •Fotoinvecchiamento •Alterazioni funzionali: •cisti, comedoni, elastosi solare, •alterazioni vascolari •depigmentazione •Carcinogenesi, mutazioni somatiche: •cheratosi attiniche, melanomi maligni	<u>Cristallino</u> • Cataratta • Fotoinvecchiamento
	<u>Retina</u> • Fotoretiniti



Effetti oculari per i saldatori

- La **congiuntivite cronica** rappresenta l'affezione di più comune riscontro; gli agenti in causa sono in primo luogo le radiazioni UV nella saldatura ad arco e gli IR nelle saldature a gas
- Alcuni studi riportano la comparsa di **degenerazioni retiniche e maculopatie** nei soggetti che effettuano la saldatura ad arco
- Una recente revisione della letteratura riporta un aumentato rischio di sviluppare **melanoma oculare** negli addetti alla saldatura ad arco elettrico (Dixon and Dixon, 2004).

Effetti cutanei per i saldatori

- *Un'alta incidenza di ustioni*, in particolare ustioni di terzo grado, soprattutto a livello di polsi, mani, capo e collo e numerosi casi di eritema cutaneo per esposizione a *radiazioni UV* (Islam et al, 2000).
- Aumentato rischio rispetto alla popolazione generale di sviluppare *tumori cutanei*, ma attualmente mancano studi adeguatamente concepiti sull'argomento.

**Rischio da radiazioni
ottiche artificiali, da
quanto se ne parla?**

Articolo 259 DPR 547/55



1. I lavoratori addetti alle operazioni di saldatura elettrica e simili devono essere forniti di guanti isolanti, di schermi di protezione per il viso e, quando sia necessario ai fini della sicurezza, di pedane o calzature isolanti.
2. La zona di operazione ogni qualvolta sia possibile deve essere protetta con schermi di intercettazione di radiazioni dirette o riflesse, quando queste costituiscono pericolo per gli altri lavoratori.



Art 28 D.Lgs 81/2008

Oggetto della valutazione dei rischi

1. La valutazione di cui all'articolo 17, comma 1, lettera a), anche nella scelta delle attrezzature di lavoro e delle sostanze o dei preparati chimici impiegati, nonché nella sistemazione dei luoghi di lavoro, deve riguardare tutti i rischi per la
sicurezza e la salute dei lavoratori.....



Titolo VIII

Articolo 180 D.lgs. 81/08



VALUTAZIONE DEI RISCHI

1. Nell'ambito della valutazione di cui all'articolo 28, il datore di lavoro **valuta tutti i rischi derivanti da esposizione ad agenti fisici** in modo da identificare e adottare le opportune misure di prevenzione e protezione con particolare riferimento alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi.
2. 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.....

Articolo 181 D.lgs. 81/08

Definizioni e campo di applicazione

1. Ai fini del presente Decreto Legislativo 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.
2. Fermo restando quanto previsto dal presente capo, per le attività comportanti esposizione a rumore si applica il capo II, per quelle comportanti esposizione a vibrazioni si applica il capo III, per quelle comportanti esposizione a campi elettromagnetici si applica il capo IV, per quelle comportanti esposizione a radiazioni ottiche artificiali si applica il capo V.
3. La protezione dei lavoratori dalle radiazioni ionizzanti è disciplinata unicamente dal Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230(N), e sue successive modificazioni.



Articolo 214 D.lgs. 81/08

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



Art. 215 D.Lgs. 81/08

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE



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

Valori limite d'esposizione Allegato XXXVII parte I

Tabella 1.1

Valori limiti di esposizione per radiazioni ottiche non coerenti

Indice	Lunghezza d'onda nm	Valori limite di esposizione	Unità	Commenti
a.	180-400 (UVA, UVB e UVC)	$H_{\text{eff}} = 30$ Valore giornaliero 8 ore	[J m ⁻²]	
b.	315-400 (UVA)	$H_{\text{UVA}} = 10^4$ Valore giornaliero 8 ore	[J m ⁻²]	
c.	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$L_B = \frac{10^6}{t}$ per $t \leq 10\,000$ s	L_B : [W m ⁻² sr ⁻¹] t: [secondi]	per $\alpha \geq 11$ mrad
d.	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$L_B = 100$ per $t > 10\,000$ s	[W m ⁻² sr ⁻¹]	
e.	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$E_B = \frac{100}{t}$ per $t \leq 10\,000$ s	E_B : [W m ⁻²] t: [secondi]	per $\alpha < 11$ mrad Cfr. nota 2
f.	300-700 (Luce blu) Cfr. nota 1	$E_B = 0,01$ t > 10 000 s	[W m ⁻²]	

Articolo 216 D.lgs. 81/08

Il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:

- a) il livello, la gamma di lunghezze d'onda e la durata dell'esposizione a sorgenti artificiali di radiazioni ottiche;
- b) i valori limite di esposizione di cui all'articolo 215;
- c) qualsiasi effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori appartenenti a **gruppi particolarmente sensibili al rischio**;
- d) qualsiasi eventuale effetto sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le **sostanze chimiche fotosensibilizzanti**;





Sostanze foto-sensibilizzanti

Per somministrazione locale:	Per somministrazione orale o parenterale:
• Solfoammidi e prodotti chimici associati • Disinfettanti (composti di salicilanilide) • Fenotiazine • Coloranti • Oli essenziali • Composti furocumarinici (psoraleni) • Solfuro di cadmio (tatuaggi)	• Amiodarone • Diuretici a base di tiazine • Cloropromazina e fenotiazine associate • Acido nalidixico • Farmaci antinfiammatori non steroidei • Protriptilina • Psoraleni • Sulfamidici (batteriostatici e antibatterici) • Tetracicline(antibiotici)

Normativa Sorgenti incoerenti

- **CEI EN 62471:2009 sulla sicurezza fotobiologica lampade e sistemi di lampade**

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

- **UNI EN 12198-1: 2009 radiazioni emesse dal macchinario**

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



Normativa Sorgenti coerenti

CEI EN 60825-1 Sicurezza per gli apparecchi laser

- Classe 1 (ex Cl.1) per conferenza (meno pericolosi)
- Classe 1M
- Classe 2 (ex Cl.2) per apparecchi RX puntatori/centratori)
- Classe 2M
- Classe 3R (ex Cl.3A eliminata)
- Classe 3B (ex Cl.3B) pochi per medicina
- Classe 4



Normativa Europea sulla misurazione e valutazione

La Norma UNI EN14255

NORMA
EUROPEA

**Misurazione e valutazione dell'esposizione personale
a radiazioni ottiche incoerenti**
Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali
nel posto di lavoro

UNI EN 14255-1

OTTOBRE 2005

La norma specifica le procedure per la misurazione e valutazione dell'esposizione personale alle radiazioni ultraviolette (UV) emesse da sorgenti artificiali, quando gli effetti negativi di questa esposizione non possono essere facilmente esclusi.

NORMA
EUROPEA

**Misurazione e valutazione dell'esposizione personale
a radiazioni ottiche incoerenti**
Parte 2: Radiazioni visibili ed infrarosse emesse da sorgenti
artificiali nei posti di lavoro

UNI EN 14255-2

FEBBRAIO 2006

NORMA
EUROPEA

**Misurazione e valutazione dell'esposizione personale
a radiazioni ottiche incoerenti**
Parte 3: Radiazioni UV emesse dal sole

UNI EN 14255-3

SETTEMBRE 2008

NORMA
EUROPEA

**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

UNI EN 14255-4

MARZO 2007

Misure di prevenzione e protezione

Misure di carattere organizzativo

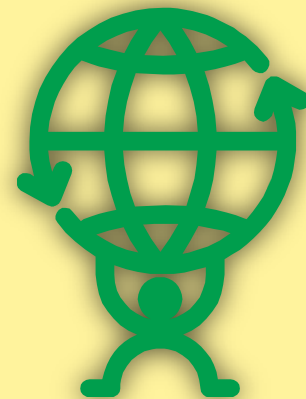
Misure tecniche

Formazione

Dispositivi di protezione collettiva

Dispositivi di protezione individuale

Sorveglianza sanitaria



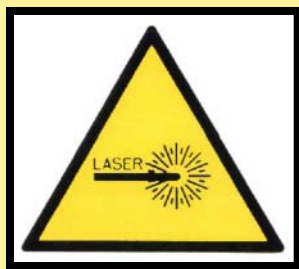
Segnaletica di sicurezza e perimetrazione



Radiazione ottica,
secondo la UNI EN 12198



Radiazioni ultra violette da saldatura



Radiazioni laser