

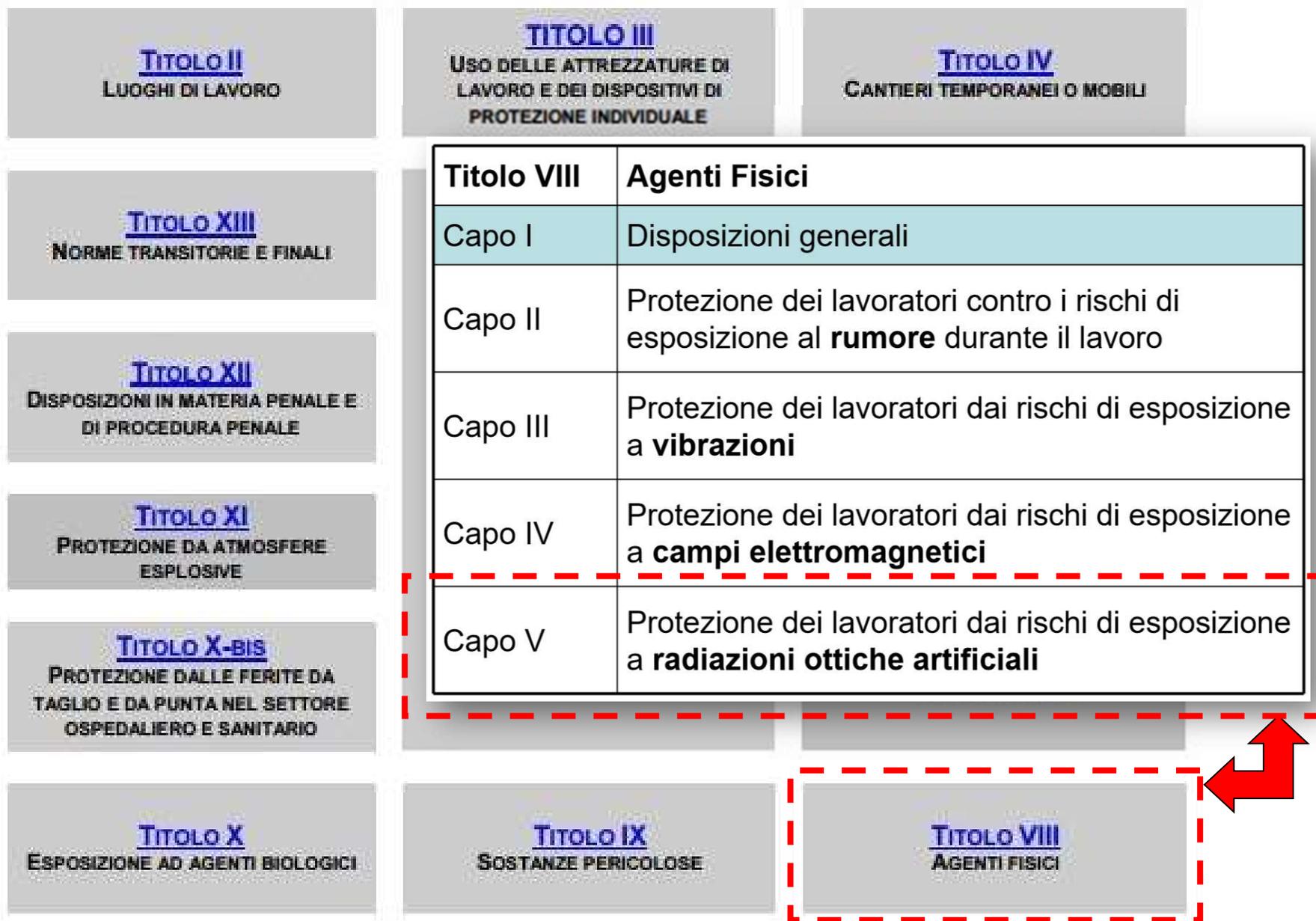
**Sussidi didattici per il corso di
GESTIONE DEL CANTIERE E SICUREZZA**

Prof. Ing. Francesco Zanghi



**RISCHI FISICI:
RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI (ROA)**

AGGIORNAMENTO 28/12/2018



Il portale Agenti Fisici (<http://www.portaleagentifisici.it/>)

Il Portale Agenti Fisici è realizzato dal Laboratorio di Sanità Pubblica dell'Azienda Sanitaria USL Toscana Sud Est (ex Azienda USL 7 Siena) con la collaborazione dell'INAIL e dell'Azienda USL di Modena, al fine di mettere a disposizione uno strumento informativo che orienti gli attori aziendali della sicurezza e gli operatori della prevenzione ad una risposta corretta ai fini della prevenzione e protezione da AGENTI FISICI.



RUMORE



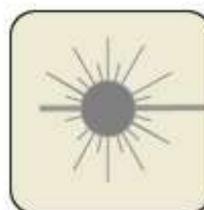
VIBRAZIONI
MANOBRACCIO



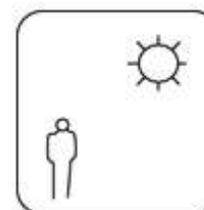
VIBRAZIONI
CORPOINTERO



CAMPI
ELETTROMAGNETICI



RADIAZIONI
OTTICHE ARTIFICIALI

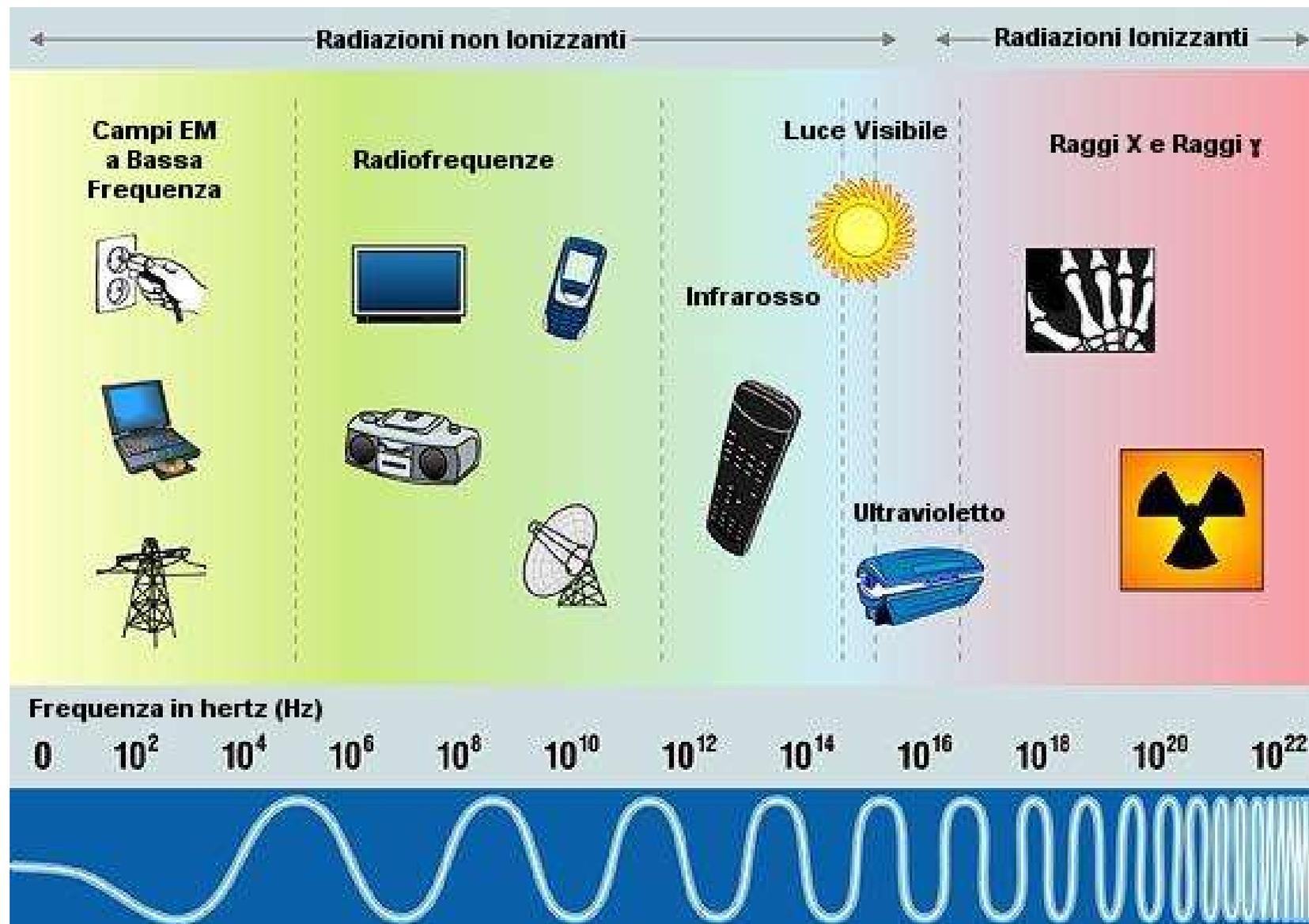


RADIAZIONI
OTTICHE NATURALI



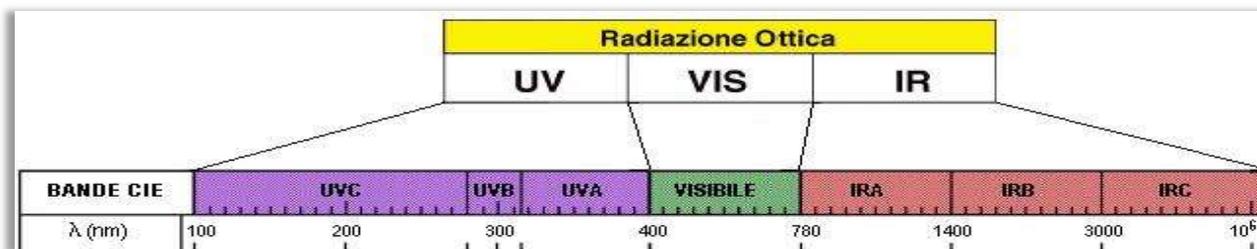
ATMOSFERE
IPERBARICHE

Lo spettro elettromagnetico



Radiazioni ottiche

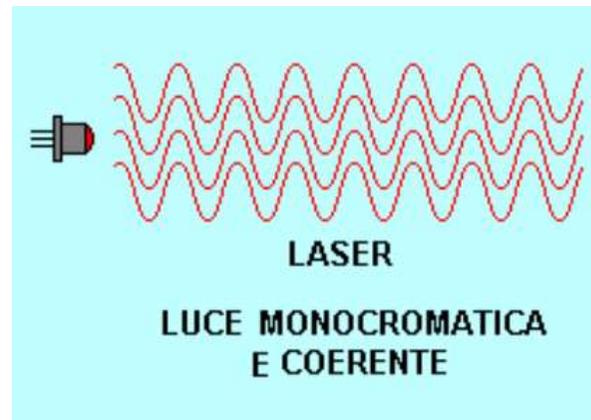
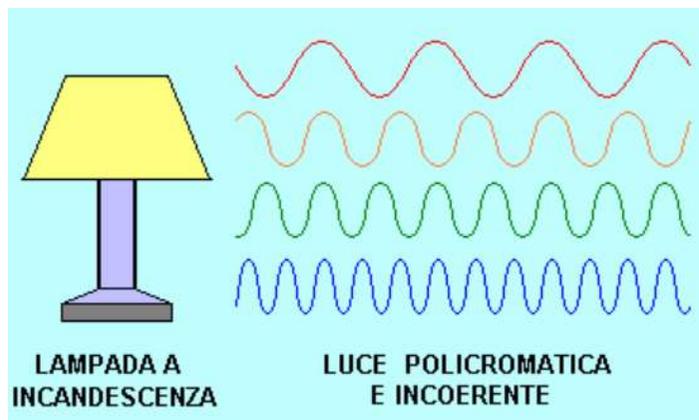
Le radiazioni ottiche hanno origine sia **naturale** che **artificiale**. La sorgente naturale per eccellenza è il *sole* che emette in tutto lo spettro elettromagnetico che va dall'ultravioletto (UV) all'infrarosso (IR), passando per il visibile (VIS).



Nonostante le organizzazioni internazionali e nazionali preposte alla tutela della salute e della sicurezza considerino l'esposizione a radiazione solare ultravioletta un rischio professionale per tutti i lavoratori che lavorano all'aperto, **il Capo V del Titolo VIII del D.Lgs. 81/08 stabilisce le prescrizioni minime di protezione, in particolare dagli effetti nocivi sugli occhi e sulla cute, per i lavoratori esposti professionalmente alle Radiazioni Ottiche Artificiali.**

Le sorgenti di radiazioni ottiche possono inoltre essere classificate in coerenti e incoerenti.

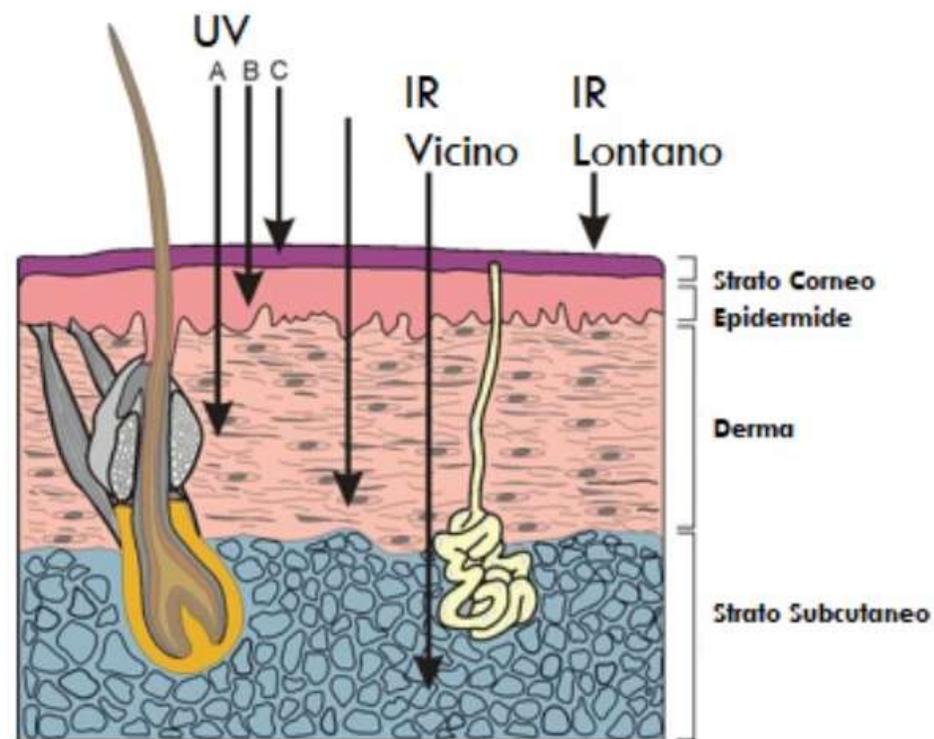
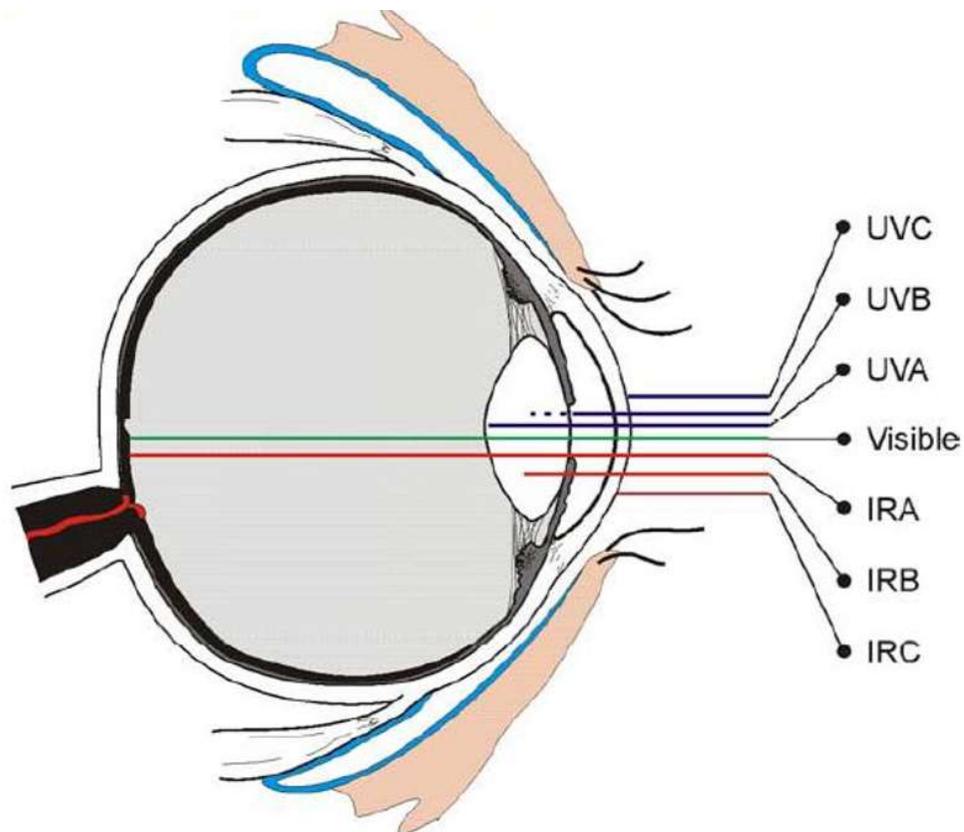
Le prime emettono radiazioni in fase fra di loro (i minimi e i massimi delle radiazioni coincidono), e sono generate da **LASER**, mentre le seconde emettono radiazioni sfasate e sono generate da tutte le altre sorgenti non LASER e dal Sole. Tutte le radiazioni ottiche non generate dal Sole (**radiazioni ottiche naturali**) sono di origine artificiale.



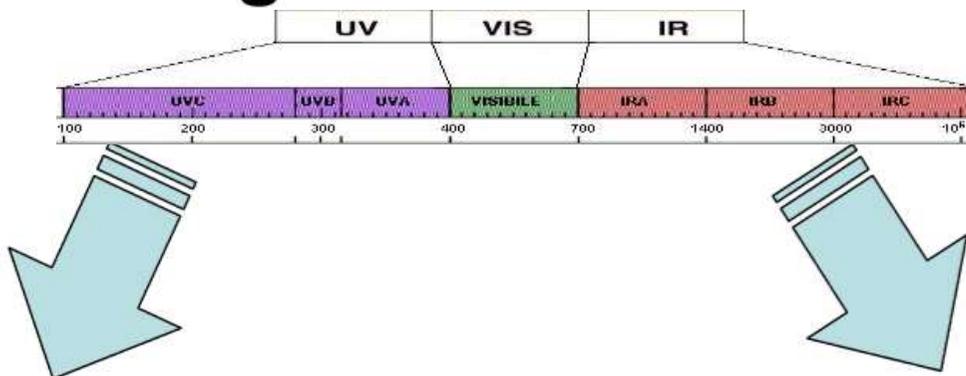
ESEMPI DI SORGENTI NON COERENTI*	
IR	<ul style="list-style-type: none">• Riscaldatori radianti• Forni di fusione metalli e vetro• Lampade per riscaldamento a incandescenza, a scarica, ad arco• Dispositivi militari per la visione notturna
VISIBILE	<ul style="list-style-type: none">• Sorgenti di illuminazione artificiale (lampade ad alogenuri metallici, al mercurio ...)• Lampade per uso medico (fototerapia neonatale e dermatologica) / estetico• luce pulsata –IPL (Intense Pulsed Light)–• Saldatura
UV	<ul style="list-style-type: none">• Sterilizzazione• Essiccazione inchiostri, vernici• Fotoincisione• Controlli difetti di fabbricazione• Lampade per uso medico (es.: fototerapia dermatologica) e/o estetico• luce pulsata –IPL–• Saldatura ad arco / al laser

Campo di applicazione (Art. 213)

La norma stabilisce le prescrizioni minime di protezione dei lavoratori con particolare riguardo ai rischi dovuti agli effetti nocivi sugli **occhi** e sulla **cute** (**organi bersaglio**).

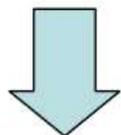


L'assorbimento di energia determina effetti biologici diretti dovuti a :



MECCANISMO FOTOCHIMICO

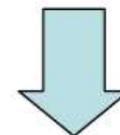
Reazioni chimiche catalizzate dall'assorbimento di fotoni, mediate o meno da sostanze fotosensibilizzanti



Radiazione UV e visibile

MECCANISMO TERMICO

Aumento di temperatura



Radiazione IR e visibile

Principali effetti dannosi della radiazione ottica sull'occhio e la pelle

La tipologia di effetti associati all'esposizione a ROA dipende dalla **lunghezza d'onda** della radiazione incidente, mentre dall'**intensità** dipendono sia la possibilità che questi effetti si verifichino che la loro gravità.

L'interazione della radiazione ottica con l'occhio e la cute può provocare conseguenze dannose:

Lunghezza d'onda (nm)	Tipo	Occhio	Pelle	
100 - 280	UV C	fotocheratite foto congiuntivite	Eritema (scottatura della pelle)	Tumori cutanei Processo accelerato di invecchiamento della pelle
280 - 315	UV B			
315 - 400	UV A	cataratta fotochimica	Reazione di foto sensibilità	
400 - 780	Visibile	lesione fotochimica e termica della retina		Bruciatura della pelle
780 - 1400	IR A	cataratta bruciatura della retina		
1400 - 3000	IR B	cataratta, bruciatura della cornea		
3000 - 10 ⁶	IR C	bruciatura della cornea		

RISCHI INDIRETTI:

- sovraesposizione a luce visibile: disturbi temporanei visivi, quali **abbagliamento**, **acceciamento temporaneo**;
- rischi di incendio e di esplosione innescati dalle sorgenti stesse e/o dal fascio di radiazione;
- stress termico;
- contatti con superfici calde;
- rischi di natura elettrica.

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE: 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.

Esempi di sorgenti di radiazioni ottiche artificiali che possono comportare rischio per occhi e/o cute:

SORGENTE	POSSIBILITA' DI SOVRAESPOSIZIONE		
Arco elettrico (saldatura elettrica)	Molto elevata	Fari di veicoli	Bassa (Elevata se visione diretta)
		Lampade scialtiche da sala operatoria	Bassa (Elevata se visione diretta)
Lampade germicide per sterilizzazione e disinfezione	Elevata	Lampade ad alogenuri metallici	Media-Elevata
Lampade per fotoindurimento di polimeri, fotoincisione, "curing"	Media	Lampade abbronzanti	Media - Elevata
"Luce Nera" usata nei dispositivi di test e controllo non distruttivi (eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente" secondo CEI EN 62471:2009)	Bassa - Media o Elevata in relazione all'applicazione	Lampade per usi particolari eccetto lampade classificate nel gruppo "Esente"	Media - Elevata
		Lampade per uso generale e lampade speciali classificate nei gruppi 1,2,3 ai sensi della norma CEI EN 62471:2009	Bassa-Media-Elevata in relazione alla classificazione
Lampade/sistemi LED per fototerapia	Elevata	Corpi incandescenti quali metallo o vetro fuso, ad esempio nei crogiuoli dei forni di fusione con corpo incandescente a vista e loro lavorazione	Elevata-Molto elevata
Lampade ad alogenuri metallici	Bassa (Elevata se visione diretta)	Riscaldatori radiativi a lampade	Medio-Elevata
Apparecchiature con sorgenti IPL per uso medico o estetico	Elevata-Molto elevata	Laser	Molto Elevata/Elevata: laser in classe 4/3B; Media: Laser in classe 2-3. Innocui: Laser in Classe 1

La Banca Dati RADIAZIONI OTTICHE ARTIFICIALI

È sviluppata con i seguenti obiettivi:

- a) garantire un'agevole reperibilità dei valori di esposizione a RADIAZIONI OTTICHE prodotte dai macchinari/apparati/sorgenti **comunemente utilizzati in ambito industriale, sanitario e di ricerca** al fine di favorire **il più possibile l'attuazione di appropriati interventi di riduzione del rischio e protezione dei lavoratori, già in sede di valutazione del rischio, senza dover necessariamente ricorrere a misure onerose e talvolta complesse.**
- b) consentire ai datori di lavoro ed ai loro consulenti di individuare i macchinari/sorgenti che **riducano al minimo il rischio di esposizione a radiazioni ottiche, in fase di acquisto ed aggiornamento del parco macchine.**

Oltre a fornire i dati relativi al macchinario utilizzato, viene caratterizzata la sorgente specifica di ROA installata, a cui fanno riferimento le misurazioni riportate nel portale. Vengono fornite inoltre le **emissioni spettrali rilevanti**, la **distanza di sicurezza** e le **misure di tutela** mettere in atto per il caso specifico (modalità comportamentali, modalità e criteri d'uso dei DPI, ecc.)



Banca Dati Radiazioni Ottiche Artificiali

Marca:

Modello:

Tipologia:

Alimentazione:

Misure di tutela:

Esempio:

Scheda Macchinario

Marca: ghisa

Modello: liquida

Tipologia: Fusione

Alimentazione: NON IDENTIFICATA

Norma di riferimento: NON DISPONIBILE

Classificazione ai sensi della norma CEI-EN 62471 / CEI-EN 60825-1: Non disponibile

Categoria di cui alla norma UNI-EN12198-1 Non disponibile

ANAGRAFICA SORGENTE

Tipologia: corpo incandescente

Emissione: Continua

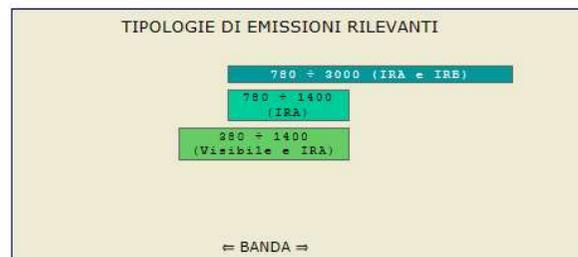
n° corpi illuminanti:

Marca: crogiolo: diametro 1metro

Modello: T = 1370 °C

Classificazione ai sensi della norma CEI-EN 62471 / CEI-EN 60825-1: Non applicabile

Norma di riferimento: NON DISPONIBILE



Principali misure di tutela da mettere in atto ai fini della sicurezza:

1. Gli operatori devono proteggere la cute e gli occhi
2. ATTENZIONE: per non penalizzare troppo la visibilità, scegliere la graduazione degli occhiali in base all'effettivo tempo di esposizione.

Misure sul Campo (Clicca per visualizzare le misure in campo)

<p>TIPO DI MISURA: TRASMESSA COMPARTO: PRODUZIONE DI ACCIAIO, FERRO E GHISA LAMPADE ORIGINALI: YES GEOMETRIA MISURA: POSIZIONE OPERATORE 150 CM</p>	<p>DISTANZA DI SICUREZZA 1200 CM</p>
<p>TIPO DI MISURA: DIRETTA COMPARTO: PRODUZIONE DI ACCIAIO, FERRO E GHISA LAMPADE ORIGINALI: YES GEOMETRIA MISURA: POSIZIONE GENERICA 400 CM</p>	
<p>TIPO DI MISURA: DIRETTA COMPARTO: PRODUZIONE DI ACCIAIO, FERRO E GHISA LAMPADE ORIGINALI: YES GEOMETRIA MISURA: POSIZIONE GENERICA 403 CM</p>	

Valutazione dei rischi (Art. 181)

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.



Per quanto riguarda le RAO, la metodologia seguita nella valutazione, nella misurazione e/o nel calcolo rispetta:

- le norme **IEC** per radiazioni laser
- le raccomandazioni **CIE** e **CEN** per radiazioni incoerenti o in assenza
- buone prassi Commissione consultiva permanente
- linee guida nazionali o internazionali scientificamente fondate.

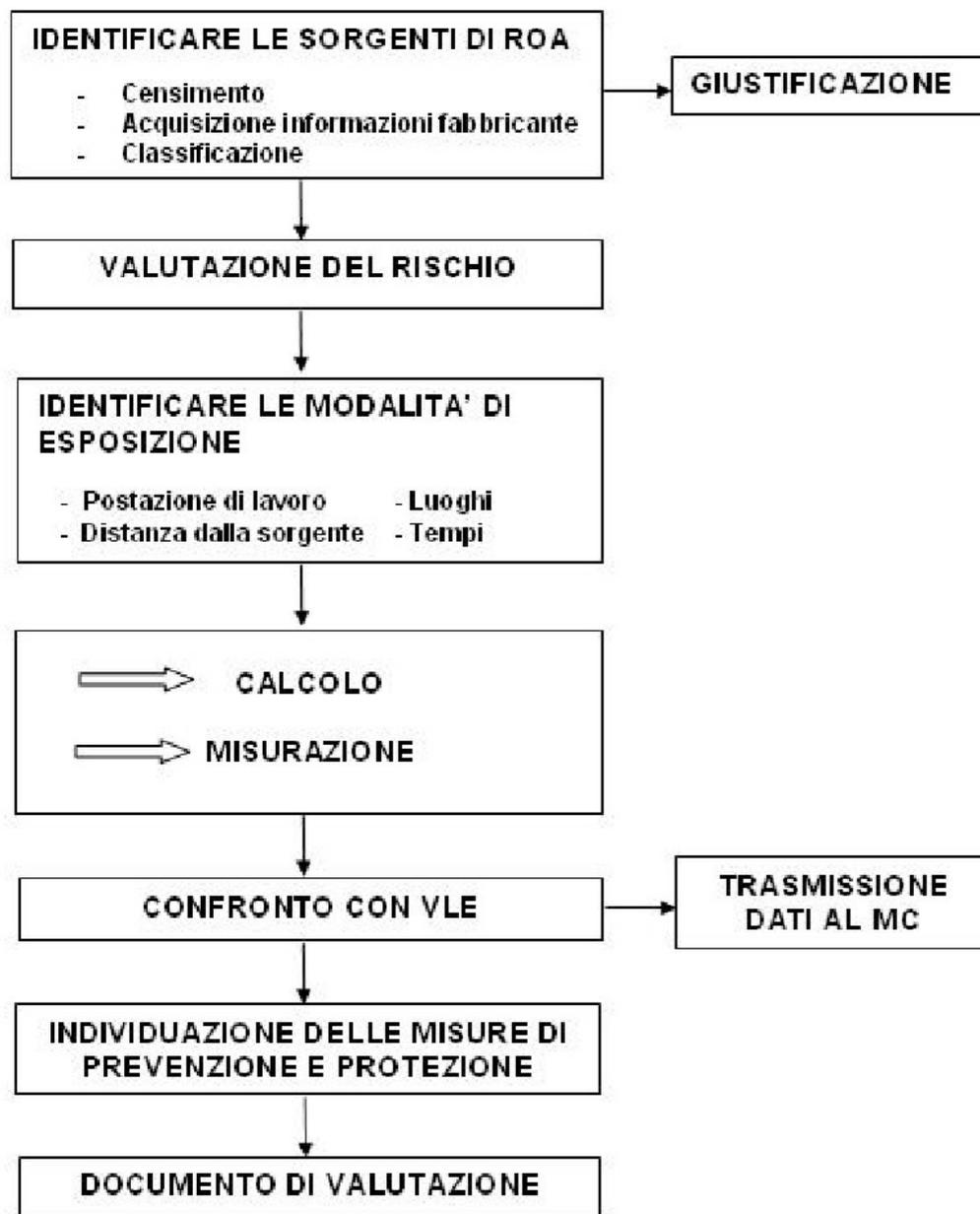


La valutazione dei rischi derivanti da esposizioni ad agenti fisici è programmata ed effettuata, con cadenza almeno **quadriennale**, da personale qualificato e deve essere **aggiornata** ogni qualvolta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero, quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione. I dati ottenuti dalla valutazione, misurazione e calcolo dei livelli di esposizione costituiscono parte integrante del **DVR**.

Disposizioni miranti ad eliminare o ridurre i rischi (Art. 182)

Tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, **i rischi derivanti dall'esposizione agli agenti fisici sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo**.

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, 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.



Sorveglianza sanitaria (Art. 185)

La sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti agli agenti fisici viene effettuata dal medico competente, **una volta all'anno** o periodicità inferiore, sulla base dei risultati della valutazione del rischio che gli sono trasmessi dal datore di lavoro per il tramite del servizio di prevenzione e protezione. Egli riporta i dati della sorveglianza sanitaria, ivi compresi i valori di esposizione individuali, nella CARTELLA SANITARIA E DI RISCHIO.



NORME UNI EN 12198-1-2-3:2009

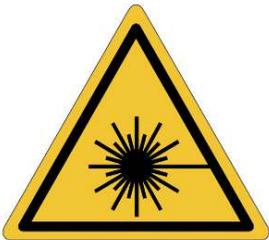
Trattano le **macchine che possono emettere radiazioni non ionizzanti**: CEM e ROA.

Classificano, da parte del fabbricante, la macchina in una categoria in funzione del livello di radiazione secondo valori assegnati dalla norma stessa:

CLASSIFICAZIONE DELLE APPARECCHIATURE CHE EMETTONO ROA NON COERENTI NORMA DI RIFERIMENTO: UNI EN 12198:2009		
CATEGORIA	RESTRIZIONI E MISURE DI PROTEZIONE	INFORMAZIONI E ADDESTRAMENTO
0	Nessuna restrizione	Nessuna informazione necessaria
1	Restrizioni: possono essere necessarie la limitazione dell'accesso e misure di protezione	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari
2	Restrizioni speciali e misure di protezione sono essenziali	Informazioni su pericoli, rischi ed effetti secondari; l'addestramento può essere necessario

Le macchine che rientrano nella categoria 1 e 2 devono riportare una marcatura specifica con i seguenti elementi:

- **segnale di sicurezza rappresentante il tipo di emissione**

				
Campo magnetico	Campo magnetico importante	Raggi laser	Radiazioni ottiche	Radiazioni non ionizzanti

- **numero di categoria**
- **riferimento alla norma UNI EN 12198**

esempi:



NORMA CEI EN 62471

Trattano le **lampade e i sistemi di lampade**.

Queste sono classificate in 4 gruppi.

Non sono definiti vincoli specifici per la marcatura.

CLASSIFICAZIONE DELLE LAMPAD E DEI SISTEMI DI LAMPAD E NORMA DI RIFERIMENTO: CEI EN 62471:2009	
GRUPPO	RESTRIZIONI E MISURE DI PROTEZIONE
Esente	Nessun rischio foto biologico
1	Nessun rischio foto biologico nelle normali condizioni di impiego
2	Non presenta rischio in condizioni di riflesso naturale di avversione alla luce o effetti termici
3	Pericoloso anche per esposizioni momentanee

NORME CEI EN 60335-2-27 - CEI 60335-1

Trattano le **lampade UV per uso estetico e i lettini abbronzanti**. Queste sono classificate in 4 gruppi.

CLASSIFICAZIONE DEI LETTINI ABBRONZANTI E LAMPAD E UV PER USO ESTETICO NORME DI RIFERIMENTO: CEI EN 60335-2-27 CEI 60335-1	
TIPO	DESCRIZIONE
1	Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezza d'onda superiore a 320 nm. Irradianza relativamente elevata da 320 a 400 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.
2	Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezza d'onda sia inferiori che superiori a 320 nm. Irradianza relativamente elevata da 320 a 400 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate.
3	Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda sia inferiori che superiori a 320 nm. Irradianza limitata nell'intera banda nell'intera banda UV. Possono essere usate da persone non specializzate.
4	Effetto biologico prodotto dalle radiazioni con lunghezze d'onda inferiori a 320 nm. Sono destinati ad essere usati nei centri di abbronzatura, sotto la supervisione di persone adeguatamente addestrate e seguendo le avvertenze mediche.

LETTINI ABBRONZANTI E LAMPAD E UV PER USO ESTETICO		
TIPO	Irradianza efficace eritemale (W/m ²)	
	250 nm < λ < 320 nm	320 nm < λ < 400 nm
1	< 0,0005	≥ 0,15
2	da 0,0005 a 0,15	> 0,15
3	< 0,15	< 0,15
4	≥ 0,15	< 0,15

IEC 60825-1Trattano i **LASER**.

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



Classe	RISCHIO	CARATTERISTICHE
1	NESSUNO	La radiazione laser non è pericolosa
1M	BASSO	Le radiazioni sono innocua nelle normali condizioni d'uso ma possono essere pericolosi se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del fascio (lenti d'ingrandimento, binoculari, ecc.). Non guardare il fascio direttamente con strumenti ottici.
2	BASSO	La radiazione è accessibile nello spettro del visibile . La protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Non fissare il fascio.
2M	BASSO	La radiazione è accessibile nello spettro del visibile . La protezione dell'occhio è normalmente assicurata dalle reazioni di difesa compreso il riflesso palpebrale. Possono essere pericolosi se l'operatore impiega ottiche di osservazione all'interno del fascio (lenti d'ingrandimento, binoculari, ecc). Non fissare il fascio o guardarlo direttamente con strumenti ottici.
3R	MEDIO	La visione diretta del fascio è potenzialmente pericolosa. L' Evitare la diretta esposizione degli occhi.
3B	MEDIO	La radiazione è normalmente pericolosa per gli occhi se direttamente esposti a breve distanza e, in casi particolari, anche per la pelle. L'esposizione diffusa è sicura. Evitare l'esposizione al fascio.
4	ALTO	La radiazione è molto pericolosa per gli occhi per la pelle. Anche l'esposizione diffusa può essere pericolosa. Si possono provocare incendi o esplosioni. Evitare l'esposizione di occhi o pelle alla radiazione diretta o diffusa.

SORGENTI CHE NELLA VALUTAZIONE SI POSSONO "GIUSTIFICARE"

Come riportato nello schema di valutazione del rischio, possono esistere condizioni nelle quali la valutazione stessa può concludersi con la "**giustificazione**" secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata.

Sono giustificabili in prima approssimazione [sulla base delle Norme]:

- Sorgenti classificate secondo la Norma UNI EN 12198 in **CATEGORIA 0**
- Lampade e sistemi di lampade (anche a LED) classificate secondo la Norma CEI EN 62471 nel gruppo **ESENTE**

Esempio di sorgenti di gruppo "Esente" sono l'illuminazione standard per uso domestico e di ufficio, i monitor dei computer, i display, le fotocopiatrici, le lampade e i cartelli di segnalazione luminosa.

- Apparecchiature che emettono radiazioni laser classificate nelle **classi 1 e 2** secondo lo standard IEC 60825-1 [N.B. **non sono giustificabili le classi 1M e 2M**]

MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Il **contenimento della sorgente** all'interno di ulteriori idonei alloggiamenti schermanti completamente ciechi oppure di attenuazione nota, in relazione alle lunghezze d'onda di interesse (ES. La radiazione UV si può schermare con finestre di vetro o materiali plastici trasparenti nel visibile).
- L'adozione di **schermi ciechi o inattinici** (*la radiazione si dice inattinica se è incapace di produrre una particolare azione fotochimica*) a ridosso delle sorgenti (ES: i normali schermi che circondano le postazioni di saldatura).



- la **separazione fisica degli ambienti** nelle quali si generano ROA potenzialmente nocive dalle postazioni di lavoro vicine;
- l'impiego di automatismi (interblocchi o **interlock**) per disattivare in caso di necessità le sorgenti ROA potenzialmente nocive.
- la definizione di "**zone ad accesso limitato**", contrassegnate da idonea segnaletica di sicurezza, ove chiunque acceda deve essere informato e formato sui rischi di esposizione alla radiazione emessa dalle sorgenti in esse contenute.

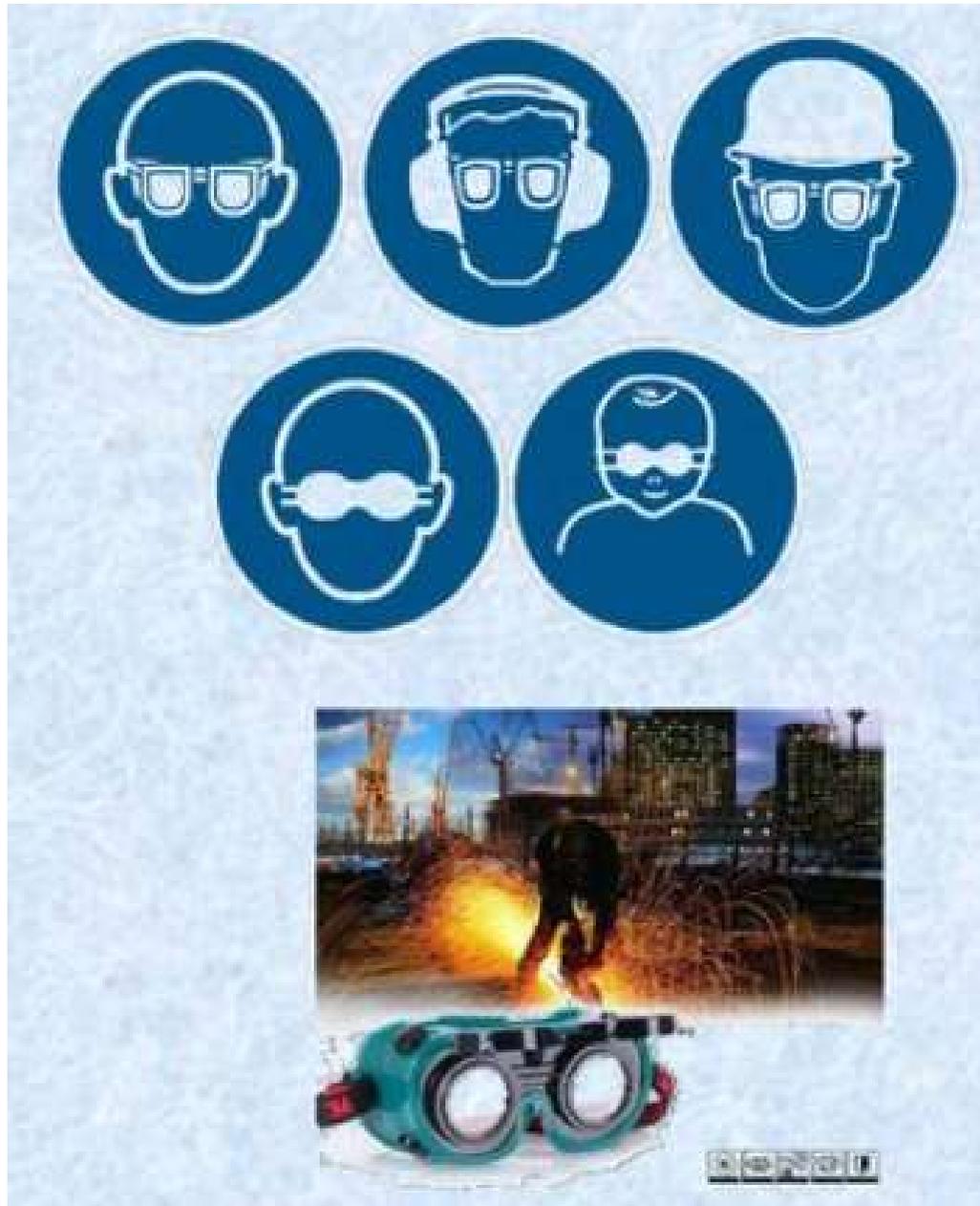


Dispositivi di Protezione Individuale

Per la protezione di occhi e viso si utilizzano **occhiali** (con oculare doppio o singolo), **maschere** (del tipo a scatola o a coppa) e **ripari facciali** (per saldatura o altro uso).

Tutti i dispositivi di protezione degli occhi e del viso da radiazioni ottiche appartengono almeno alla II categoria del DLgs.475/92 e pertanto comportano l'obbligo di una formazione specifica all'uso.





Fonti

- <http://www.portaleagentifisici.it/>
- <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/agenti-fisici/radiazioni-ottiche-artificiali.html>
- Claudio Arcari, Alessandra Pompini - DECRETO LEGISLATIVO 81/08 Titolo VIII -Agenti fisici Capo V Radiazioni Ottiche Artificiali- Piacenza, 09 giugno 2011
- http://www.fmboschetto.it/lavori_studenti/Fisica_Moderna_2003/Laser%20Faccone/laser.htm
- Dott.ssa Iole Pinto-PREVENZIONE DEL RISCHIO DA RADIAZIONI OTTICHE-A.U.S.L. 7 di Siena
- <https://www.626suite.it/index.php/sistema-di-gestione-qualita-ambiente-sicurezza/estensione-1800142/sorveglianza-sanitaria.html>
- http://www.ecolavservice.com/ita/descrizione_news.asp?id=125
- https://www.safetygroupitalia.it/news/wp-content/uploads/2010/05/informativa_roa_safety_mag10.pdf
- M.Fernandez – Sicurezza nel laboratorio. Rischi negli ambienti di lavoro e di vita. – Università del Salento