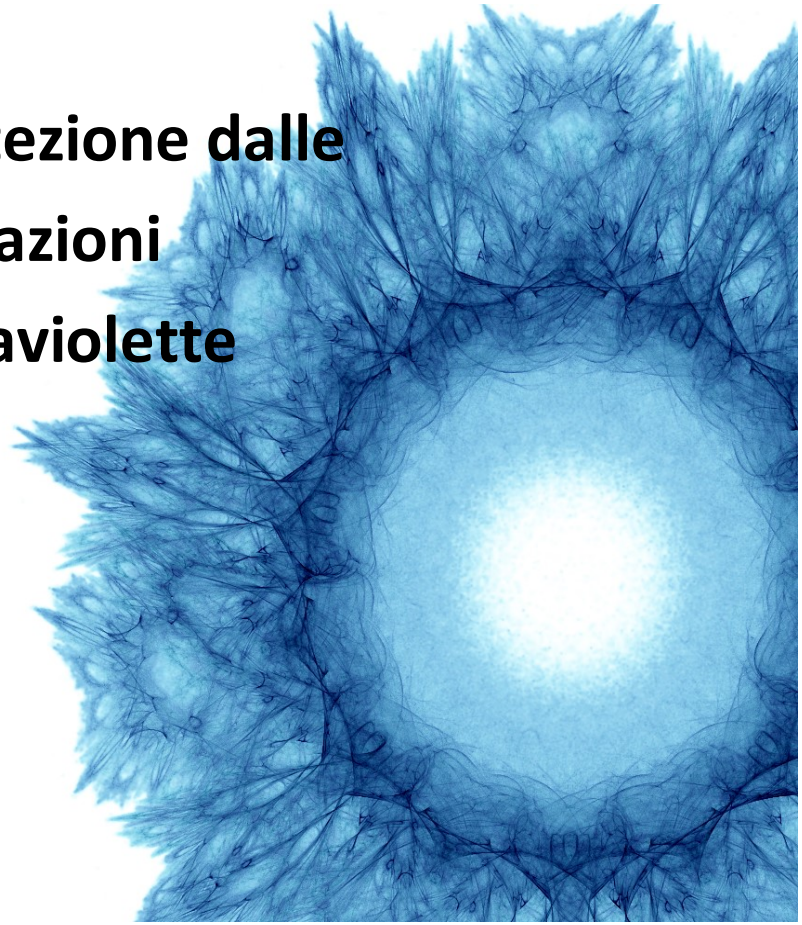
Università degli Studi di Catania

AREA DELLA PREVENZIONE E DELLA SICUREZZA

APS

Settore Fisica Sanitaria

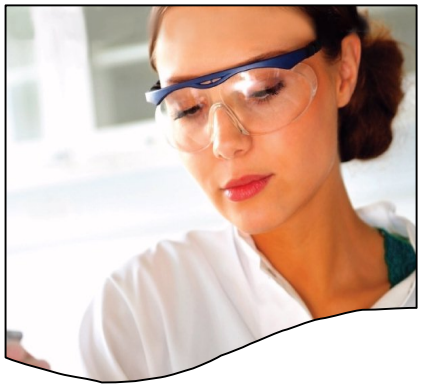


Protezione dalle radiazioni ultraviolette

La **radiazione ultravioletta** (UV o raggi ultravioletti) è una **radiazione elettromagnetica** con una lunghezza d'onda compresa tra 180 e 400 nanometri (nm), inferiore alla luce visibile, ma più grande di quella dei raggi X. Il nome significa "oltre il violetto" (dal latino *ultra*, "oltre"), perché il violetto è il colore visibile con la lunghezza d'onda più corta.

Quando si considera l'effetto dei raggi UV sulla salute umana, la gamma delle lunghezze d'onda UV è in genere suddivisa in **UV-A** (400-315 nm), **UV-B** (315-280 nm) e **UV-C** (280-100 nm).

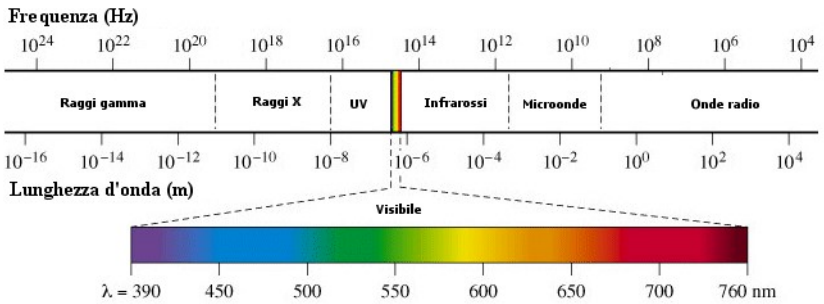
Poiché l'esposizione acuta o prolungata ai raggi UV può causare dolorose lesioni agli occhi, ustioni, invecchiamento precoce e cancro della pelle, lavorare in presenza di radiazioni UV impone l'adozione di adeguate schermature e dispositivi di protezione.



Gli organi bersaglio per esposizione alla radiazione UV sono gli occhi e la cute.

Relativamente agli **occhi**, i principali effetti dannosi a breve termine sono la fotocongiuntivite e la foto-cheratite, mentre quelli a lungo termine sono il pterigio (ispessimento della con-giuntiva), la formazione di cataratta, la formazione di cellule cancerose.

Il principale effetto dannoso a breve termine alla **pelle** è l'eritema, mentre quello a lungo termine può essere l'induzione di tumori (melanomi e carcinomi cutanei non-melanocitici)



MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

I livelli di intensità di campo della radiazione UV nelle zone di stazionamento degli operatori dipendono dal tipo e potenza della sorgente, dalle caratteristiche degli involucri di contenimento, dal grado di schermatura (completa o parziale), dalla presenza di superfici riflettenti, dalla distanza della sorgente emittente e dalla geometria della postazione di lavoro relativamente alla sorgente.

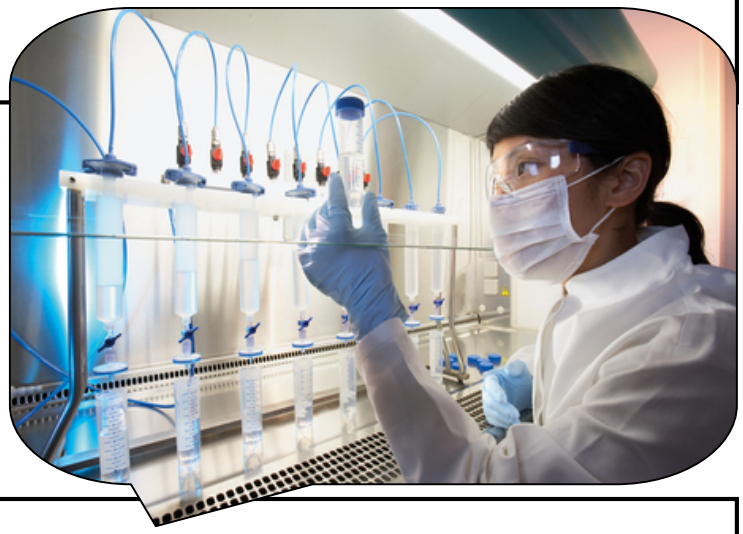
Il livello di rischio connesso all'esposizione a radiazione UV non coerente e le conseguenti misure di tutela dipendono dal tipo di sorgente, dall'intensità di esposizione, dalla durata di utilizzo giornaliero, dalle modalità di lavoro e dalla tecnologia impiegata.

E' possibile ridurre il rischio operando sia in modo attivo (agendo direttamente sul campo elettromagnetico in modo da ridurlo entro i limiti di sicurezza) che passivo, intervenendo sui comportamenti dell'operatore.

Medodi attivi	Metodi passivi
Confinamento della sorgente e/o dell'area operativa (attenuazione dell'intensità dei campi)	Regolamentazione e limitazione degli accessi alle zone interessate da campi intensi
Eliminazione delle superfici riflettenti	Riduzione del tempo di esposizione ed eliminazione delle esposizioni indebite di personale non addetto all'attività specifica
Utilizzo di dispositivi di protezione individuale	Allontanamento delle postazioni di lavoro e dei comandi delle sorgenti dalle zone di campo più intenso.

PROTEZIONE DELLA CUTE

Il modo più efficace per proteggere la pelle alle radiazioni UV è quello di coprirla mediante camici, manicotti, guanti e maschere per il viso. Il grado di penetrazione delle radiazioni UV attraverso i tessuti varia molto in funzione della trama di tessitura del materiale.



TRASMISSIONE DELLA RADIAZIONE UVB DI ALCUNI TESSUTI

Tessuto	Colore	Spessore mm	% UV trasmessa	Fattore di protezione UPF
Poliestere	Beige	0,4	5	19
Poliestere	Nero	0,5	4,4	23
Poliestere	Verde	0,4	6	16
Nylon	Bianco	0,1	1,7	55
Nylon-Viscosa	Nero	0,2	0,2	500
Nylon-Acetato	Rosa	0,2	24	4
Cotone	Blu	0,5	< 0,1	> 1000
Lana	Rosso	0,7	0,7	150

Il fattore di protezione UPF è definito dal rapporto tra la dose efficace per occhi e pelle non protetti e la dose efficace per occhi e pelle protetti.

PROTEZIONE DEGLI OCCHI

Il modo di protezione più efficace per gli occhi è quello di indossare occhiali o maschere (che proteggono anche la pelle del viso) sia per la protezione dalle radiazioni che per gli eventuali rischi collaterali relativi al tipo di attività condotta (schizzi, spruzzi, polveri). Per alcune lampade ad alta pressione (ad es. quelle i cui vapori di mercurio sono a pressione compresa tra 50 e 200 atm) soggette a potenziale rischio di esplosione, gli occhi e il viso devono comunque essere protetti da maschere resistenti ai possibili frammenti dell'involucro della lampada.

Nella scelta del tipo di occhiale e gli schermi facciali si deve tener conto dei seguenti fattori:

- distribuzione spettrale della sorgente UV
- grado di abbagliamento
- intensità di esposizione nella postazione di lavoro
- proprietà di trasmissione e stabilità del materiale di costruzione
- design della montatura (presenza di protezione laterale)

NUMERI DI GRADUAZIONE DEI FILTRI OCULARI

Num. graduazione	Percezione dei colori	Applicazioni tipiche	Sorgenti tipiche
2-1.2	Può essere alterata	Sorgenti che emettono prevalentemente UV. Abbagliamento non importante	Lampade a vapori di Hg a bassa pressione (es. emissione per fluorescenza)
2-1.4	Può essere alterata	Sorgenti che emettono prevalentemente UV e necessità di assorbimento luce visibile	Lampade a vapori di Hg a bassa pressione (es. lampade attiniche)
3-1.2 3-1.4 3-1.7	Nessuna modif.sensibile	Sorgenti che emettono prevalentemente UV, $\lambda<313$ nm. Abbagliamento non importante	Lampade a vapori di Hg a bassa pressione (es. lampada germicide)
3-2.0 3-2.5	Nessuna modif.sensibile	Sorgenti che emettono prevalentemente UV e visibile. Richiesta attenuazione nel visibile	Lampade a vapori di Hg a media pressione (es. lampade fotochimiche)
3-3 3-4	Nessuna modif.sensibile	Sorgenti che emettono prevalentemente UV e visibile. Richiesta attenuazione nel visibile	Lampade a vapori di Hg alta pressione e ad alogenuri metallici
3-5	Nessuna modif.sensibile	Sorgenti che emettono prevalentemente UV e visibile. Richiesta attenuazione nel visibile	Lampade a vapori di Hg alta e altissima pressione ed allo Xenon

CAUTELE NELL'USO DELLE SORGENTI DI RADIAZIONE UV

Lampade germicide

In questi apparecchi una lampada a vapore di mercurio emette UV alla lunghezza d'onda germicida (254 nm-UVC).

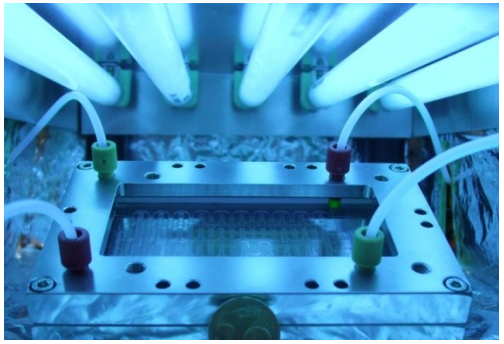
- Quando la sorgente è accesa, non soggiornare negli spazi (atrii, stanze) interessati alla radiazione UV.
- Adottare segnaletica adeguata per avvertire, anche mediante indicatori luminosi, che la lampada è accesa
- In presenza di postazioni di lavoro prossime all'apparecchiature, le pareti devono essere schermanti per gli UV.
- Spegnere sempre la lampada prima di accedere all'area irraggiata.
- Verificare il corretto funzionamento dell'interruttore che spegne automaticamente la lampada all'apertura della porta.

Lampade utilizzate per indurre reazioni fotochimiche su campioni

- Prima di accendere la lampada UV predisporre tutto il necessario per le attività da svolgere posizionando accuratamente il campione sul quale indurre reazioni fotochimiche.
- Accertarsi che siano posizionate correttamente le schermature predisposte prima di accendere la sorgente ed allontanarsi dalla medesima; prima di agire nuovamente e direttamente sul campione irraggiato l'operatore deve spegnere o oscurare la sorgente.
- Nei casi straordinari in cui l'attività imponga l'accesso di parti del corpo in zona irraggiata, l'operatore deve indossare gli adeguati dispositivi di protezione individuale.

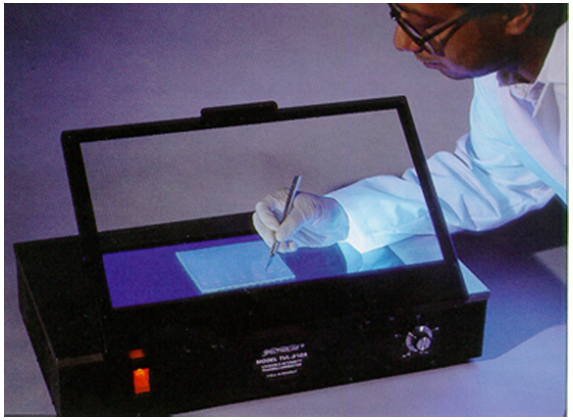
Visori per cromatografia

- Posizionare il campione da leggere, accertandosi che siano efficaci le schermature interposte tra la sorgente ed i bersagli, ovvero indossare gli adeguati dispositivi di protezione individuale e quindi accendere la sorgente UV. La lettura va eseguita nel più breve tempo possibile.



- Prima di accendere la lampada l'operatore deve assicurarsi che nello spazio di irraggiamento circostante non sia presente personale ovvero che i presenti indossino correttamente i dispositivi di protezione individuale adeguati alla banda UV interessata.

Transilluminatori



- Posizionare il gel sul transilluminatore spento; se l'operatore deve visionare rapidamente, prima interpone gli schermi davanti alla sorgente e dopo esegue la lettura; se invece l'operatore deve manipolare il gel a lampada accesa (ad es. per selezionare una singola banda) prima indossa sempre i dispositivi di protezione individuale (in particolare è d'obbligo l'uso della maschera, i guanti e camice di cotone a maglia fitta ed a manica lunga) e soltanto dopo opera sul gel il più rapidamente possibile.
- Prima di accendere la lampada del transilluminatore l'operatore deve assicurarsi che nello spazio di irraggiamento circostante non sia presente personale ovvero sia presente personale che indossa correttamente i dispositivi di protezione individuale adeguati alla banda UV interessata.

PERSONE PARTICOLARMENTE SENSIBILI

Alcuni soggetti sono considerati come appartenenti a gruppi esposti a rischi particolari e per essi sono suggerite controindicazioni all'esposizione a radiazioni UV :

- persone dalla pelle molto poco pigmentata (ad es. popolazione celtica)
- persone affette da malattie del sistema immunitario o in cura con farmaci fotosensibilizzanti
- individui di età inferiore a 16 anni

RISCHI COLLATERALI

Rischi collaterali associati a particolari tipi di sorgenti che emettono UV sono rappresentati da:

- produzione di ozono a seguito di assorbimento di radiazione UVC da parte dell'ossigeno presente in aria; nei locali dove sono installate sorgenti di elevata intensità si devono prevedere sistemi di aspirazione ed un numero di ricambi d'aria adeguati (le lampade ad alta pressione, lampade al mercurio compatte e lampade allo Xenon richiedono un sistema di estrazione per rimuovere l'ozono)
- possibilità di elettrocuzione insita in un'apparecchiatura alimentata a tensioni pericolose
- rischio chimico e biologico associato alla manipolazione dei campioni
- esposizione a fumi e vapori connessi all'utilizzo di sostanze chimiche pericolose
- interazione tra liquido e materiali sotto tensione, a causa di possibili perdite di refrigerante per le lampade dotate di circuito di raffreddamento

LIMITI DI ESPOSIZIONE

Per la valutazione del rischio da radiazione UV, si considera l'esposizione in termini di **irradianza** E [Wm^{-2}] per esposizione continua nel tempo e di **esposizione radiante** H [Jm^{-2}] nei casi di esposizioni limitate o pulsate.
I valori limite di esposizione per le radiazioni ottiche incoerenti sono riportati nell'Allegato XXXVII, parte I del D.lgs. 81/2008, che contiene altresì gli algoritmi da utilizzare per il calcolo dei valori di esposizione in funzione della lunghezza d'onda della sorgente.
Per quanto concerne l'intervallo relativo alla radiazione UV, i valori limite sono riportati nella tabella che segue.

λ nm	Valori limite di esposizione	Unità		Rischi
180-400 UVA, UVB, UVC	H_{eff} = 30 Valore giornaliero 8 ore	$J\ m^{-2}$	**Occhio**	Fotocheratite Congiuntivite Catarattogenesi
			Cute	Eritema Elastosi Tumore della cute
315-400 UVA	$H_{UVA} = 10^4$ Valore giornaliero 8 ore	$J\ m^{-2}$	**Cristallino**	Catarattogenesi

In pratica, dovranno essere soddisfatte le relazioni:

Organo bersaglio: occhi non protetti

$E_{eff} \times T \leq 30\ Jm^{-2}$ per 180 nm $< \lambda <$ 400 nm

$E_{tot} \times T \leq 10.000\ Jm^{-2}$ per 315 nm $< \lambda <$ 400 nm

Organo bersaglio: pelle non protetta

Deve essere soddisfatta la seguente relazione

$E_{eff} \times T \leq 30\ Jm^{-2}$ per 180 nm $< \lambda <$ 400 nm

Quando gli organi bersaglio sono simultaneamente gli occhi e la pelle, tutte le condizioni devono valere contemporaneamente nell'arco della giornata lavorativa (otto ore); il tempo massimo permesso sarà dunque il minimo tra quelli calcolati nelle disuguaglianze di cui sopra.

E_{tot} = irradianza totale non pesata
E_{eff} = Irradianza efficace, ponderata secondo l'efficacia spettrale della radiazione
T = tempo di esposizione, in secondi

NORME GENERALI DI SICUREZZA

- Apporre segnaletica ben visibile nelle aree in cui si utilizzano sorgenti UV e segnalare il divieto di accesso alle persone non autorizzate ed il divieto di accesso con sorgenti accese alle categorie di persone per cui esista controindicazione
- Apporre il segnale di obbligo dell'uso dei dispositivi di protezione individuale
- Posizionare le sorgenti UV in appositi alloggiamenti chiusi
- Verificare, qualora l'attività richieda l'impiego di finestre di osservazione, che queste siano realizzate in materiale stabile e che sia in grado di assorbire la banda UV interessata
- Utilizzare, qualora la sorgente irraggiasse all'esterno della zona di lavoro, schermature adeguate (non riflettenti) in modo da evitare l'esposizione di persone non coinvolte nell'attività specifica
- Effettuare le verifiche e i controlli periodici di funzionalità dei dispositivi di sicurezza del sistema in uso (pulsanti di sicurezza, interblocchi, continuità di terra, ecc.) e gli interventi periodici di manutenzione dell'apparecchiatura, attuati secondo le specifiche del costruttore
- Il personale potenzialmente esposto ha l'obbligo di indossare i dispositivi di protezione individuale nei casi in cui non sia possibile utilizzare adeguate schermature
- Il personale non deve manomettere i dispositivi di sicurezza e segnala ogni loro malfunzionamento al Responsabile delle Attività, astenendosi nel contempo dall'uso dell'apparecchiatura
- Gli eventuali visitatori e gli addetti alle pulizie possono accedere alle zone dove si svolge attività che può comportare esposizione a radiazione ultravioletta solo quando le sorgenti UV sono spente ovvero completamente schermate

NORME DI CARATTERE GESTIONALE

Ciascun operatore deve:

a) limitare il tempo di esposizione del corpo, o di parti di esso, al minimo indispensabile, compatibilmente con l'attività da svolgere e spegnere la sorgente quando non serve

b) utilizzare sempre i contenitori a tenuta di luce e gli schermi di cui dispone la sorgente avendo cura di evitare possibili fessure che potrebbero dar luogo ad esposizione di radiazione UV anche presso postazioni limitrofe

c) mantenersi alla massima distanza consentita dalla sorgente, tenuto conto che l'irradianza diminuisce con l'aumentare della distanza

d) svolgere, nelle aree in cui si è esposti alla radiazione ultravioletta, solo le operazioni strettamente necessarie all'attività in corso, evitando esposizioni non giustificate

e) comunicare tempestivamente al Responsabile delle attività eventuali personali controindicazioni all'esposizione a radiazioni UV

f) qualora riscontri anomalie nel funzionamento dell'attrezzatura od accerti un pericolo imminente, astenersi dal proseguire l'attività in corso, spegnere la lampada ed avvertire immediatamente il Responsabile delle attività

g) osservare le procedure operative specifiche per l'utilizzo in sicurezza dell'attrezzatura, predisposte dal Responsabile delle attività in armonia con le presenti norme operative

FORMAZIONE E INFORMAZIONE

Il Responsabile delle attività provvede affinché i propri collaboratori potenzialmente esposti alla radiazioni UV non coerenti siano adeguatamente informati sui rischi specifici e sulle misure di prevenzione e protezione, sorvegliando e verificando l'operato degli stessi, con particolare attenzione nei confronti degli studenti e dei soggetti ad essi equiparati.

La formazione ed informazione sarà rivolta alla comprensione di :

- tipologia e caratteristiche delle sorgenti UV presenti nel luogo di lavoro
- corretto uso delle sorgenti UV
- organi bersaglio delle radiazioni ultraviolette (pelle ed occhi), e controindicazioni individuali che possono comportare un livello di rischio non accettabile ed effetti sanitari associati all'esposizione degli UV
- sorveglianza sanitaria, con particolare riguardo ad eventuali controindicazioni all'esposizione a radiazioni UV
- parametri e grandezze associate al controllo del rischio da esposizione a radiazione UV e limiti di esposizione
- misure di prevenzione e protezione per l'uso in sicurezza delle sorgenti UV
- utilizzo e cura dei dispositivi di protezione individuale
- verifiche periodiche di sicurezza e di manutenzione delle apparecchiature sorgenti di UV
- segnaletica di sicurezza
- normativa vigente generale e specifica e organizzazione interna della sicurezza
- procedure di intervento in caso di emergenza

PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 , n. 81 *"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"*

- Norma UNI EN 14255-1 *"Misurazione e valutazione dell'esposizione personale a radiazioni ottiche incoerenti - Parte 1: Radiazioni ultraviolette emesse da sorgenti artificiali nel posto di lavoro"*

- Norma UNI EN 170 del 31/07/93 *"Protezione personale degli occhi: filtri per ultravioletti; requisiti di trasmissione e utilizzazioni raccomandate"*

- Environmental Health Criteria 160 - Ultraviolet Radiation – World Health Organisation, Geneva 1994

- ACGIH 2000, *"Valori limiti di soglia e indici biologici di esposizione"* – Giornale degli Igienisti Industriali, edizioni IndiciItalia Gennaio 2001

- IRPA/ICNIRP *"Proposed change to the IRPA 1985 guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation"*

- IRPA/ICNIRP *"Guidelines on UV radiation exposure limits"* Health Physics Vol. 71 n. 6, pp. 978, 1996

Università degli Studi di Catania

AREA DELLA PREVENZIONE E DELLA SICUREZZA

Settore Fisica Sanitaria

Protezione dalle radiazioni ultraviolette

2010

a cura di S.Spartà

fisico, esperto qualificato per la protezione contro le radiazioni