



CORSO DI FORMAZIONE PER TECNICO SICUREZZA LASER (TSL) E ADDETTO SICUREZZA LASER (ASL)

Relatore: Luisa Biazzi

2023

Parte 1+2

luisa.biazzi@unipv.it

Corso di Formazione per
TECNICO SICUREZZA LASER (TSL) E
ADDETTO SICUREZZA LASER (ASL)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO E MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

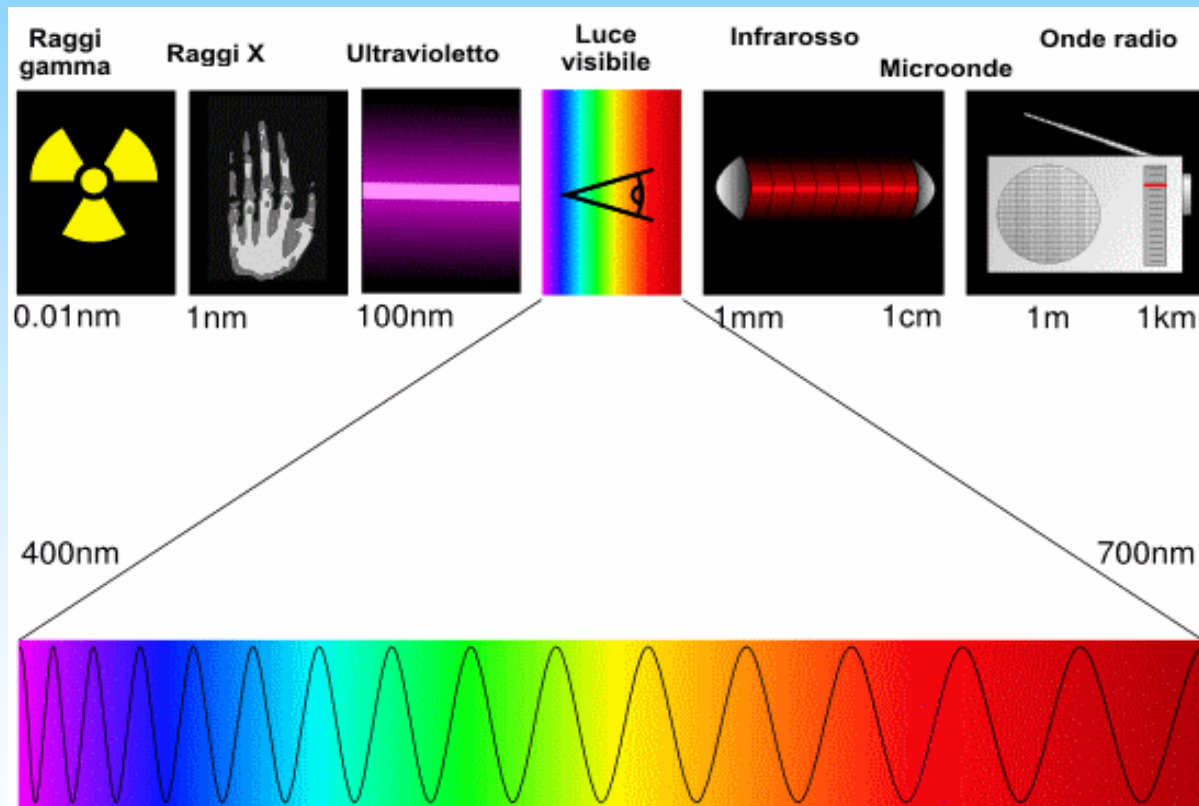
- La radiazione ottica (1mm-100nm) incoerente e coerente.
- Cenni di fisica delle radiazioni, grandezze radiometriche e fotometriche di interesse protezionistico.
- La valutazione del rischio di esposizione a radiazioni ottiche e il D.Lgs.81/08 aggiornato dal D.Lgs.106/09 con l'All.XXXVII. Misure di prevenzione e protezione.
- Effetti biologici e sorveglianza sanitaria.

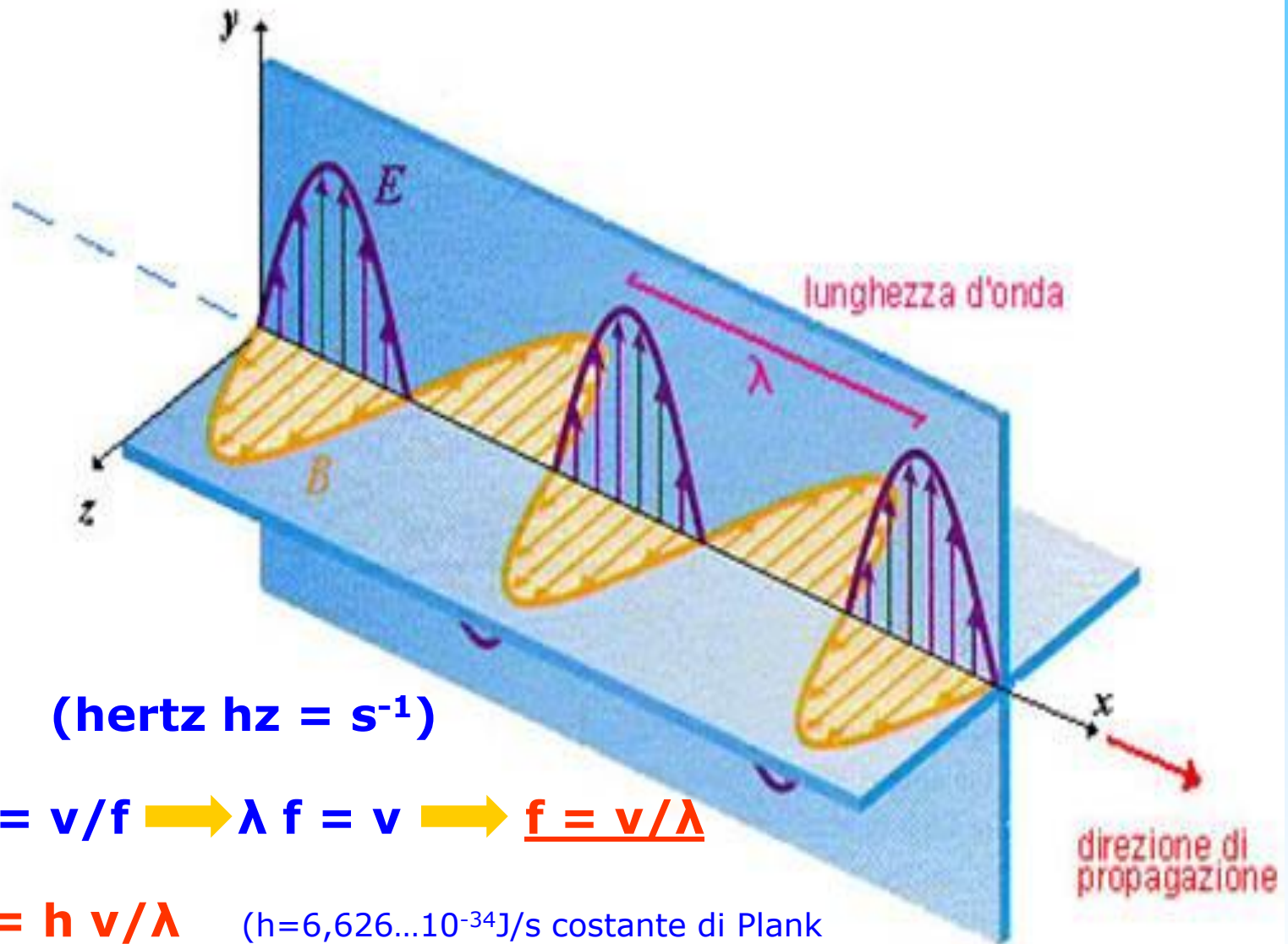
Luisa Biazzi

Università di Pavia - Fisica Medica

luisa.biazzi@unipv.it

Spettro elettromagnetico: ionizzante e non lunghezze d'onda





$$f = 1/T \quad (\text{hertz } \text{hz} = \text{s}^{-1})$$

$$\lambda = v T = v/f \longrightarrow \lambda f = v \longrightarrow \underline{f = v/\lambda}$$

$$E = h f = h v/\lambda \quad (h = 6,626 \dots 10^{-34} \text{J/s} \text{ costante di Plank})$$

L'energia non evolve in modo costante ma è quantizzata
ossia può assumere solo valori multipli di h)

Spettro elettromagnetico

Denominazione			Sigla	Frequenza	Lunghezza
Radiazioni Non Ionizzanti	Freq. estremamente basse		ELF	0 - 3 kHz	> 100 km
	Frequenze bassissime		VLF	3 - 30 kHz	100 - 10 km
	Radiofrequenze (RF)	Onde lunghe	LF	30 - 300 kHz	10 - 1 km
		Onde medie	MF	300 kHz-3 MHz	1 km - 100 m
		Alte freq.	HF	3 -30 MHz	100 - 10 m
		Freq.altissime	VHF	30 - 300 MHz	10 - 1 m
	Microonde (MO)	decimetriche	UHF	300 MHz-3 GHz	1 m - 10 cm
		centimetriche	SHF	3 - 30 GHz	10 -1 cm
		millimetriche	EHF	30 - 300 GHz	1 cm - 1 mm
	Infrarosso		IR	0.3 - 385 THz	1mm- 780 nm
	Luce visibile		VS	385 - 750 THz	780 - 400 nm
Ultravioletto		UV	750 - 3000 THz	400 - 100 nm	
Radiazioni Ionizzanti	Raggi X Raggi Gamma			> 3000 THz	< 100 nm

5

CEM - NIR

Spettro elettromagnetico NIR

FREQUENZA	DENOMINAZIONE ONDE ELETTRROMAGNETICHE	LUNGHEZZA D'ONDA
RADIAZIONI NON OTTICHE (CEM con frequenze da 0Hz a 300 GHz)		
0 Hz – 300 Hz	Onde e.m. a frequenze estremamente basse (ELF)	∞ – 1000 km
300 Hz – 300 kHz	Onde e.m. a frequenze basse (VLF - LF)	1000 km – 1 km
300 kHz – 300 MHz	Radiofrequenze (RF)	1 km – 1 m
300 MHz – 300 GHz	Microonde (MW)	1 m – 1 mm
RADIAZIONI OTTICHE (CEM con lunghezza d'onda da 1mm a 100 nm; E<10eV)		
300 GHz – 300 THz	Infrarosso (IR)	1 mm (10 ⁶ nm) – 780 nm IRC 1mm - 3000 nm IRB 3000 - 1400 nm IRA 1400 - 780 nm
375 THz – 750 THz	Luce visibile (LV o VS)	780 (700) nm – 380 (400) nm
750 THz – 3 10 ⁴ THz	Ultravioletto (UV)	400 nm – 100 nm UVA 400 - 315 nm UVB 315 - 280 nm UVC 280 - 100 nm

Dir.2006/25/CE-5.4.06
(G.U. L 114 del 27.4.06)

-è la Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del
“sulle prescrizioni **minime** di sicurezza inerenti
l’esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti
fisici (**radiazioni ottiche artificiali**)”

-è la XIX direttiva particolare della **direttiva “quadro”**
391/89/EEC del Consiglio del 12.6.1989 “concernente
l’attuazione di misure volte a promuovere il
miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori
durante il lavoro” (recepita in Italia nel **D.Lgs.81/2008**)

Direttive europee particolari su agenti fisici

e Titolo VIII D.Lgs.81/08 (T.U.)

- **vibrazioni meccaniche** (2002/44/CE): Capo III
- **rumore** (2003/10/CE): Capo II
- **campi elettromagnetici 0Hz-300GHz** (2013/35/UE): Capo IV D.lgs.1.8.16/159
- **radiazioni ottiche artificiali** (2006/25/CE): Capo V

Inoltre sono agenti fisici senza corrispondente Dir.U.E.:

- ultrasuoni, infrasuoni, microclima, atmosfere iperbariche

che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori

Le radiazioni ottiche sono quella parte dello spettro elettromagnetico che comprende, in ordine crescente di energia E e quindi di frequenza f (essendo $E=h*f$):

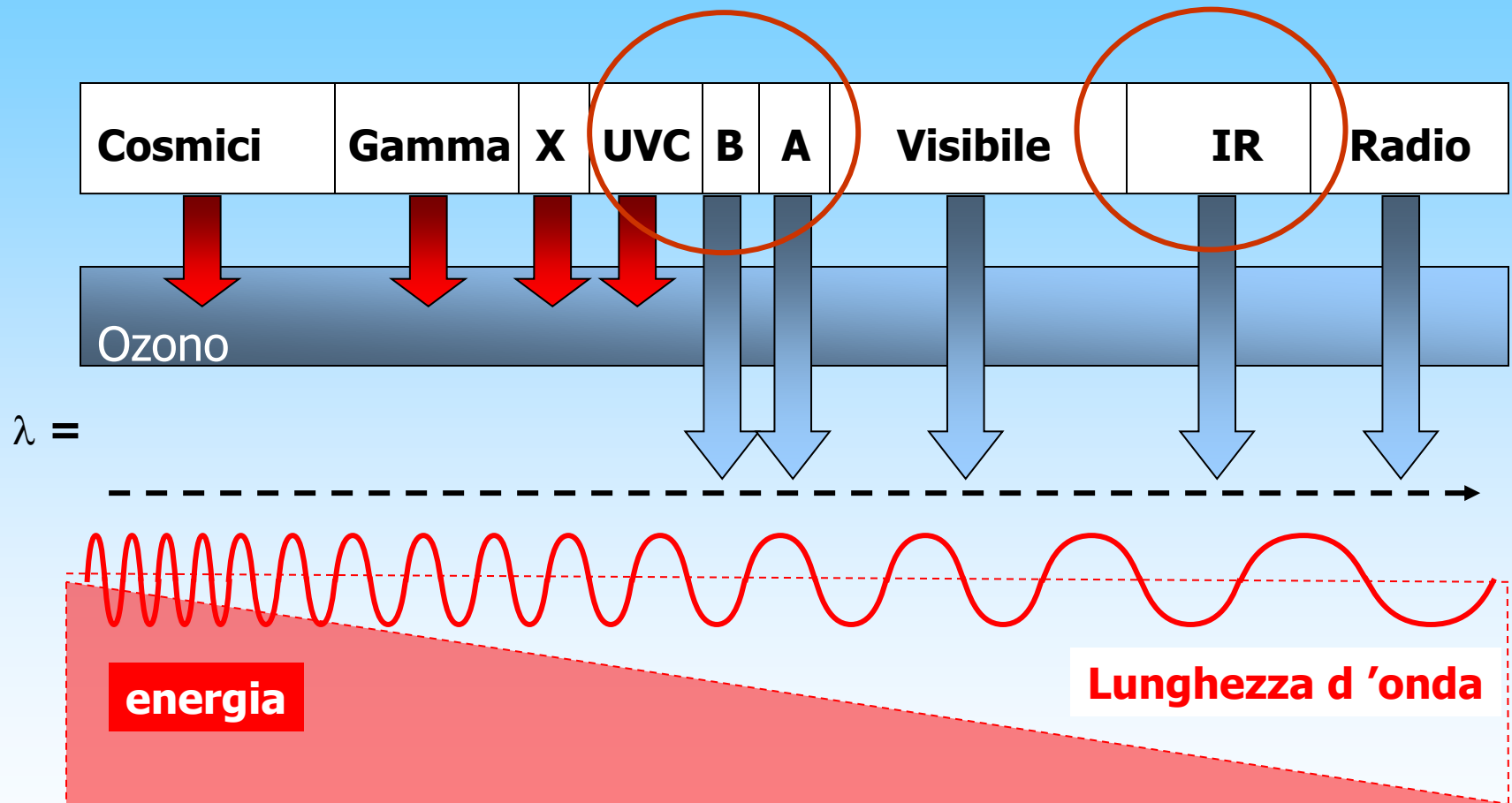
INFRAROSSO (IR)- VISIBILE (VS)-ULTRAVIOLETTO (UV)

Le sorgenti di radiazioni ottiche sono

sia naturali che artificiali

la Dir.2006/25/CE=CapoV DLgs.81/08 **esclude** le esposizioni lavorative a **radiazioni ottiche naturali** (solare); tuttavia l'art.15 “Misure generali di tutela”, l'art.28 “Oggetto della valutazione dei rischi”, l'art.181 «Valutazione rischi (Agenti fisici)» prevedono che vadano valutati “**tutti i rischi**” lavorativi.

Trasmissione della R.O. solare in atmosfera



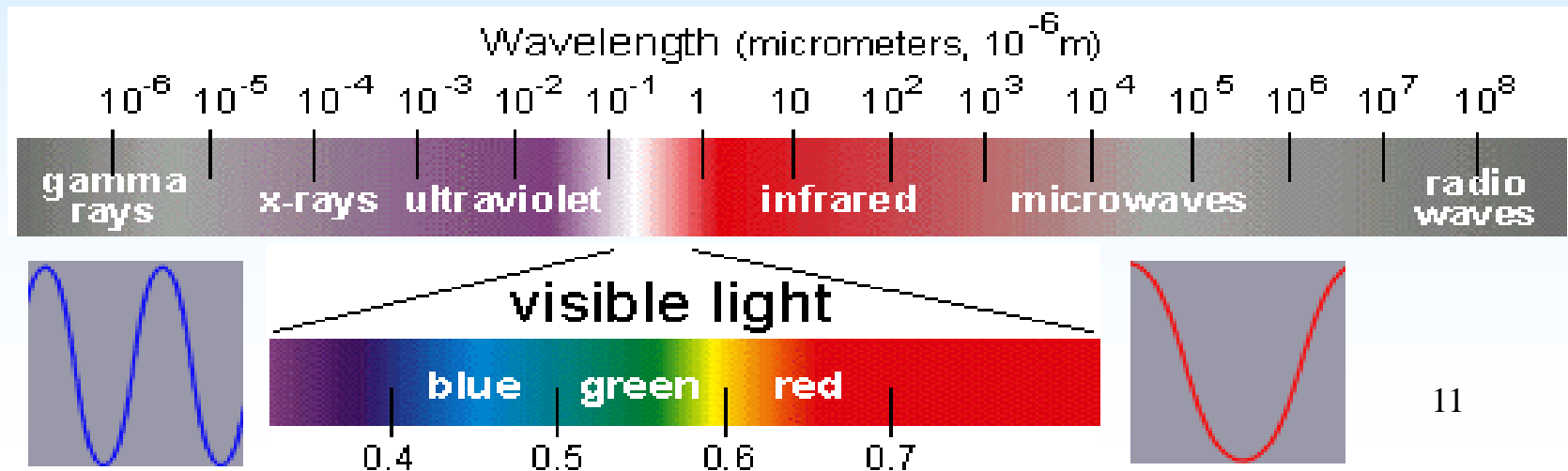
La radiazione elettromagnetica con lunghezza d'onda compresa

tra 100 e 400 nm è UV; tra 400 e 780 nm è VS; tra 780 nm e 1 mm è IR

Radiazione Infrarossa:

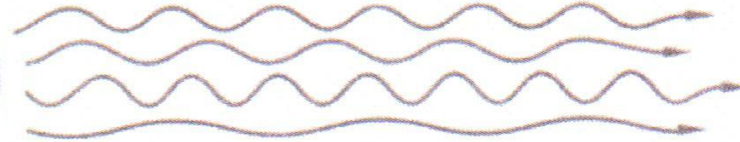
bande spettrali CIE (nm)

IR-A	IRB	IR-C	
760	1400	3000	1000000



SORGENTI COERENTI E SORGENTI INCOERENTI

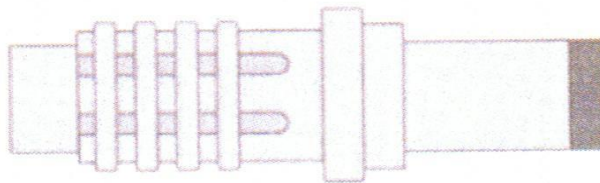
1. Incoherent



Different wavelengths (colours)

La sorgente incoerente (fasi casuali) emette in tutte le direzioni e la quantità di luce raccolta dipende dall'area sensibile del rivelatore

2. Coherent and monochromatic



Laser

La sorgente coerente (stessa fase) (laser) emette luce direzionata e il rivelatore può raccogliere tutta la luce emessa



Same wavelength (monochromatic)
Light waves in phase (coherent)



Sorgenti artificiali incoerenti e coerenti

sorgenti incoerenti: lampade e sistemi

- illuminazione con emissione soprattutto nel visibile,
- UV-C per lampade germicide/sterilizzazione
- UV-A / UV-B per abbronzatura o fototerapia
- UV-A per la polimerizzazione
- IR-A / IR-B per il riscaldamento
- saldatura (IR, VS, UV)
- ecc.

sorgenti coerenti con emissione monocromatica il cui impiego più comune è il **LASER** che presenta la caratteristica di un fascio (IR ovvero VS ovvero UV) molto direzionale e con alta densità di energia con possibilità di focalizzare il fascio anche a elevate distanze; quindi vanno usate cautele nell'uso e misure di sicurezza specifiche.

Sorgenti artificiali non coerenti

- **UV:** Soprattutto in campo sanitario (lampade germicide, sistemi per diagnosi e terapia) e biologico e per laboratorio
- **Sorgenti UV dirette:**
 - **Lampade UV**
 - **Forni UV**
 - **Transilluminatori**
- **Sorgenti UV indirette:**
 - **Saldatura ad arco**
 - **Saldatura e taglio di metalli con torce al plasma**
 - **Fusione di metalli**
 - **Brasatura**
- **VS:**
 - **Lampade per illuminazione**
 - **Archi di saldatura**
 - **Forni industriali**
 - **Avvio di processi industriali, medici, agricoli, ecc.**
- **IR:**
 - **Fusione e soffiatura del vetro, fusione di metalli, conduzione di forni**
 - **Riscaldatori radianti**
 - **Lampade**
 - **Archi di saldatura**
 - **Forni industriali**

Bersagli biologici delle R.O.

- Gli organi biologici più sensibili ai rischi di elevate esposizioni a radiazioni ottiche sono l'**occhio** in tutte le sue parti (cornea, cristallino, retina) e la **cute**.
- Gli effetti dell'esposizione di questi organi bersaglio sono funzione del tipo di radiazione ottica ossia della **lunghezza d'onda** λ e quindi dell'energia associata alla radiazione ottica, sia coerente che incoerente.
- **Da λ dipende l'assorbimento di occhio e pelle e quindi la sensibilità di un dato tessuto a quella radiazione.**
- **Il tipo di danno a occhi e cute dipende da λ della radiazione incidente mentre la gravità del danno è connessa al tempo e all'intensità dell'esposizione.**

Interazione radiazione-tessuto

L'interazione della radiazione laser con i tessuti biologici e i conseguenti effetti biologici e soglie di danneggiamento dipendono dai seguenti fattori:

- **lunghezza d'onda**
- **durata dell'esposizione**
- **dimensione della zona irradiata**

Naturalmente gli effetti biologici e le soglie di danneggiamento variano a seconda del tipo di tessuto (retina, cornea, pelle, ecc.).

Effetti dell'esposizione -1

Gli effetti a livello dei tessuti oculari e cutanei riconoscono, in funzione della lunghezza d'onda, un duplice meccanismo:

- 1) **fotochimico**, proprio della radiazione **ultravioletta** e **visibile** (che può essere diretto oppure mediato dalla presenza di sostanze fotosensibilizzanti),
- 2) **termico**, caratteristico delle lunghezze d'onda dell'**infrarosso**.
- Per i **laser** anche 3) **meccanico** e 4) **fotoablattivo** (v.oltre)

Oltre alla lunghezza d'onda gli effetti dipendono dalla “dose”: il superamento di determinate **soglie** può comportare l'induzione di alterazioni patologiche più o meno reversibili.

Interazione radiazione LASER-tessuto

I principali effetti di interazione della radiazione ottica laser con il tessuto biologico sono:

- **effetto fototermico**
- **effetto fotochimico**
- **effetto fotomeccanico**
- **effetto fotoablativo**

Il «peso» di questi processi nel determinare le soglie di danneggiamento dipende dalla lunghezza d'onda e dalla durata dell'esposizione.

Effetto fototermico

E' dovuto all'aumento di temperatura causato dall'assorbimento della radiazione.

E' il più frequente.

E' importante soprattutto per esposizioni dell'ordine del millisecondo o più lunghe.

Per esposizioni molto lunghe e per lunghezze d'onda maggiori di 600 nm è l'unico effetto che determina le soglie di danneggiamento.

Effetto fotochimico

E' dovuto alla modificazione delle molecole del tessuto e/o alla produzione di nuove sostanze per effetto di reazioni chimiche attivate dalla radiazione.

Questo processo è quasi totalmente limitato a lunghezze d'onda minori di 600 nm ed è importante soprattutto per esposizioni di alcuni secondi o più lunghe.

Effetto fotomeccanico

E' dovuto a formazione di onde d'urto causate dalla radiazione e in grado di danneggiare il tessuto.

E' il processo più importante nel caso di impulsi di forte intensità di picco e di brevissima durata (per esempio quando la durata è dell'ordine del picosecondo o del nanosecondo).

Effetto fotoablativo

E' un processo molto complesso che causa la rimozione esplosiva di materiale dal tessuto in seguito all'irraggiamento.

E' rilevante principalmente nel caso di impulsi di elevata potenza, soprattutto nell'ultravioletto.

Nella fotoablazione laser sono presenti in varia misura processi fototermici, fotochimici e fotomeccanici.

Effetti dell'esposizione -2

In particolare per la radiazione UV si riconoscono:

- effetti di tipo “**deterministico**” (a soglia): quali fotocheratiti, fotocongiuntiviti, cataratta, eritema, elastosi, invecchiamento cutaneo
- effetti a lungo termine di tipo “**stocastico**” (no soglia): quali il cancro della cute (carcinomi spino- e basicellulari, melanoma)

La radiazione LASER -1

- I **laser** rappresentano un tipo peculiare di sorgenti ottiche, in quanto emettono fasci di radiazione coerente collimata e monocromatica, in continuo o sotto forma di impulsi discreti.
- La radiazione coerente, più che la incoerente-diffusa, può essere raccolta dalle strutture diottriche dell'occhio e focalizzata sulla retina (per lunghezze d'onda che arrivano alla retina: VS e IR-A).

La radiazione LASER -2

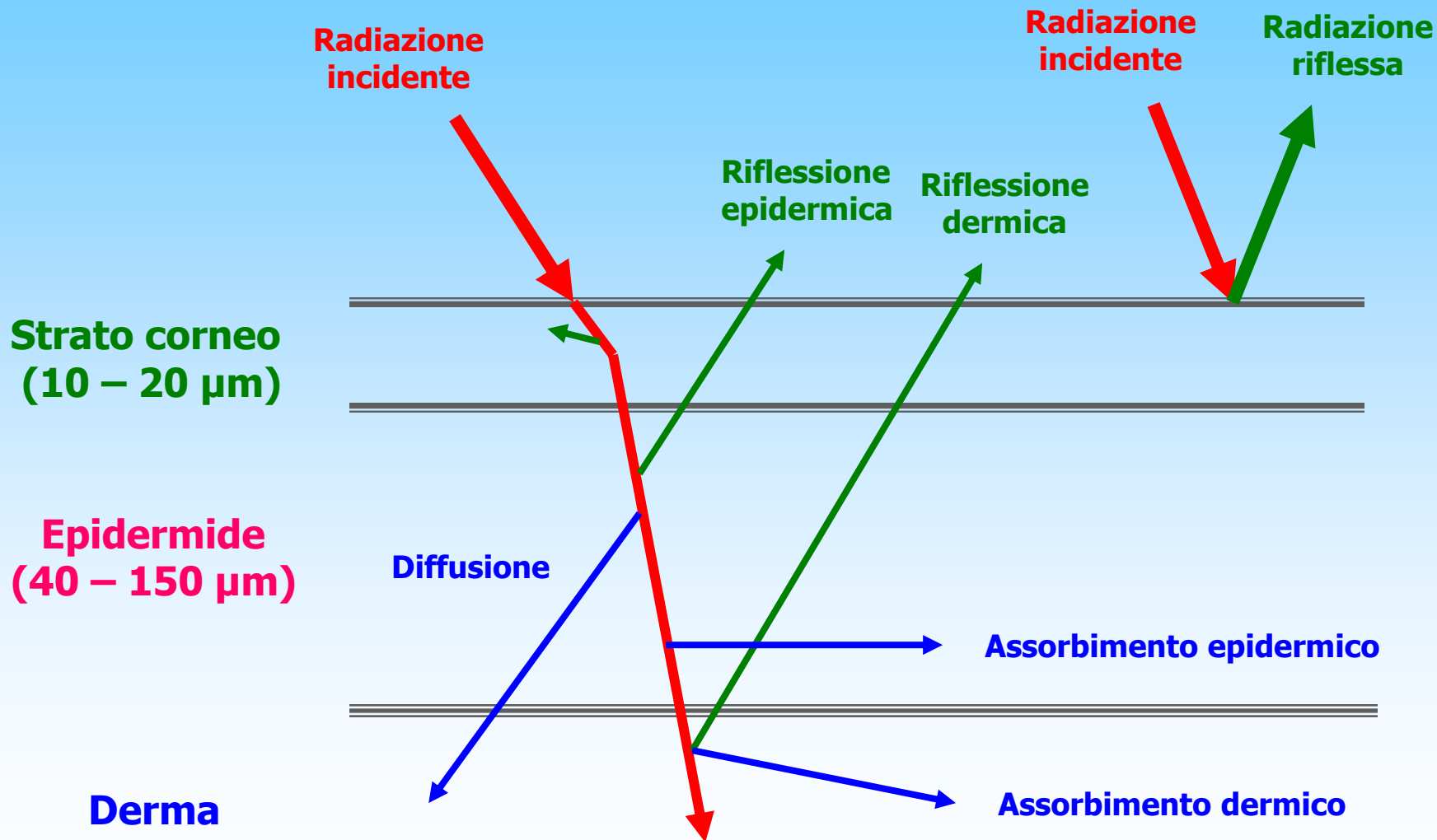
- Ciò vale soprattutto per i laser che emettono nel **visibile** e nel **vicino IR** (perché arrivano alla retina).
- Di conseguenza a livello **retinico** è possibile raggiungere densità di energia molto elevate, anche per fasci in origine di bassa potenza e questo può tradursi in esteso e irreversibile danno al tessuto della retina.
- La radiazione coerente, specie se di potenza, può arrecare danno anche alla **cute** (es. ustione localizzata).

Conseguenze dell'interazione R.O. - mezzo

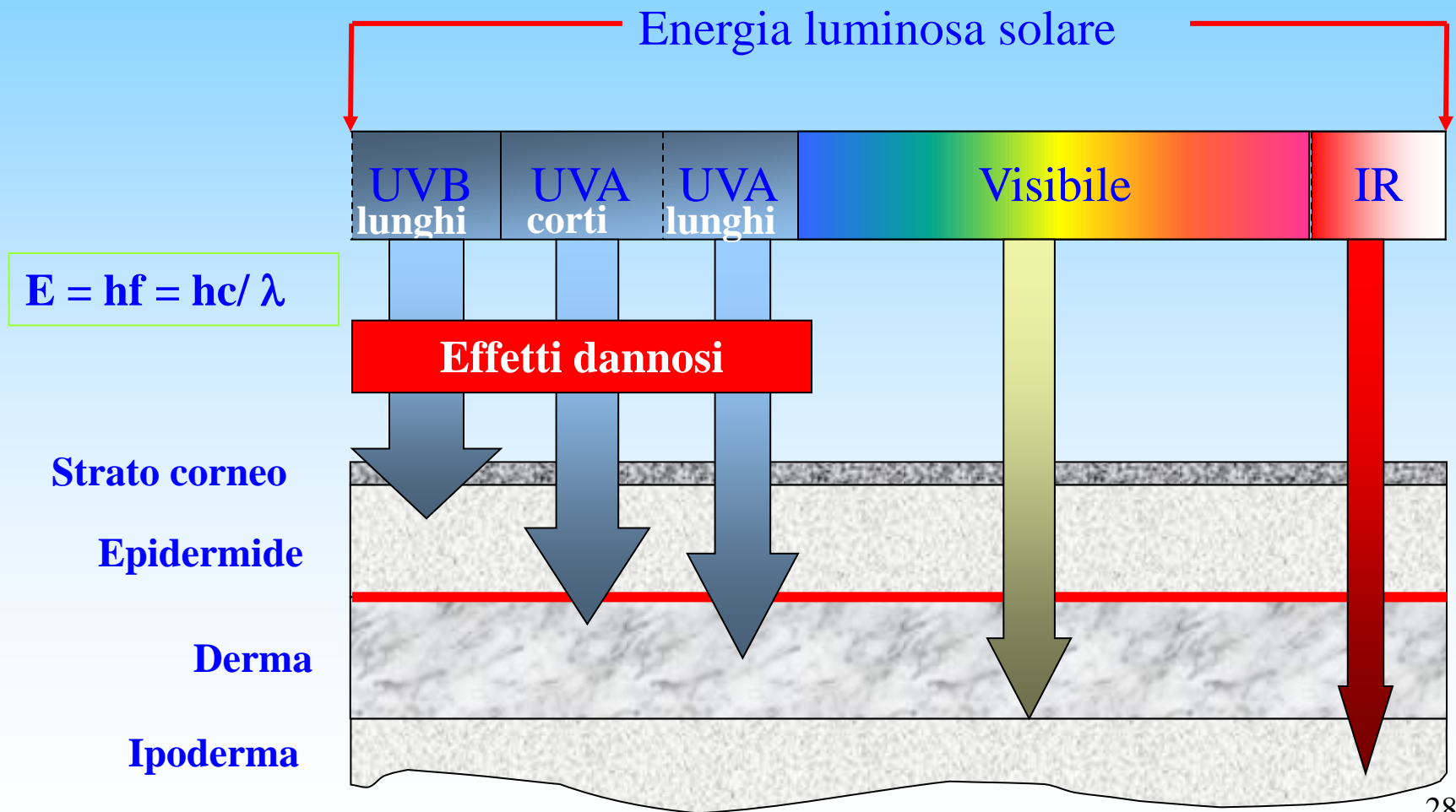
La radiazione ottica che colpisce una sostanza può essere:

- **rifratta** (da corpo trasparente: acqua, vetro), Energia costante pur deviata
- **riflessa** (specchio), Energia costante pur deviata
- **assorbita tot. o parz.** Energia assorbita+convertita es.calore; riemessa
- Sulla pelle umana: riflessione, assorbimento, diffusione **secondo λ**
- L'occhio raccoglie solo una parte dell'energia incidente: quella che colpisce la pupilla.
- Allontanandosi dalla sorgente, la pupilla raccoglie meno energia

Interazione della radiazione ottica con la cute (da Campurra, 2001)



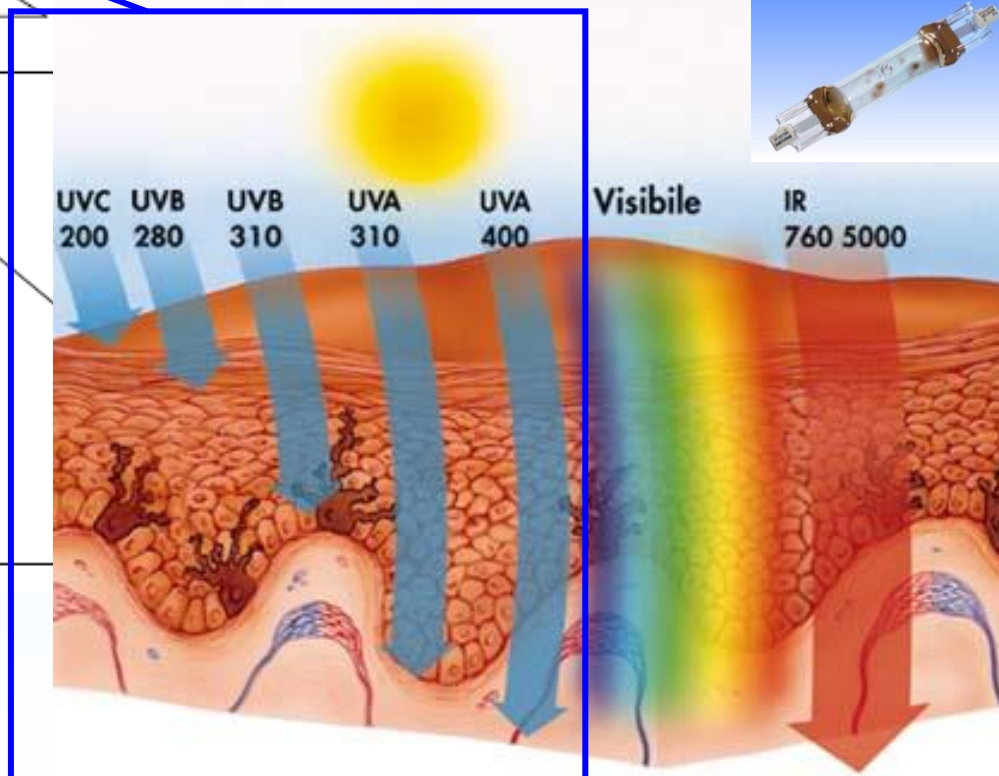
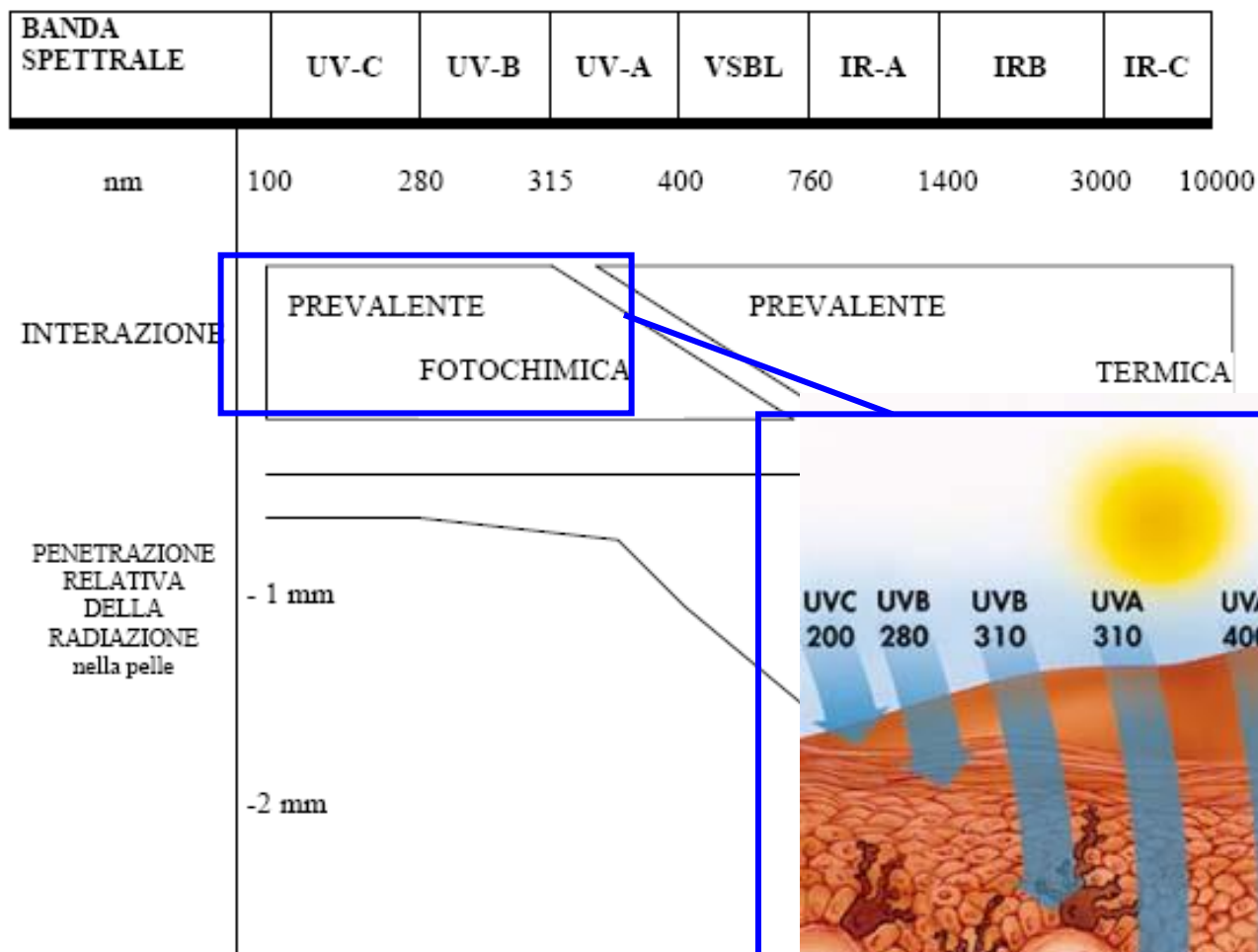
Trasmissione R.O. nella cute



Effetti biologici della radiazione ottica

UV: Effetti fotochimici

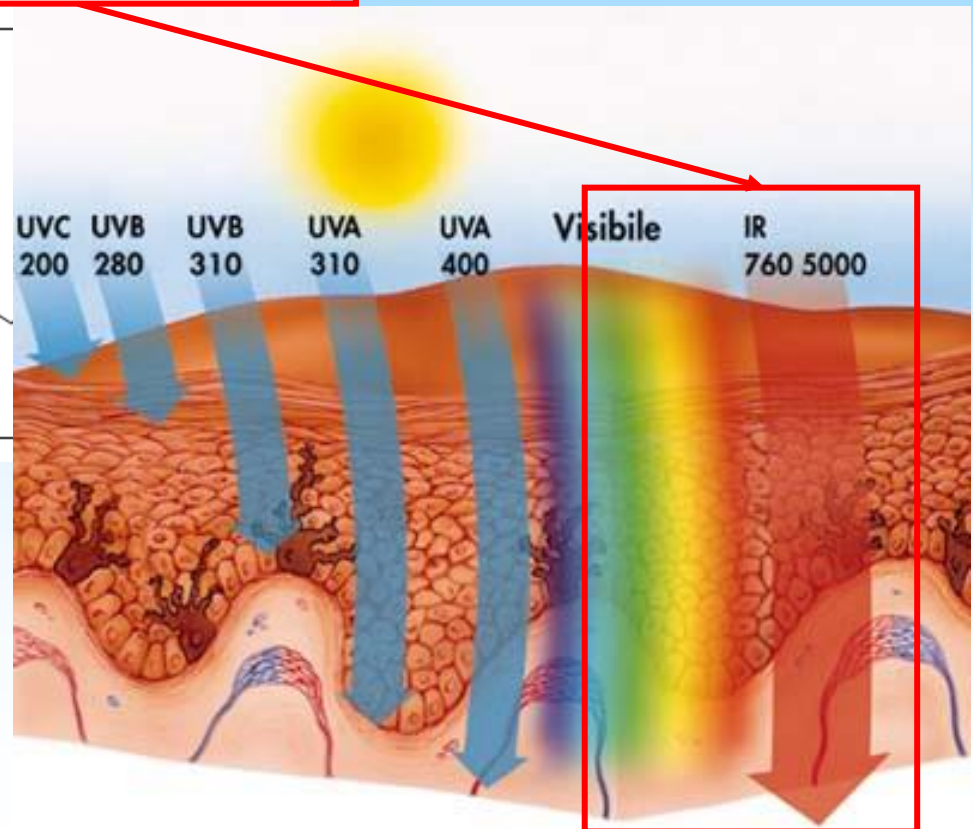
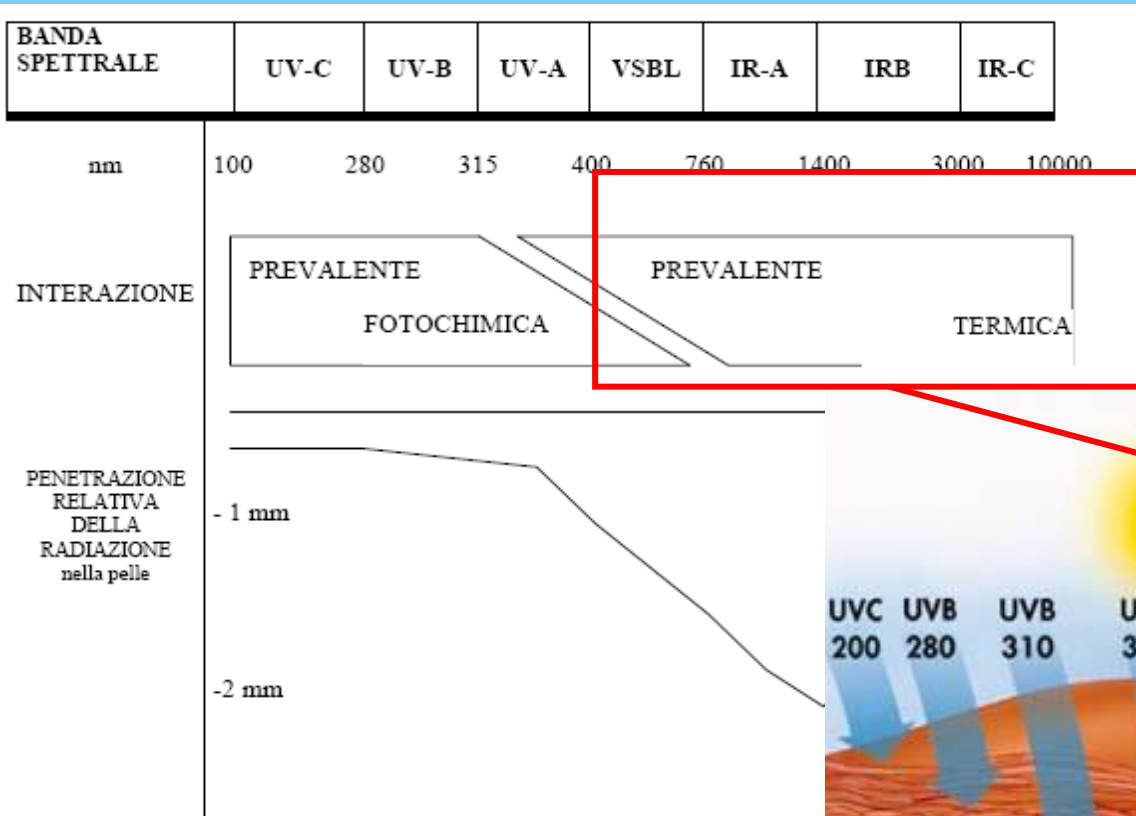
Rif. HPA



Effetti biologici della radiazione ottica

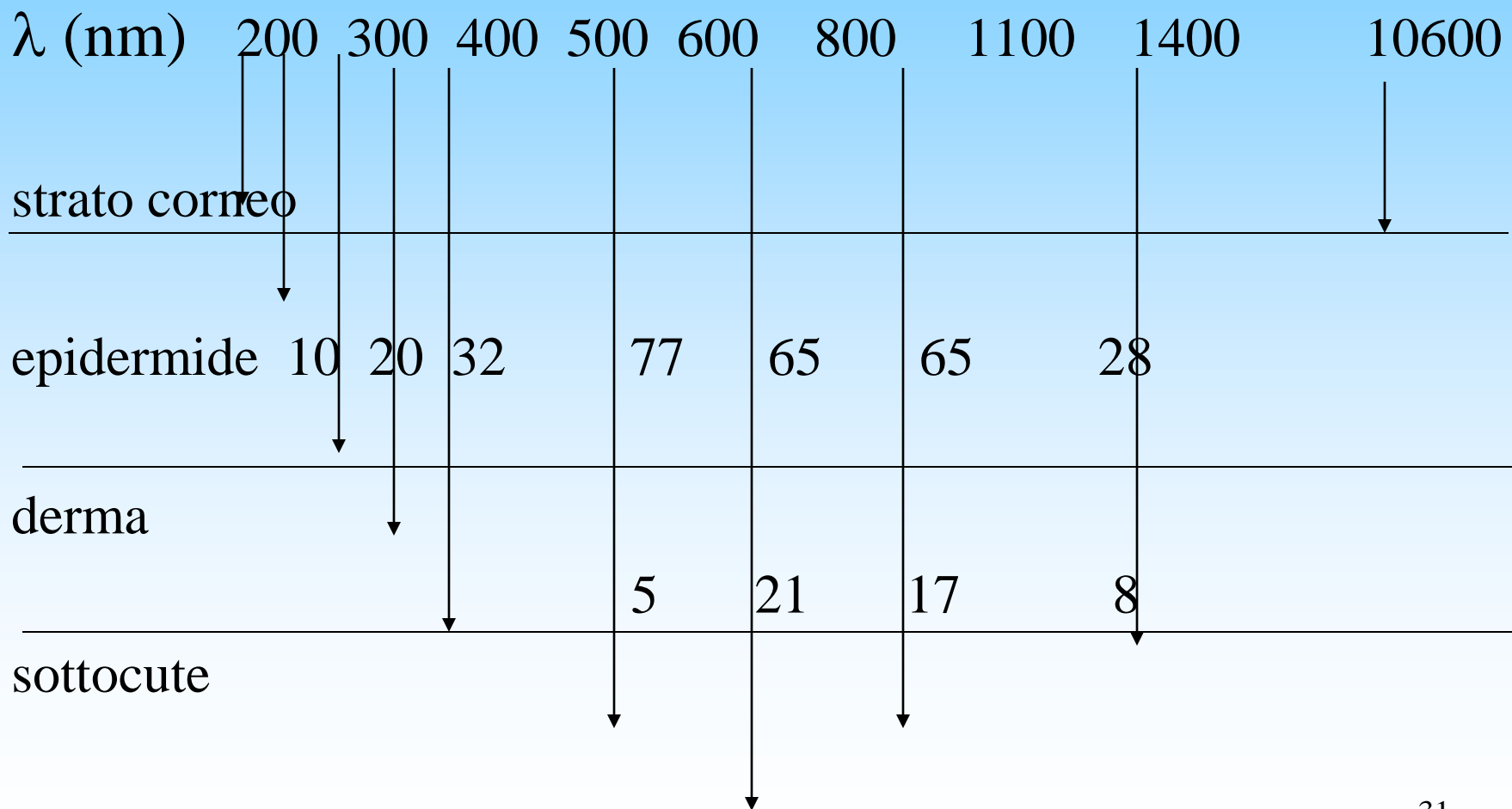
VS+IR: Effetti termici

Rif. Doc.HPA

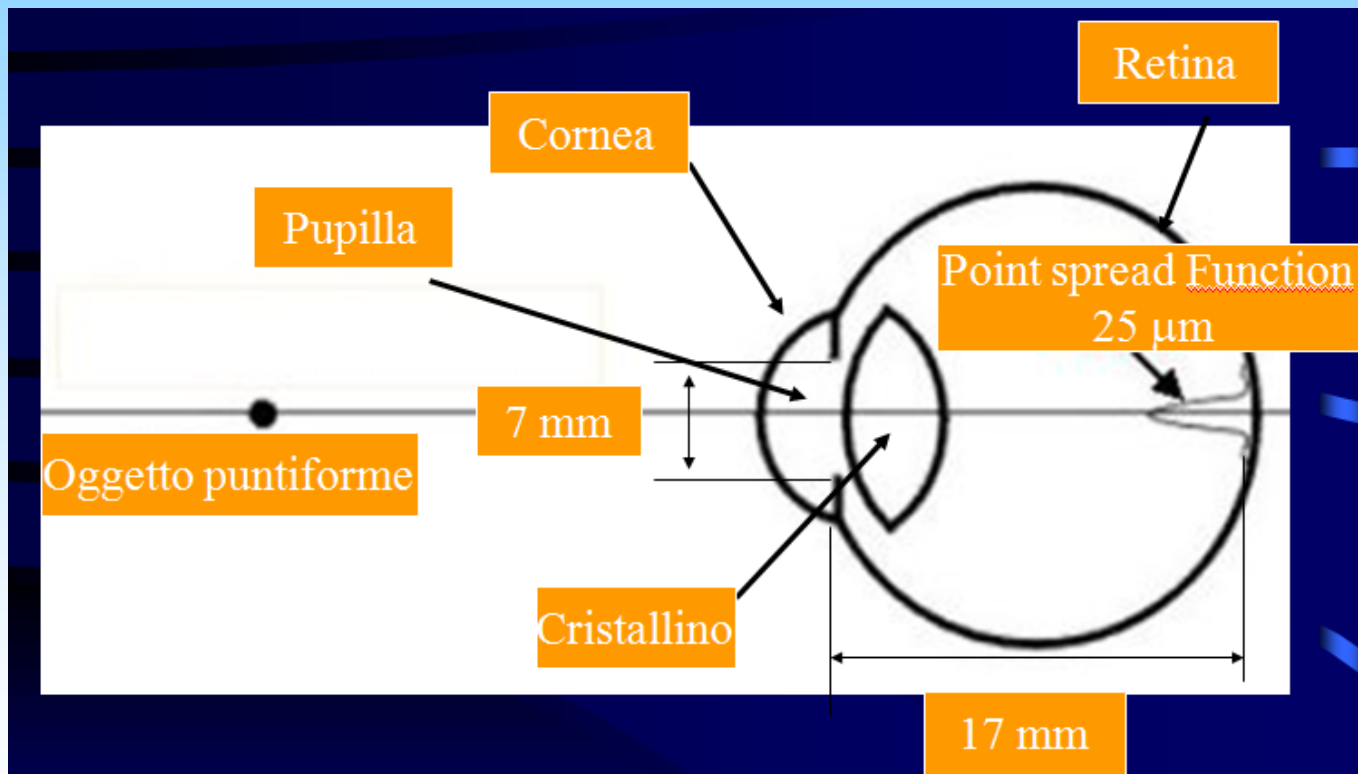


PROFONDITA' DI ASSORBIMENTO NELLA PELLE

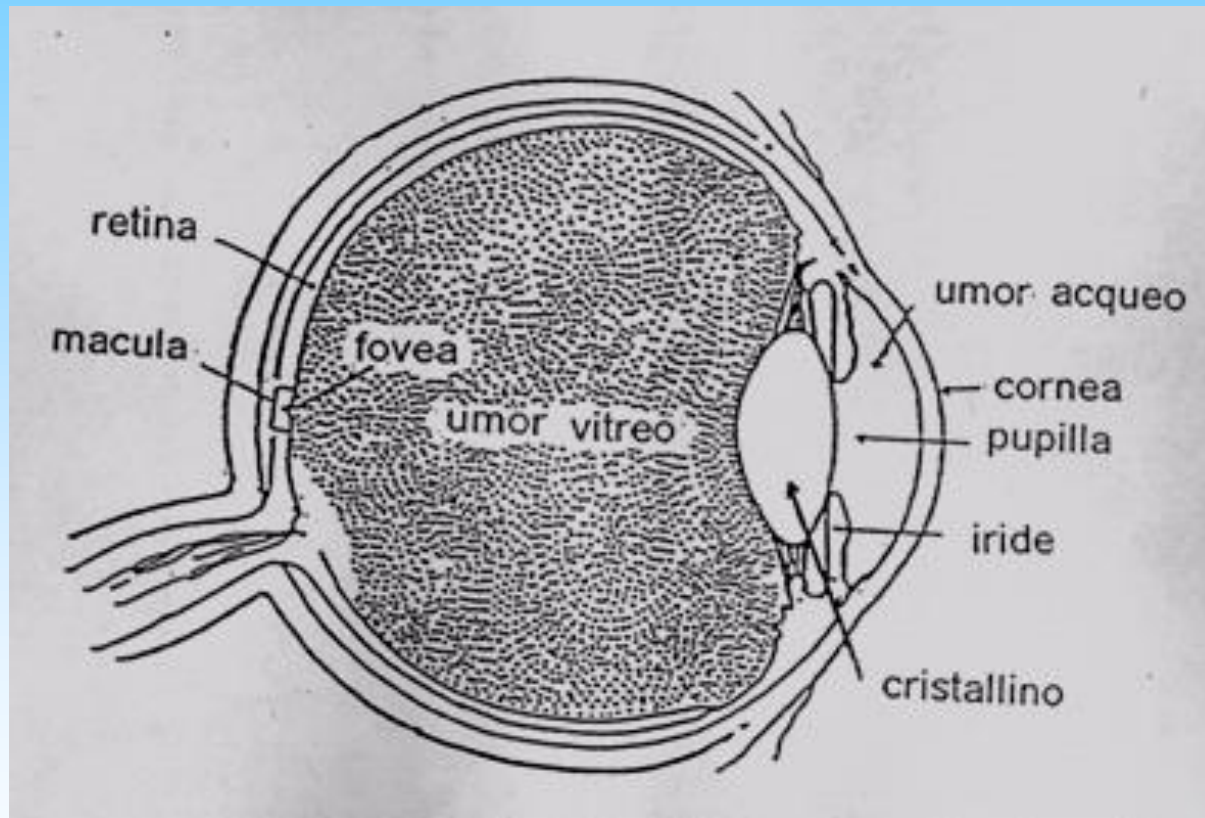
UV VISIBILE IR



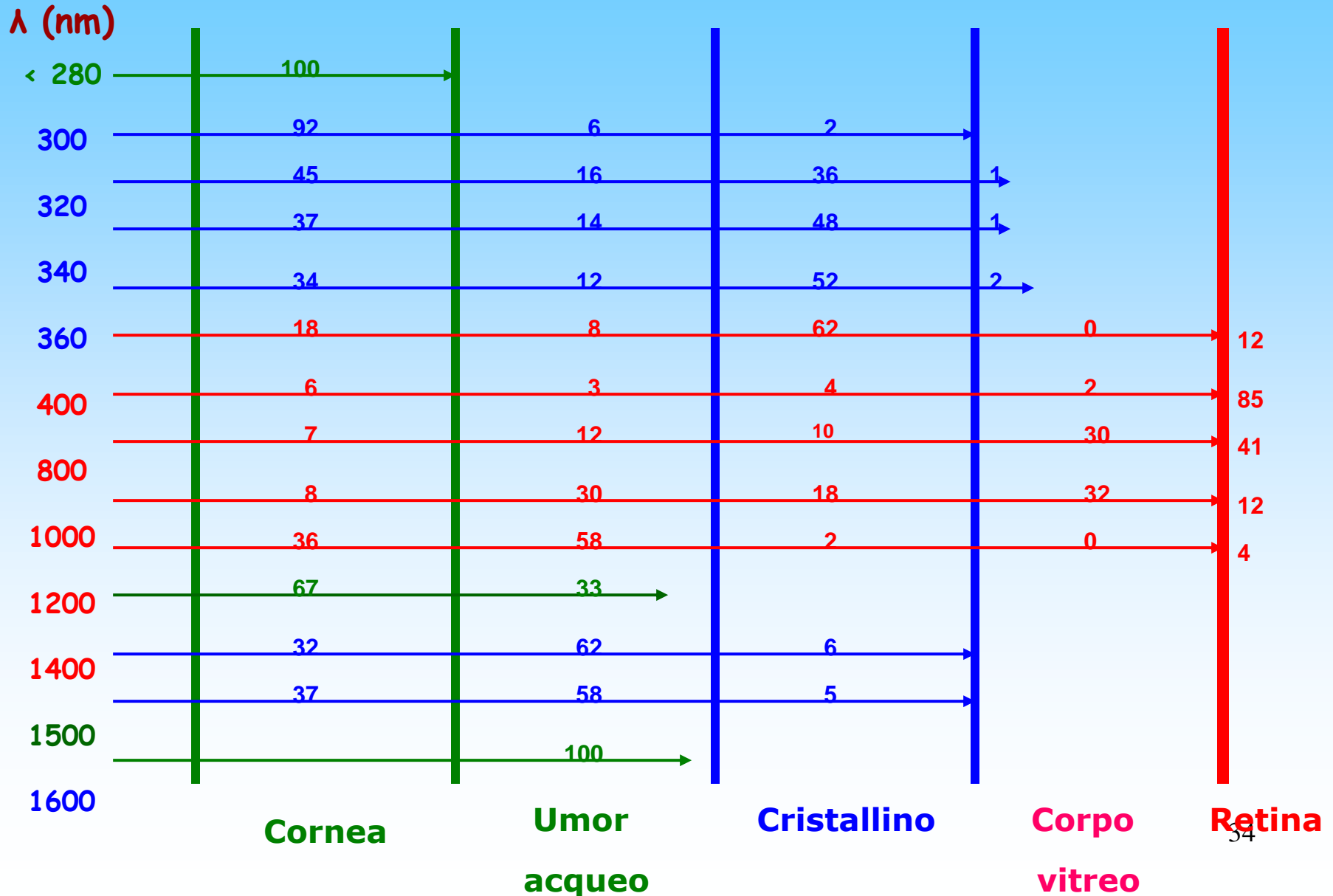
La trasmissione nell'occhio



Struttura dell'occhio



Assorbimento % della radiazione ottica da parte delle diverse strutture oculari (*da Campurra, 2001*) in funzione di λ

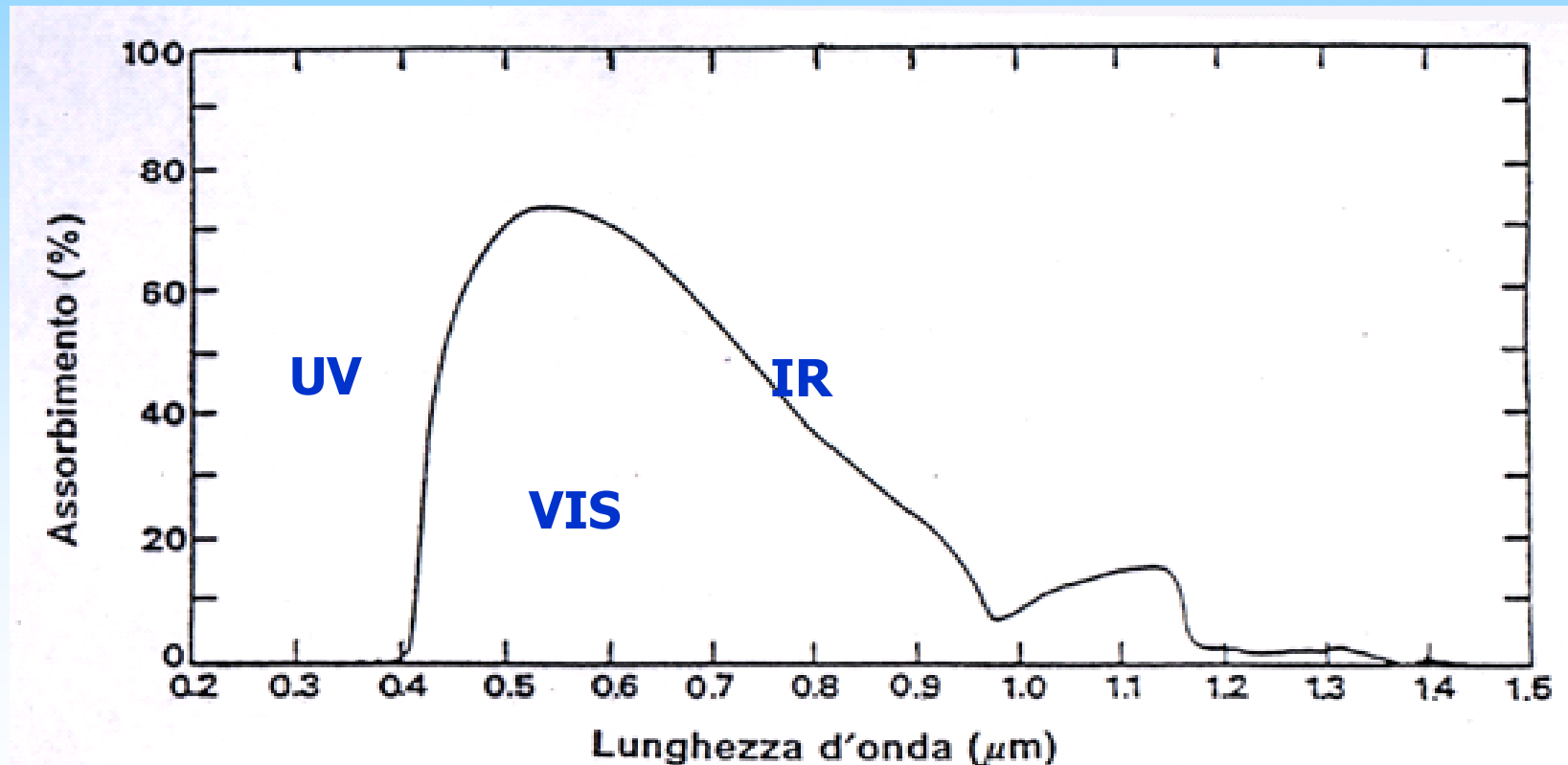


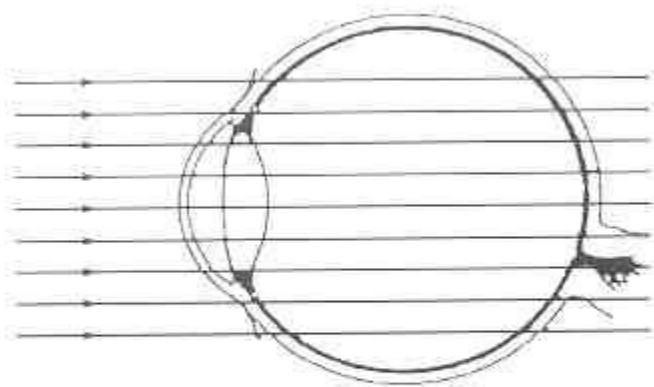
Assorbimento della retina in funzione di λ

UV: 100-400 nm (0,1 - 0,4 μm)

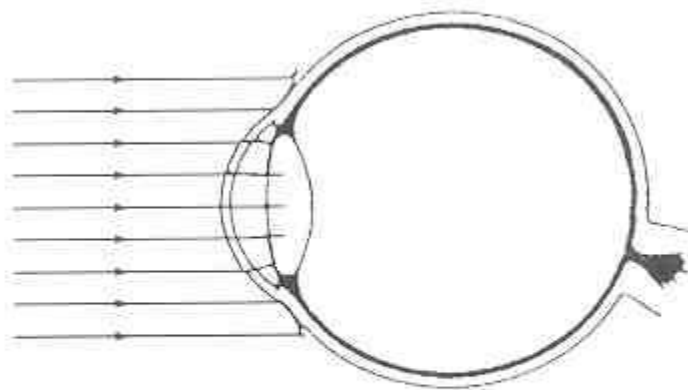
VIS: 380-780 nm (0,4 - 0,7 μm)

IR: 780 nm – 1mm

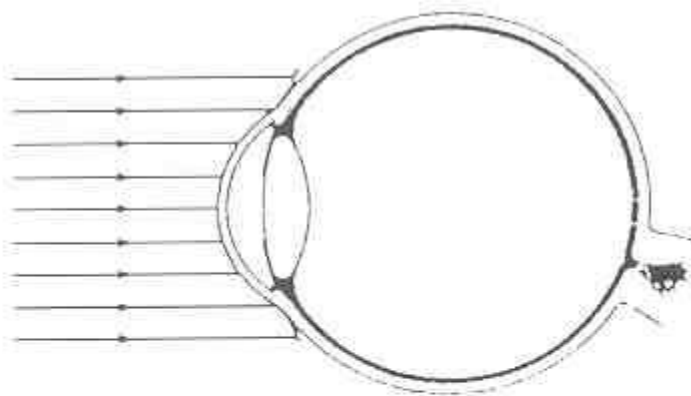




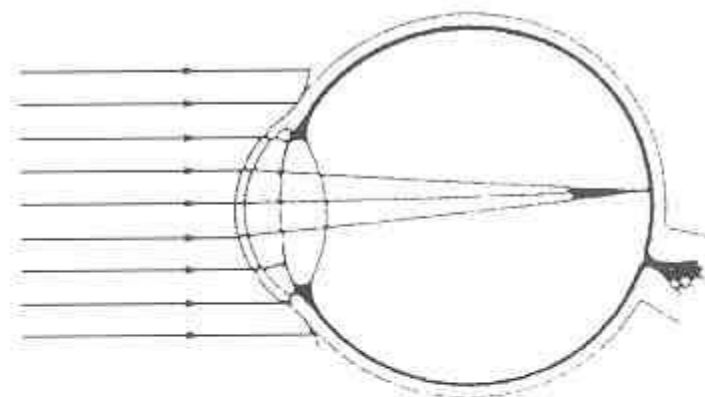
a) Microonde e raggi gamma



c) Ultravioletto vicino



b) Ultravioletto lontano e infrarosso lontano



d) Visibile e infrarosso vicino

DANNI DELLA R.O. SU OCCHIO E PELLE -1

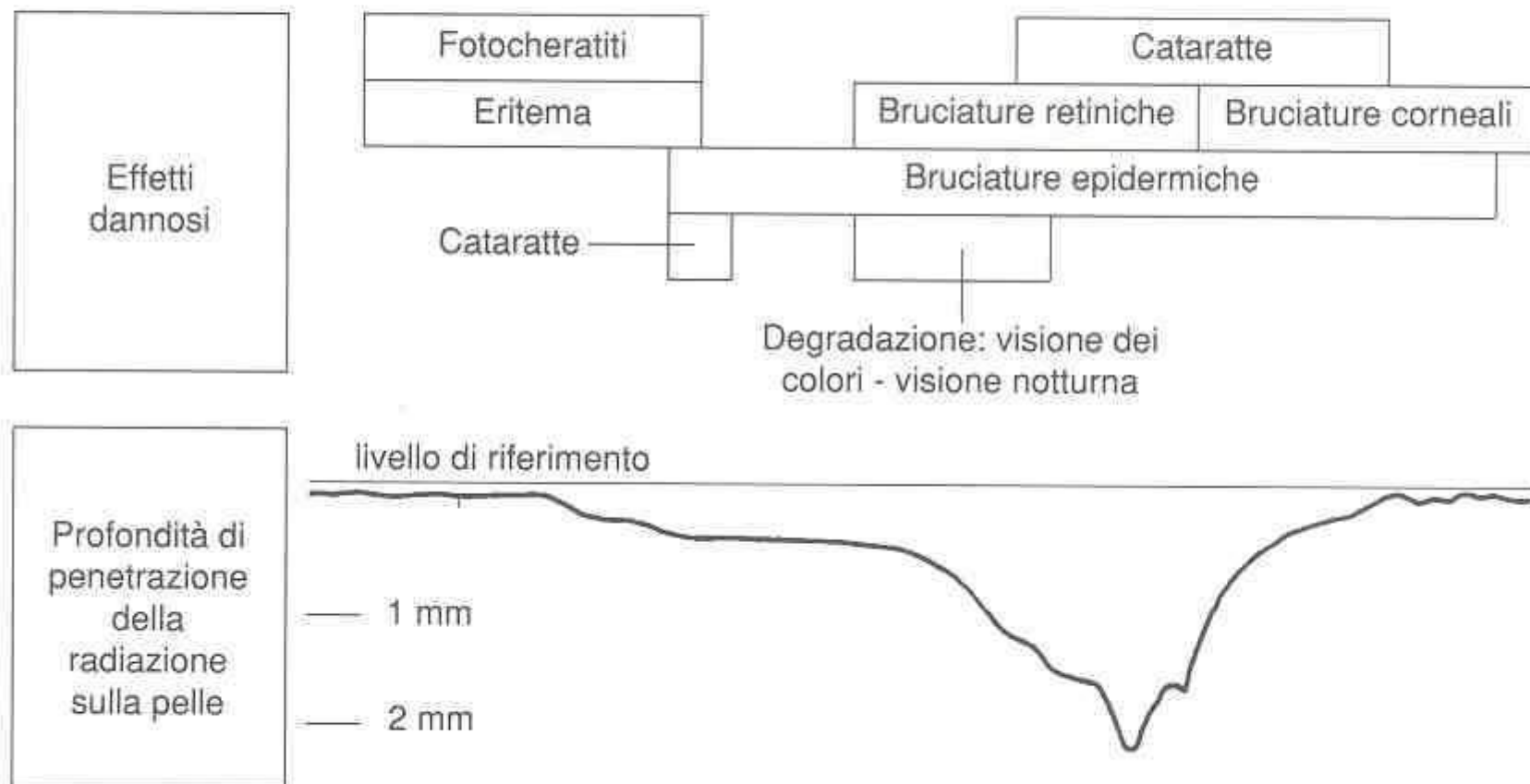
per l'occhio

- tipicamente fotocheratocongiuntivite e cataratta da UV;
- fotoretinite da luce blu;
- ustioni corneali, cataratta termica, danno termico retinico da IR;
- effetti dipendenti variamente dalla frequenza.

per la pelle

- prevalentemente eritema, sensibilizzazione, fotoinvecchiamento, cancerogenesi da UV secondo la frequenza;
- fotodermatosi da VS;
- vasodilatazione, eritema, ustioni da IR.

Bande - CIE	UV-C	UV-B	UV-A	Visible	IR-A	IR-B	IR-C
nm	100	280	315	400	760	1400	3000 10 ⁶



Sintesi dei principali effetti della radiazione sui tessuti nelle diverse regioni spettrali, definite secondo gli standard CIE.

DANNI DELLA R.O. SU OCCHIO E PELLE -2

Regione spettrale CIE*	Occhio	Pelle	
Ultravioletto C (da 180 nm a 280 nm)	Fotocheratite	Eritema (bruciatura della pelle)	Processo accelerato di invecchiamento della pelle
Ultravioletto B (da 280 nm a 315 nm)		Aumento della pigmentazione	
Ultravioletto A (da 315 nm a 400 nm)	Cataratta fotochimica	Colore più intenso della pigmentazione, reazione di fotosensibilità	
Visibile (da 400 nm a 780 nm)	Lesione fotochimica e termica della retina		
Infrarosso A (da 780 nm a 1400 nm)	Cataratta e bruciatura della retina		
Infrarosso B (da 1400 nm a 3000 nm)	Infiammazione acquosa, cataratta, bruciatura della cornea		
Infrarosso C (3000 nm a 1 mm)	Bruciatura della sola cornea		

*Comité International de l'Eclairage

DANNI DELLA R.O. SU OCCHIO E PELLE -3

- Le R.O., e i LASER in particolare, possono diventare sorgenti di ignizione di atmosfere esplosive o incendi ed esplosioni con conseguenti possibili danni associati.

DANNI DELLA R.O. SU OCCHIO E PELLE -4

- Le sorgenti all'infrarosso vicino (IR-A) raggiungono la retina ma, essendo invisibili, la retina non mette in atto nell'occhio il meccanismo di difesa dato dall'istintiva chiusura delle palpebre, come invece avviene in presenza di abbagliamento da luce visibile:
- di conseguenza possono manifestarsi danni anche irreversibili da sovraesposizioni.

DANNI DELLA R.O. SU OCCHIO E PELLE -5

- Per quanto riguarda la **pelle** gli effetti sanitari riguardano principalmente eritemi e ustioni ma i raggi UV possono provocare anche serie patologie alla pelle tra cui i **melanomi**, che sono tumori che dipendono decisamente dall'esposizione della cute alla radiazione ottica UV.

UV Le energie dei fotoni incidenti sono confrontabili con le energie di legame di molte strutture atomiche e molecolari come le proteine e molti altri composti organici.

IR L'assorbimento dei fotoni incidenti da parte dell'acqua contenuta nei tessuti con aumento locale della temperatura è funzione delle modalità di cessione dell'energia:

- durata dell'esposizione,
- intensità delle radiazione incidente
- meccanismi di termoregolazione o diffusione termica

IR-Effetti sanitari: possibili effetti fotomeccanici con produzione di onde meccaniche e onde d'urto con distruzione per esplosione delle strutture biologiche irradiate (espos.brevi e intense non omeotermiche)

La profondità di penetrazione nella materia dipende dalla lunghezza d'onda.

Si ha un max tra IR-A e IR-B (1400 nm) con penetrazione di circa 2 mm = strati sottocutanei = derma (vasi sanguigni, terminazioni nervose, ghiandole,..) con **danno di tipo termico**.

Tuttavia gli effetti più dannosi sono dovuti agli **UV-A, B, C:**

pur meno penetranti degli IR hanno energia maggiore che viene rilasciata durante il percorso e possono produrre effetti fotochimici con:

-effetti deterministici=eritema (difesa fisiologica: melanina e ispessimento epidermide)

-effetti stocastici=cancerogeni certi (IARC Gr.1 da giugno 2009 ossia cancerogeni certi; prima: “probabili cancerogeni per l’uomo” = Gr.2A). Sole : IARC Gr.1-cancerogeni certi per animale e uomo

Esposizione acuta o prolungata a UV:

- Eritema (200-400 nm)**
- Fotoinvecchiamento della pelle con perdita di tonicità e elasticità**
- Reazioni fotoallergiche e fototossiche**
- Immunosoppressione fotoindotta**
- Fotocancerogenesi**
- Danni al cristallino (180-330 nm)**
- Tumori cutanei (270-400 nm)**

La massima efficacia spettrale UV è nella banda UV-B (280-315 nm) (ICNIRP 2004)

Classificazione degli agenti in base alla loro cancerogenicità secondo l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC)

CATEGORIA DI CANCEROGENICITÀ	CARATTERISTICHE DEGLI AGENTI
Gruppo 1 L'agente è cancerogeno per l'uomo.	Questa categoria è usata quando esiste un'evidenza sufficiente di cancerogenicità nell'uomo.
Gruppo 2A L'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo.	Questa categoria è usata quando esiste un'evidenza limitata di cancerogenicità nell'uomo ed un'evidenza sufficiente di cancerogenicità nell'animale.
Gruppo 2B L'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo.	Questa categoria è usata quando esiste un'evidenza limitata di cancerogenicità nell'uomo ed un'evidenza meno che sufficiente di cancerogenicità nell'animale.
Gruppo 3 L'agente non è classificabile quanto alla sua cancerogenicità nell'uomo.	Questa categoria è usata quando esiste un'evidenza inadeguata di cancerogenicità sia nell'uomo sia nell'animale.
Gruppo 4 L'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo.	Questa categoria è usata quando le evidenze suggeriscono l'assenza di cancerogenicità sia nell'uomo sia nell'animale.

Alcuni esempi di classificazione di agenti o circostanze di esposizione in base alla loro cancerogenicità (IARC agg.2009)

CATEGORIA DI CANCEROGENICITÀ	ESEMPI DI AGENTI O CIRCOSTANZE
Gruppo 1 Cancerogeni .	Asbesto Benzene Radon Radiazione solare Bevande alcoliche Fumo di tabacco Lampade solari
Gruppo 2A Probabilmente cancerogeni	Benzopirene Formaldeide Gas di scarico di motori diesel Lavoro come parrucchiere
Gruppo 2B Possibilmente cancerogeni	Atrazina DDT Gas di scarico di motori a benzina Saccarina Caffè Falegnameria Campi magnetici ELF + RF
Gruppo 3 Non è classificabili	Lampade fluorescenti Fibre acriliche Cloruro di vinile Bitume Tè
Gruppo 4 Probabilmente non cancerogeni	Caprolattame (unico agente in questa categoria)

La **pelle** filtra la radiazione ottica incidente

L'**occhio** non filtra se non con la palpebra, che anzi deve essere trasparente alla radiazione visibile; inoltre è poco termoregolatore → retina, cornea, cristallino sono esposti tanto più quanto più la radiazione non è percepita dall'occhio (ossia $\lambda > 780\text{nm}$ -IR e fino 1400nm) x' l'iride (diaframma) non interviene → abbagliamento non percepito → danni termici alla retina o cataratta termica al cristallino.

LASER GRANDEZZE RADIOMETRICHE

Per misurare l'emissione della radiazione da un LASER e/o valutare l'esposizione di una parte del corpo alla radiazione stessa si usano le seguenti grandezze radiometriche:

P = potenza radiante (W)

Q = energia radiante (J)

E = irradianza o densità di potenza (W/m^2)

potenza radiante incidente per unità di area

H = esposizione radiante (J/m^2)

integrale nel tempo dell'irradianza

Queste sono quelle usate dalla normativa LASER per i VLE₅₀

NORMATIVA SULLA SICUREZZA DEL LAVORO

Dir.2006/25/CE e DLgs.81/2008

requisiti minimi per la protezione dei lavoratori
(gli Stati Membri possono adottare sistemi più stringenti)
Recepimento: 26 aprile 2010

OBIETTIVI

protezione dagli effetti accertati su occhi e cute

Valori Limite di esposizione

per radiazione ottica **incoerente(All.37.1)** e **laser(All.37.2)**

valori che non devono essere superati in nessun caso
Il loro rispetto assicura la protezione dei lavoratori da
effetti nocivi conosciuti

Se possono essere superati,
DDL attua un programma d'azione
con misure tecniche e organizzative
per rientrare sotto i limiti

Valori Limite di esposizione VLE

-per radiazioni ottiche **incoerenti** (All.37.1):

formule che dipendono dal tipo di radiazione emessa dalla sorgente funzione dell'intervallo di frequenze

Riferimento: norme CIE per luce VS; CEN per incoerenti

-per radiazioni ottiche **coerenti – laser** (All.37.2):

formule che dipendono dalla lunghezza d'onda e dalla durata delle radiazioni emesse dalla sorgente

Riferimento: norme IEC per laser: serie IEC 60825

Obblighi per i DDL

1-Valutazione rischi = livelli di esposizione dei lavoratori:

Espos. \geq VLE ?

- NO** ➡ nessun provvedimento
- SI** ➡ programma di misure tecnico-organizzative per prevenire esposizioni superiori ai limiti

2-Valutazione rischi da effetti indiretti come accecamento temporaneo, esplosioni, fuoco

3-Valutazione rischi da sorgenti multiple di esposizione ROA

4-Tener conto delle info fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle attrezzature di lavoro

5-Valutazione rischi per lav.“gruppi critici”

6-Provvedimenti per ridurre/limitare esposizione (alla fonte)

7-Segnaletica: se Espos. \geq VLE (Dir.92/58/CEE)

8-Identificazione con limitazioni accesso se Espos. \geq L.E.

9-Informazione e formazione dei lavoratori

10-Sorveglianza sanitaria dei lavoratori Profess. Esposti

D.Lgs.81/08

Titolo VIII «Agenti fisici» Capo I art.180-186 -1

(in vigore da 1.1.2009, comune a tutti gli agenti fisici)

Art.181 “Valutazione dei rischi”:

- 1-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 e 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. La valutazione dei rischi è aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del documento di valutazione del rischio.
- 3-Il datore di lavoro nella valutazione dei rischi precisa quali misure di prevenzione e protezione devono essere adottate. La valutazione dei rischi è riportata sul documento di valutazione di cui all’articolo 28, essa può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l’entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione dei rischi più dettagliata.
- *Sanzione per DDL: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2.500 – 6.400*

Profili professionali dell'Esperto in sicurezza R.O.A.

C.I.I.P. www.ospedalesicuro.eu

La **Consulta Interassociativa Italiana per la Prevenzione (C.I.I.P.)** è un organismo costituito agli inizi del 1990 tra le più rappresentative Associazioni professionali e scientifiche operanti nei settori della medicina del lavoro, dell'igiene industriale, della protezione ambientale, della sicurezza del prodotto e dell'ergonomia.

La Consulta è composta dal Comitato dei Delegati delle Associazioni aderenti, rappresentative di più di 12.000 figure professionali operanti nella prevenzione.

La CIIP ha elaborato il profilo professionale per l'esperto in sicurezza da RO:

INCOERENTI:

E.R.O

LASER:

A.S.L. nella sanità

T.S.L. nell'industria

Il profilo considera:

- **il contesto normativo**
- **i compiti e le responsabilità dell'Esperto**
- **le conoscenze dell'Esperto**
- **i requisiti educativo - formativi e di esperienza dell'Esperto**
- **l'aggiornamento professionale dell'Esperto**

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo I -2

Art.182.comma 2 “Eliminazione o riduzione dei rischi”

- In nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione definiti nei Capi II, III, IV e V. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione del presente Capo i valori limite di esposizione risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2000 - 4000

Art.183 “Lavoratori particolarmente sensibili”

- 1. Il datore di lavoro adatta le misure di cui all'art.182 alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, incluse le donne in stato di gravidanza e i minori. (Esposizioni controllate, ndr)

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo I -3

Art.184 “Informazione e formazione dei lavoratori”

- 1. Nell’ambito degli obblighi di cui agli articoli 36 e 37, il datore di lavoro provvede 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 con particolare riguardo:
 - a) alle misure adottate in applicazione del presente titolo;
 - b) all’entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione definiti nei Capi II, III, IV e V, nonché ai potenziali rischi associati;
 - c) ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai singoli agenti fisici;
 - d) alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell’esposizione per la salute;
 - e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;
 - f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall’esposizione;
 - g) all’uso corretto di adeguati dispositivi di protezione individuale e alle relative indicazioni e controindicazioni sanitarie all’uso.

RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII Capo V -1

in vigore da 26.4.2010

PROTEZIONE DEI LAVORATORI DAI RISCHI DI ESPOSIZIONE A ROA

- - identificazione dei luoghi di lavoro/aree ove esiste un rischio di esposizione con superamento del VLE solo per occhio e cute: **segnalazione e delimitazione accesso**
- - **VLE per ROA incoerenti: All. XXXVII parte I**
- - **VLE per ROA laser: All. XXXVII parte II**
Il rispetto dei VLE garantisce i lavoratori esposti a ROA da effetti nocivi su occhi e cute
- - **individuazione dei soggetti esposti**
- - **VDR su base:**
1-dati del fabbricante; 2-banche dati/letteratura; 3-misure (complesse!)
- - **Art.216.1:** "DDL **valuta** e, quando necessario, **misura e/o calcola** i livelli di ROA cui possono essere esposti i lavoratori" secondo la metodologia delle **Norme IEC per i LASER** e le **Norme CEN e le raccomandazioni CIE per le radiazioni incoerenti**.
In mancanza il DDL adotta Linee Guida pertinenti
Sanzione per DDL: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2500 – 6400
- - **misure/azioni preventive e protettive se è possibile superamento VLE**
- - **sorveglianza sanitaria**

Tali limiti VLE sono espressi in termini di:

- **Esposizione radiante H** (o densità di energia o fluenza): **J/m²**

- **Irradianza E** (o densità di potenza o irradiazione): **W/m²**

- **Radianza L** (W/m² sr)

RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII “Agenti fisici”, Capo V -2

art. 213 “Campo di applicazione”: “Prescrizioni minime di protezione dei lavoratori per la salute e la sicurezza che possono derivare dall’esposizione alle radiazioni ottiche artificiali durante il lavoro con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi su occhi e cute”

RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII “Agenti fisici”, Capo V -3

art.216.2: il DDL per la valutazione dei rischi considera:

- a) Livello, gamma di lunghezze d'onda e durata dell'esposizione
- b) Valori limite di esposizione
- c) Qualsiasi effetto su salute e sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio
- d) Qualsiasi effetto su salute e sicurezza dei lavoratori risultante dalle interazioni sul posto di lavoro fra le R.O. e sostanze chimiche fotosensibilizzanti
- e) Qualsiasi effetto indiretto come accecamento temporaneo, esplosioni o fuoco
- f) Esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle R.O.A.
- g) Disponibilità di azioni di risanamento per minimizzare livelli di esposizione alle R.O.A.
- h) Info adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria
- i) Sorgenti multiple di esposizione alle R.O.A.
- j) Una classificazione dei laser secondo la norma IEC e, in relazione a tutte le sorgenti artificiali che possono arrecare danni simili a quelli di un laser di cl.3B o 4, tutte le classificazioni analoghe
- k) Le info dei fabbricanti delle sorgenti R.O. e delle relative attrezzature di lavoro in conformità delle pertinenti direttive comunitarie

RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII “Agenti fisici”, Capo V -4

art.217.1: eliminazione o riduzione dei rischi: misure preventive/protettive

Se la VDR mette in evidenza un possibile superamento dei VLE, il DDL predispone e attua un **programma di azioni** che comprende misure tecniche e/o organizzative per evitare che le esposizioni superino i VLE tenendo conto di:

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

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2000 - 4000

RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

D.Lgs. 81/08 Titolo VIII “Agenti fisici”, Capo V -5

art.217.2: eliminazione o riduzione dei rischi: misure preventive/protettive

In base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 216, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori potrebbero essere esposti a livelli di radiazioni ottiche che superino i VLE devono essere indicati con **un'apposita segnaletica**. Dette aree sono inoltre **identificate** e **l'accesso alle stesse è limitato**, laddove ciò sia tecnicamente possibile.

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 2-4 mesi o ammenda € 750 – 4000

art.217.3: eliminazione o riduzione dei rischi: misure preventive/protettive Il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori **gruppi particolarmente sensibili al rischio**.

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 2-4 mesi o ammenda € 750 – 4000

SORVEGLIANZA SANITARIA E RADIAZIONI OTTICHE -1

- I suoi contenuti generali sono all'**art. 41 del D.Lgs.81/08**
- **Per gli agenti fisici**, disciplinati al Titolo VIII del D.Lgs 81/2008, l'**art. 185** prevede, **in aggiunta** alle disposizioni generali sulla sorveglianza sanitaria, che la stessa venga effettuata secondo le modalità e nei casi previsti dai **singoli Capi** del Titolo VIII (aventi per oggetto singoli agenti fisici di rischio), **sulla base dei risultati della valutazione del rischio.**

Sanzione per DDL+dirigente: arresto 3-6 mesi o ammenda € 2000 - 4000

SORVEGLIANZA SANITARIA E RADIAZIONI OTTICHE -2

art.218: sorveglianza sanitaria per esposizione a R.O.A.

Quando: di norma una volta l'anno o meno secondo parere del MC con particolare riguardo ai **lavoratori particolarmente sensibili al rischio** tenuto conto dei risultati della VDR trasmessagli dal DDL.

Scopo: prevenire e scoprire tempestivamente effetti negativi per la salute nonché prevenire **effetti a lungo termine** negativi per la salute e i rischi di malattie croniche derivanti dall'esposizione a R.O.

Controllo medico tempestivo: per lavoratori per i quali è stata rilevata una esposizione **superiore ai VLE**

In caso di superamento dei VLE o identificazione di effetti nocivi sulla salute:

- a) il MC comunica al lavoratore i risultati che lo riguardano. Il lavoratore riceve in particolare le info e i pareri relativi al controllo sanitario cui dovrebbe sottoporsi dopo la fine dell'esposizione
- b) il DDL è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto professionale.
- c) Il Datore di lavoro provvede a sottoporre a revisione la valutazione dei rischi e/o le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi, tenendo conto del parere del medico competente.

SORVEGLIANZA SANITARIA E RADIAZIONI OTTICHE -3

- Dato che le strutture bersaglio della radiazione ottica sono rappresentate dall'**occhio e dalla cute**,
- il medico competente avrà la possibilità di effettuare, tramite **medici specialisti in oculistica e dermatologia**, valutazioni efficaci dello stato di questi organi bersaglio,
- **da integrare** con le informazioni generali sullo stato generale di salute, gli stili di vita e l'eventuale esposizione ad **altri fattori di rischio** desunte sulla base delle visite mediche preventiva e periodiche e/o di eventuali altri accertamenti complementari.



**CORSO DI FORMAZIONE PER
TECNICO SICUREZZA LASER (TSL) E
ADDETTO SICUREZZA LASER (ASL)**

Grazie dell'attenzione

luisa.biazzi@unipv.it