LA SICUREZZA E  LA SALUTE SUL LAVORO
cominciamo a SCUOLA

# I RISCHI FISICI - RADIAZIONI

# LE FONTI DEI RISCHI FISICI

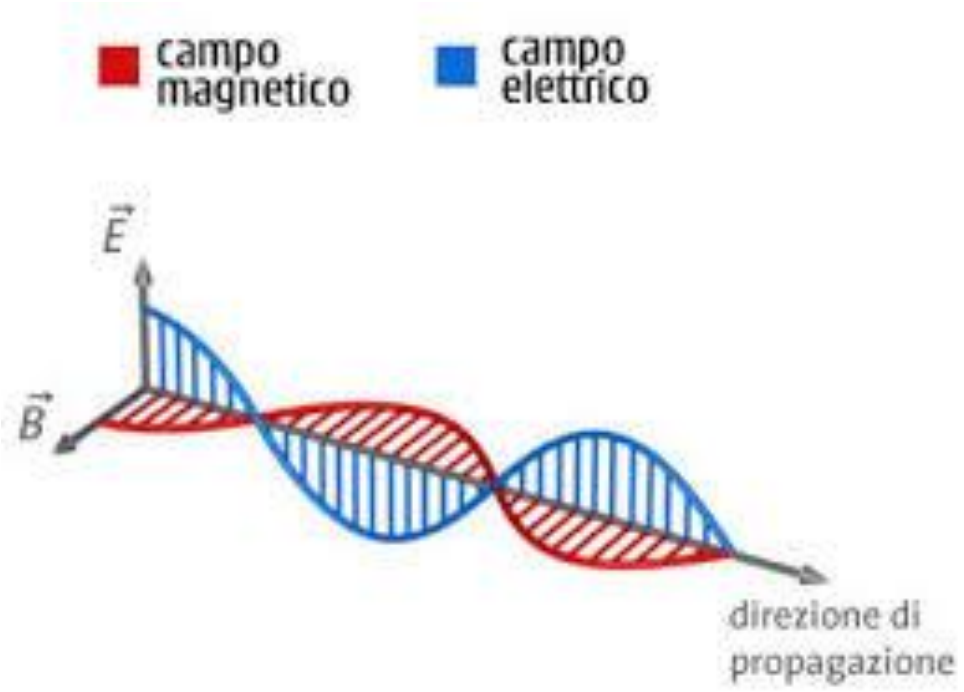
- Rumore
- Vibrazioni meccaniche
- Microclima
- Campi elettromagnetici
- Radiazioni ottiche, di origine artificiale
- Ultrasuoni e infrasuoni
- Atmosfere iperbariche

# I CAMPI ELETTROMAGNETICI

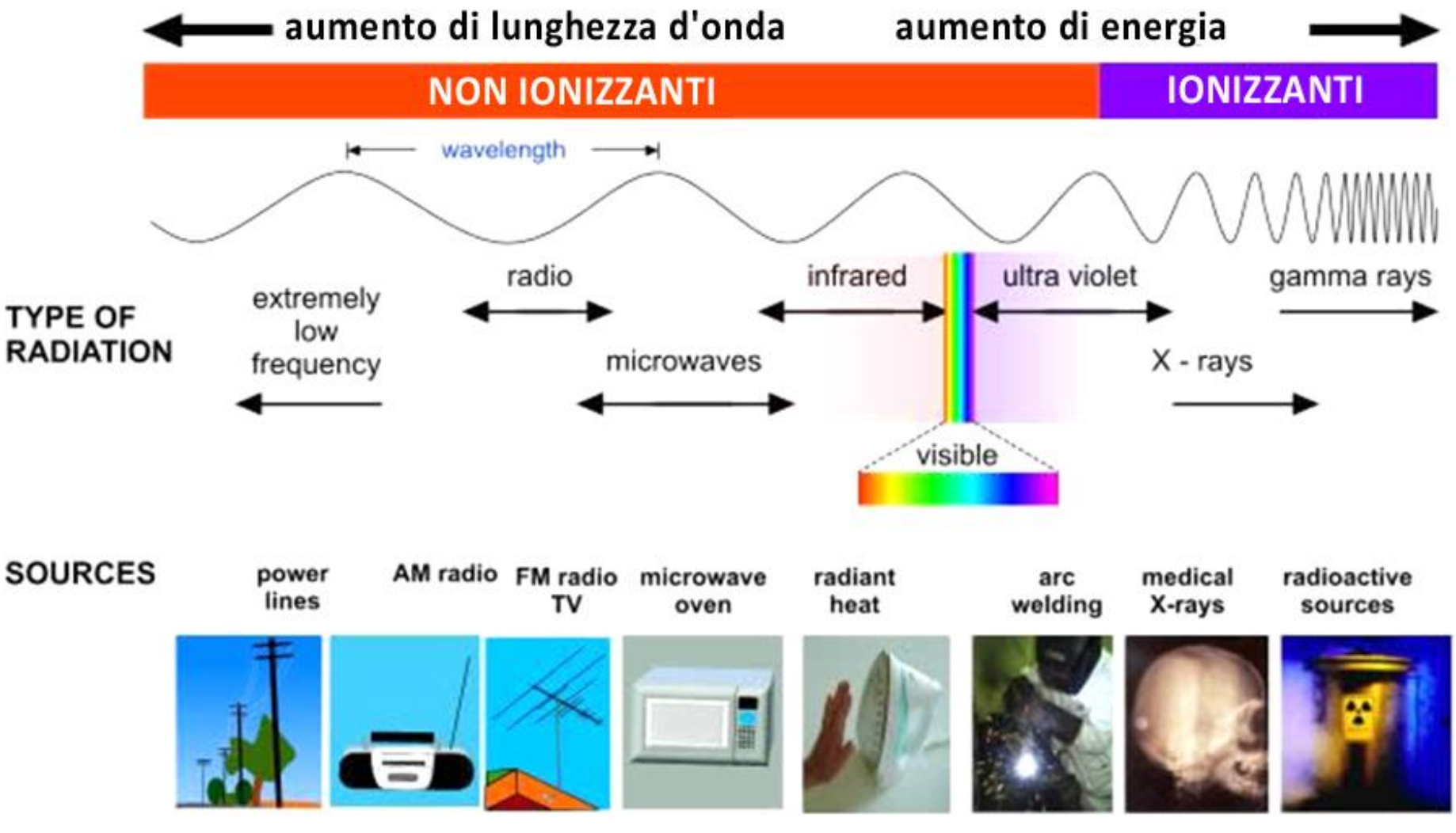
# IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Costituito dalla combinazione di un campo elettrico e di un campo magnetico, è generato localmente da qualunque carica elettrica variabile nel tempo e si propaga sotto forma di onde elettromagnetiche.

Le diverse frequenze (numero di oscillazioni al secondo) e lunghezze d'onda (la distanza massima tra due oscillazioni) costituiscono lo **spettro elettromagnetico**.



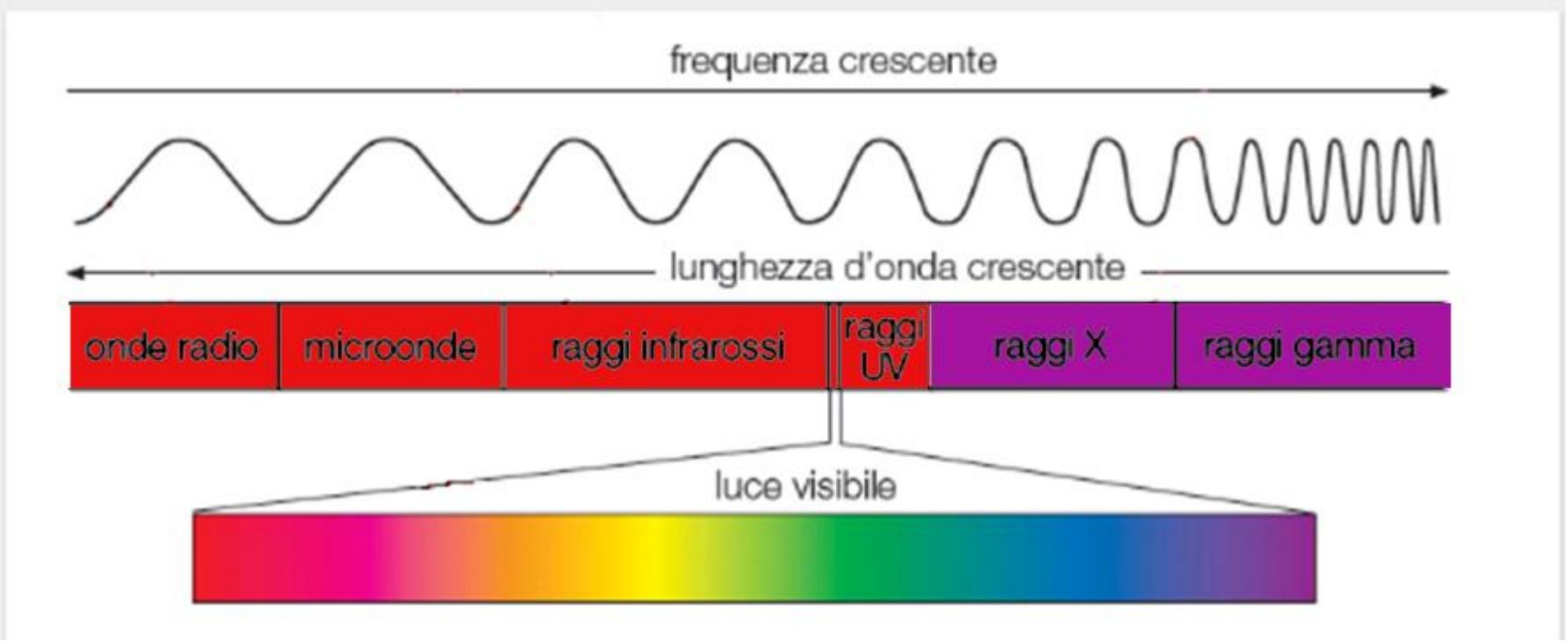
# LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO



# LO SPETTRO ELETTROMAGNETICO

**E' DIVISO IN**

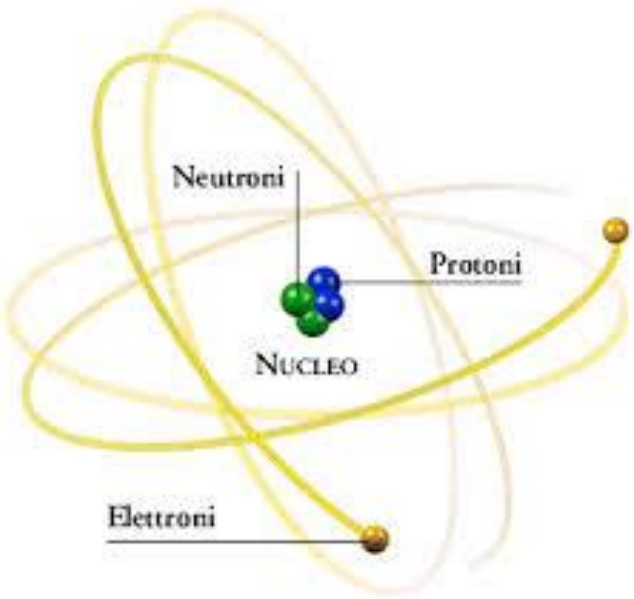
- **RADIAZIONI IONIZZANTI**
- **RADIAZIONI NON IONIZZANTI**

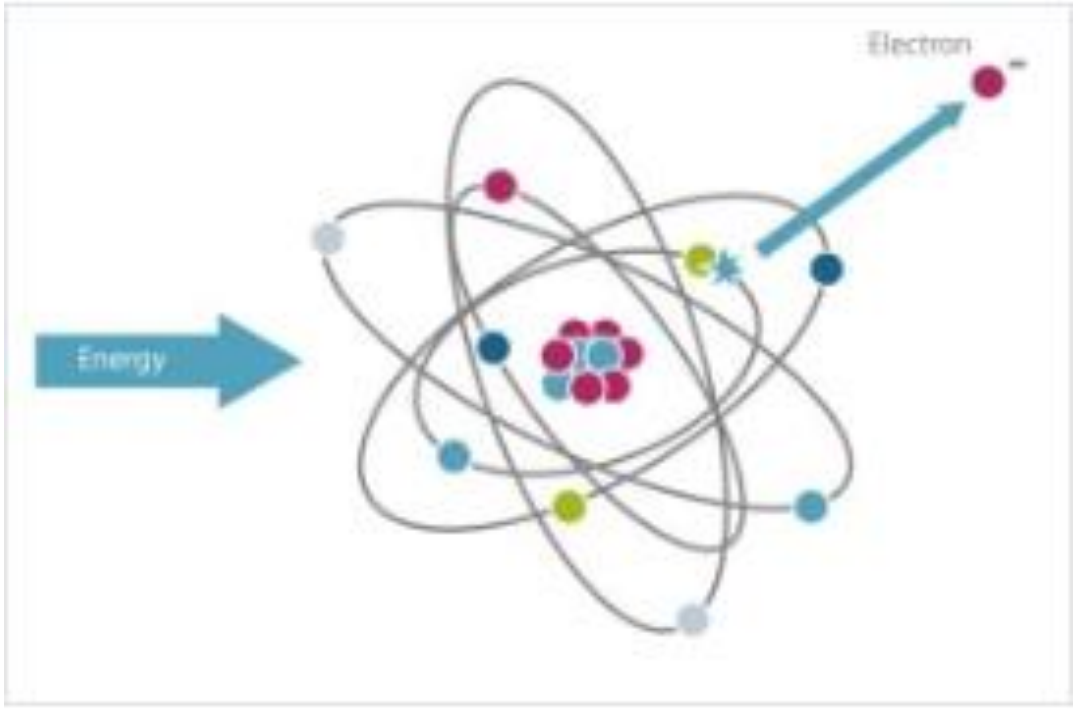


# LE RADIAZIONI IONIZZANTI

# LE RADIAZIONI IONIZZANTI

Sono quelle radiazioni che producono ionizzazione (formazione di una coppia di ioni) nei materiali che attraversano.

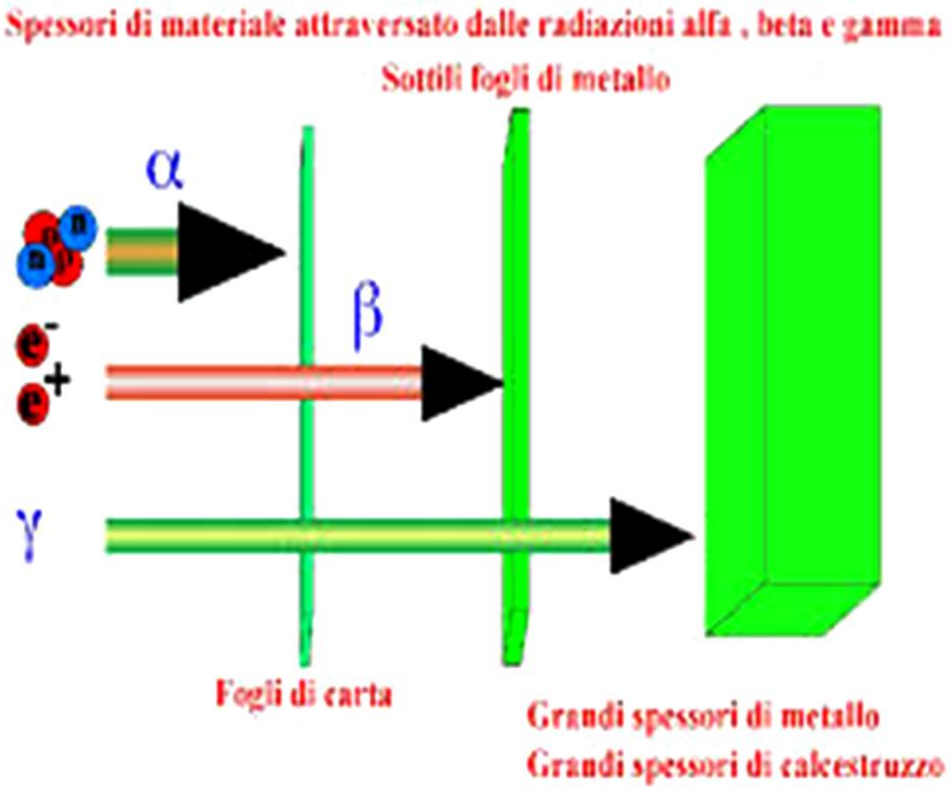


# LE RADIAZIONI IONIZZANTI

Nello spettro elettromagnetico, nella parte con più alte frequenze ed elevati livelli energetici, si collocano:
i Raggi X e i Raggi gamma.

Si tratta di radiazioni dotate di energia sufficiente a ionizzare atomi e molecole e di un'elevata penetrazione nella materia vivente.



# LE RADIAZIONI IONIZZANTI: Effetti sull'individuo e i suoi discendenti

- **Immediati sull'individuo** (es. lesioni della cute, dell'apparato digerente, alterazione delle cellule del sangue)
- **Tardivi sull'individuo** (es. tumori)
- **Ereditari** (es. sterilità)
- **Da irradiazione dell'embrione e del feto** (es. malformazioni).





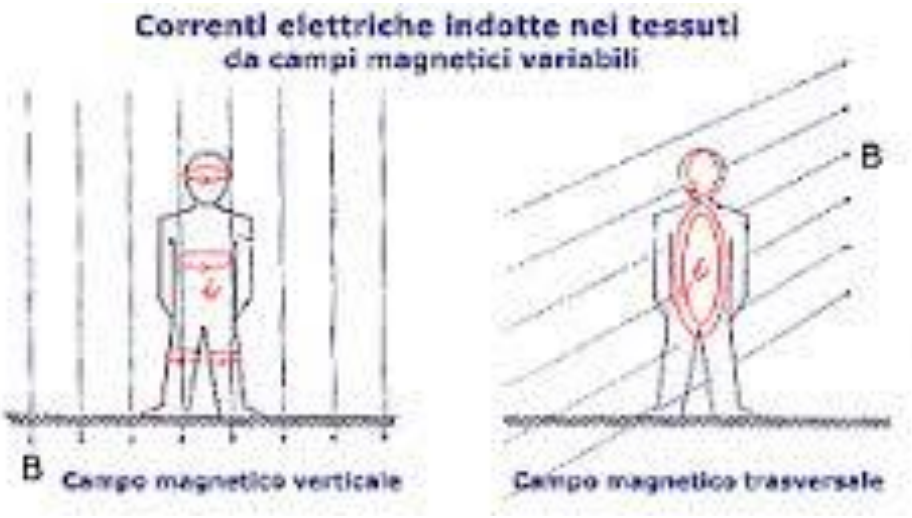
# LE RADIAZIONI NON IONIZZANTI

# EFFETTI DIRETTI dei campi elettromagnetici (EM)

Sono il risultato di un'interazione diretta dei campi EM con il corpo umano.

Sono causati da:

- induzione di correnti nei tessuti elettricamente stimolabili
- cessione di energia con rialzo termico.



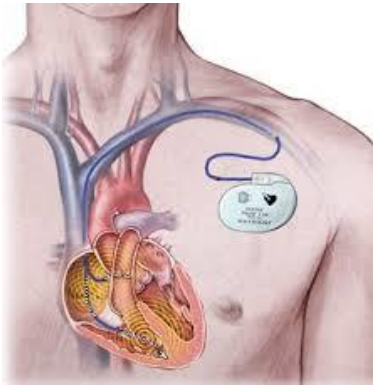
# EFFETTI INDIRETTI dei campi elettromagnetici

Dovuti a:

- correnti di contatto, che si manifestano quando il corpo umano viene in contatto con un oggetto a diverso potenziale elettrico e possono indurre effetti quali **percezioni dolorose, contrazioni muscolari, ustioni;**

- accoppiamento del campo elettromagnetico con dispositivi elettromedicali (compresi stimolatori cardiaci) e altri dispositivi impiantati o portati dal soggetto esposto.





# LE RADIAZIONI NON IONIZZANTI SONO SUDDIVISE IN:

**OTTICHE**
**(300 GHZ - 3X10⁴ THZ)**

- LE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, LA LUCE VISIBILE E LA RADIAZIONE INFRAROSSA.

**NON OTTICHE**
**(0 HZ – 300 GHZ).**

- MICROONDE (MW: MICROWAVE),
- LE RADIOFREQUENZE (RF: RADIOFREQUENCY),
- I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA
- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI.

# LE RADIAZIONI OTTICHE

# LE RADIAZIONI OTTICHE

**SI SUDDIVIDONO IN:**

1) RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE: (LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 100 E 400 NM).
LA BANDA DEGLI ULTRAVIOLETTI È SUDDIVISA IN UVA (315-400 NM), UVB (280-315 NM) E UVC (100-280 NM);

2) RADIAZIONI VISIBILI : A LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 380 E 780 NM;

3) RADIAZIONI INFRAROSSE: LUNGHEZZA D'ONDA COMPRESA TRA 780 NM E 1 MM.
LA REGIONE DEGLI INFRAROSSI È SUDDIVISA IN IRA (780-1400 NM), IRB (1400-3000 NM) E IRC (3000 NM-1 MM);

# LE RADIAZIONI OTTICHE

In natura le radiazioni ottiche (RO) sono presenti nelle radiazioni solari.




Esistono anche sorgenti artificiali (ROA) di radiazioni ottiche , quali ad esempio: le lampade da illuminazione, l'arco elettrico, le lampade germicide, i corpi incandescenti prodotti in metallurgia e nella lavorazione del vetro.





# ESEMPI DI ESPOSIZIONE

| SORGENTE | POSSIBILITA' DI SOVRAESPOSIZIONE | NOTE |
|---|---|---|
| Arco elettrico (saldatura elettrica) | Molto elevata | Le saldature ad arco elettrico (tranne quelle a gas) possono superare i valori limite previsti per la radiazione UV per tempi di esposizione dell'ordine delle decine di secondi a distanza di un metro dall'arco. Rischio di sovraesposizione per lavoratori, persone presenti e di passaggio in assenza di adeguate precauzioni tecnico-organizzative |
| Lampade germicide per sterilizzazione e disinfezione | Elevata | Gli UV emessi dalle lampade sono utilizzati per sterilizzare aree di lavoro e locali in ospedali, industrie alimentari e laboratori |

# ESEMPI DI ESPOSIZIONE

| SORGENTE | POSSIBILITA' DI SOVRAESPOSIZIONE | NOTE |
|---|---|---|
| Lampade abbronzanti | Media – Elevata | Le sorgenti utilizzate in ambito estetico per l'abbronzatura possono emettere sia UVA che UVB, i cui contributi relativi variano a seconda della loro tipologia. Queste sorgenti superano i limiti per i lavoratori per esposizioni dell'ordine dei minuti. |
| 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 | Nel corso della colata e in prossimità dei crogiuoli le esposizioni a IRB-IRC possono superare i valori limite per tempi di esposizione dell'ordine di pochi secondi. |

# LE RADIAZIONI LASER

**LASER (AMPLIFICAZIONE DI LUCE MEDIANTE EMISSIONE STIMOLATA DI RADIAZIONE): QUALSIASI DISPOSITIVO AL QUALE SI POSSA FAR PRODURRE O AMPLIFICARE LE RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE NELLA GAMMA DI LUNGHEZZE D'ONDA DELLE RADIAZIONI OTTICHE, SOPRATTUTTO MEDIANTE IL PROCESSO DI EMISSIONE STIMOLATA CONTROLLATA;**

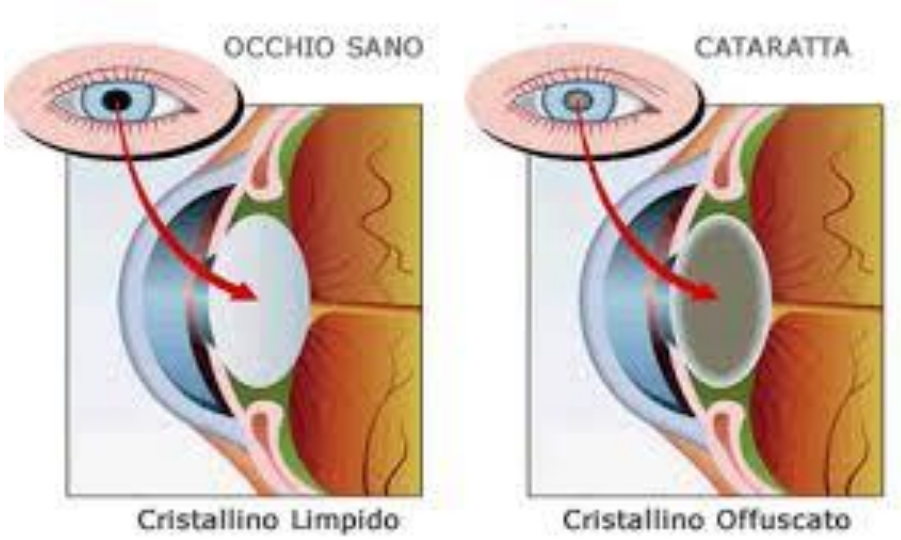
**RADIAZIONE LASER: RADIAZIONE OTTICA PRODOTTA DA UN LASER;**

**RADIAZIONE INCOERENTE: QUALSIASI RADIAZIONE OTTICA DIVERSA DALLA RADIAZIONE LASER**

# le radiazioni ottiche: GLI EFFETTI

Possono dare effetti sulla salute a breve e a lungo termine a carico:

- della cute: scottature, tumori, reazioni da fotosensibilizzazione (esposizione a radiazione UV e contemporanea assunzione di alcuni composti chimici)
- dell'occhio: cataratta (opacità del cristallino), congiuntiviti, lesioni della retina.




Inoltre intense esposizioni a radiazioni UV deprimono il sistema immunitario a livello della cute (es. vescicole da herpes simplex alle labbra).

# le radiazioni ottiche: GLI EFFETTI

A parità di esposizione il danno (tipo e gravità) dipende dalla lunghezza d'onda della radiazione.

Gli individui più a rischio sono quelli di carnagione bianca che presentano pelle ed occhi chiari,
in particolare, i biondi e i rossi
di capelli con lentiggini e
numerosi nei.



# COMPARTI A RISCHIO

Settore agricolo/giardinieri



riparatori di tetti



asfaltatori

benzinai

operatori ecologici

parcheggiatori

bagnini/maestri di nuoto

vigili urbani



marinai

saldatori



# LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Deve tener conto di:

- livello, gamma di lunghezze d'onda e durata della esposizione
- effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori risultanti dalle interazioni sul posto di lavoro tra le radiazioni ottiche e le sostanze chimiche foto-sensibilizzanti
- esistenza di attrezzature di lavoro alternative
- disponibilità di misure volte a minimizzare l'esposizione
- informazioni raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria
- informazioni fornite dai fabbricanti delle sorgenti di radiazioni ottiche e delle relative attrezzature di lavoro

# LE MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Adozione di metodi di lavoro  e di attrezzature che causino una minore esposizione a rischio;
- Adozione di misure tecniche per ridurre l'emissione delle radiazioni ottiche, incluso l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- Periodica manutenzione delle attrezzature di lavoro;
- Segnaletica di sicurezza;
- Individuazione e utilizzo di adeguati dispositivi di protezione individuale.

# I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE



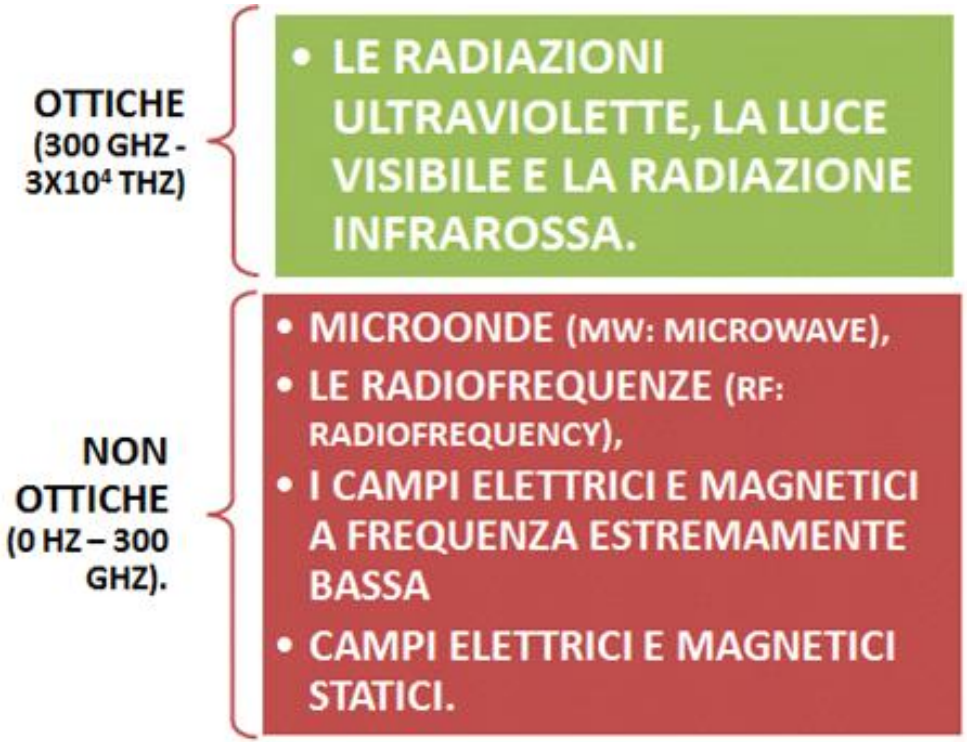


Occhiali
Guanti
Protezioni facciali
Abbigliamento

Strutture per l’ombra
e schermi solari








# LE RADIAZIONI NON OTTICHE

# LE RADIAZIONI NON OTTICHE

## Sorgenti artificiali

| | |
|---|---|
| **Fino a 300 Hz** | Campi elettrostatici |
| | Risonanza magnetica nucleare |
| | Elettrobisturi |
| | Treni e tram |
| | Linee di trasmissione e distribuzione |
| | Elettrodomestici |
| | Motori elettrici |
| | Saldature ad arco |
| | Magnetizzatori / smagnetizzatori ind. |

# LE RADIAZIONI NON OTTICHE

## Sorgenti artificiali

| | |
|---|---|
| **Fino a 3 MHz** | Riscaldamento a induzione |
| **Fino a 30 MHz** | CB |
| | Strumenti per diatermie e ipertermia |
| | Riscaldamento dielettrico |
| **Fino a 300 MHz** | Risonanza magnetica nucleare |
| **Fino a 3 GHz** | Telecomunicazioni cellulari (GSM, 3G..) |
| | Riscaldamento a microonde (anche forni) |
| | Controllo del traffico areo |
| | Bluetooth |
| **Fino a 30 GHz** | Collegamenti microonde |
| | Collegamenti satellitari |
| | Reti wireless LAN |
| **Fino a 300 GHz** | Radar |

# LE RADIAZIONI NON OTTICHE

Le onde elettromagnetiche si propagano nel vuoto con velocità $C = 3x\ 10^8$ m/s, cioè con la velocità della luce e senza dispersione di energia.

In ogni altro mezzo la propagazione avviene a velocità inferiore e con dispersione di energia.

Nelle sostanze biologiche e i tessuti umani, la profondità di penetrazione diminuisce e l'assorbimento aumenta in funzione della frequenza del campo elettromagnetico e della percentuale di acqua nei tessuti.

# LE RADIOFREQUENZE (300 kHz-300 GHz)

**Sono le radiazioni non ionizzanti più studiate**, per le quali è stata definita anche una unità di misura della esposizione (SAR), utile a quantificare l'assorbimento di energia elettromagnetica da parte dell'organismo.
L'interazione delle radiofrequenze con il corpo umano non è omogenea, date le  diverse strutture di cui è composto (cute, tessuto adiposo, muscoli, ossa) con assorbimenti particolarmente elevati in sedi specifiche e conseguente aumento della temperatura locale.

# le radiofrequenze: GLI EFFETTI SULLA SALUTE

- **Effetti acuti di natura termica**: l'esposizione a dosi rilevanti genera un aumento delle temperatura interna all'organismo che causa danni agli organi più sensibili al calore, e cioè al cristallino (cataratta) e ai testicoli (sterilità).
- **Effetti cronici per bassi livelli di esposizione**: solo alcuni studi hanno dimostrato effetti sul sistema nervoso e sull'apparato cardiocircolatorio.
- **Presunti effetti ritardati di natura tumorale**: non esistono dati scientifici sufficienti per considerare le RF potenzialmente cancerogene per l'uomo.

# le radiofrequenze: ATTIVITA' A RISCHIO

-Saldatura e stampaggio della plastica
- incollaggio rapido del legno
- saldatura, tempera e fusione di materiali metallici
- addetti alle apparecchiature per radar e marconiterapia impiegate in diatermia

Esiste inoltre una esposizione generalizzata alle RF per il loro utilizzo nelle radiotelecomunicazioni.

# CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZE ESTREMAMENTE BASSE

Si identificano con i campi EM con frequenza tra 30-300 Hz.

La frequenza più studiata per gli effetti sanitari delle linee di alta tensione in Italia è 50 Hz.

**OTTICHE** (300 GHZ - $3X10^4$ THZ)

- LE RADIAZIONI ULTRAVIOLETTE, LA LUCE VISIBILE E LA RADIAZIONE INFRAROSSA.

**NON OTTICHE** (0 HZ – 300 GHZ).

- MICROONDE (MW: MICROWAVE),
- LE RADIOFREQUENZE (RF: RADIOFREQUENCY),
- I CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A FREQUENZA ESTREMAMENTE BASSA
- CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI.



# le radiazioni non ottiche
# LE MISURE DI PREVENZIONE

- Adozione di metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- Scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore;
- Misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, ad esempio schermature;
- Adozione di opportune distanze dal punto di emissione

# LE RADIAZIONI NON OTTICHE
# Le misure di prevenzione

- Adeguata progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- Disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale
- Segnaletica

# ULTRASUONI E INFRASUONI

# LA SOGLIA DI UDIBILITA’

**Mediamente l’uomo è in grado di udire suoni la cui frequenza è compresa dai**

**20 ai 20.000 Hz**

# GLI INFRASUONI

Gli infrasuoni:

- sono onde sonore con **FREQUENZA INFERIORE a 20 Hz**

- possono essere prodotti da fenomeni naturali (ad esempio i terremoti, le eruzioni vulcaniche, i tuoni, il vento), oppure da fonti artificiali (il traffico stradale, gli aerei, le fabbriche).

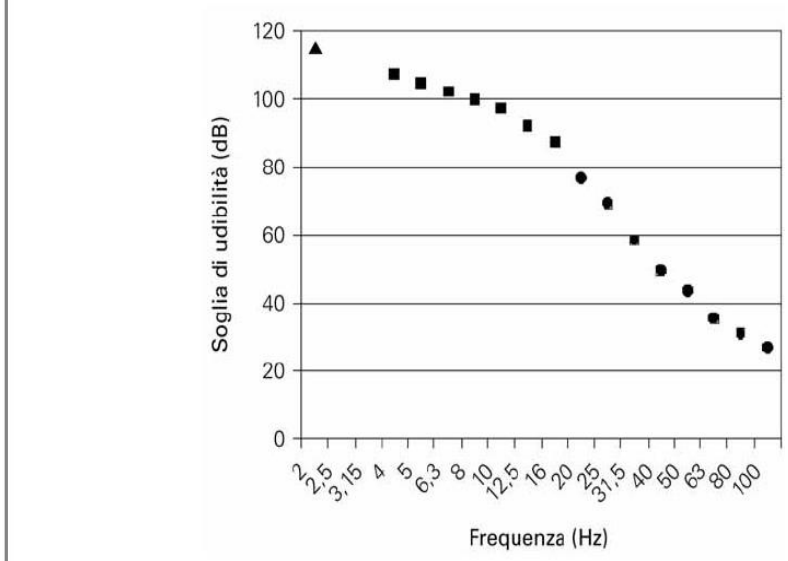
Sono caratterizzati dalla capacità di propagarsi su lunghe distanze.



# GLI INFRASUONI E LORO UDIBILITA'

Gli infrasuoni possono essere udibili, in quanto l'apparato uditivo è in grado di percepire onde di bassa frequenza se di intensità opportunamente elevato.

FIGURA 1




La soglia di udibilità è infatti di circa 77 dB a 20 Hz, sale a 92 dB a 12,5 Hz e raggiunge 102 dB a 6,3 Hz.

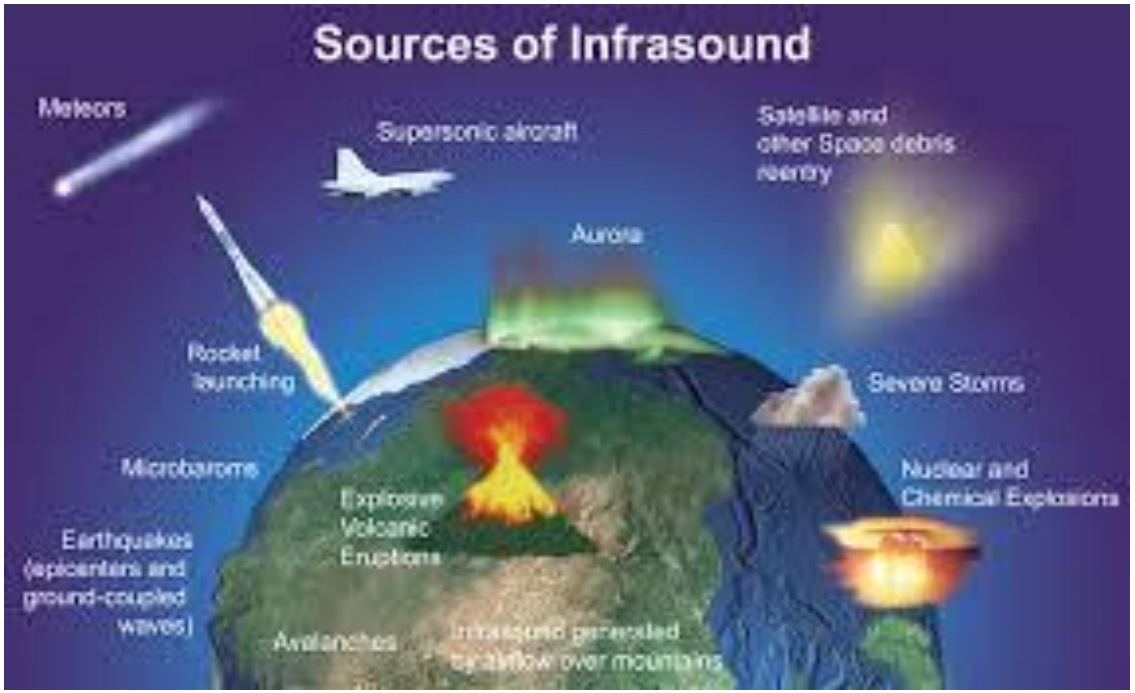
TABELLA 1

| Frequenza (Hz) | Soglia uditiva (dB) | Frequenza (Hz) | Soglia uditiva (dB) |
|---|---|---|---|
| 2 | 115 | 20 | 76,7 |
| 4 | 107,1 | 25 | 69,3 |
| 5 | 104,5 | 31,5 | 58,3 |
| 6,3 | 102,0 | 40 | 49,5 |
| 8 | 99,8 | 50 | 43,6 |
| 10 | 97,2 | 63 | 35,5 |
| 2,5 | 91,9 | 80 | 31,1 |
| 16 | 87,5 | 100 | 26,9 |

# gli infrasuoni
# EFFETTI SULL'UOMO

Gli infrasuoni possono essere causa di ansia e tristezza, brividi e impercettibili spostamenti d'aria.

Gli infrasuoni prodotti dai condizionatori e dagli aerei provocano vertigini, nausea e mal di testa.



# gli infrasuoni
# MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Essenziali sono gli **INTERVENTI ALLA FONTE** in quanto:

- Gli infrasuoni risultano molto difficili da attenuare con mezzi passivi (schermi fonoisolanti/fonoassorbenti)

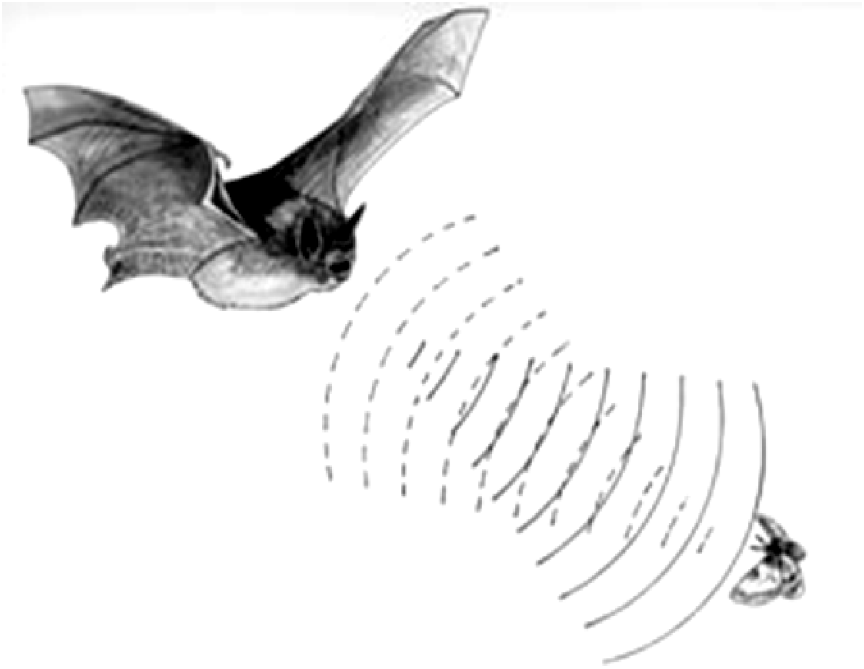
- Cuffie e DPI in genere sono modesti assorbitori di infrasuoni.
Le strutture porose sottili di cui sono dotati i DPI smorzano parzialmente le onde sonore di lunghezza d'onda molto grande.

# ULTRASUONI

Sono onde sonore con frequenza superiore a 20.000 Hz.

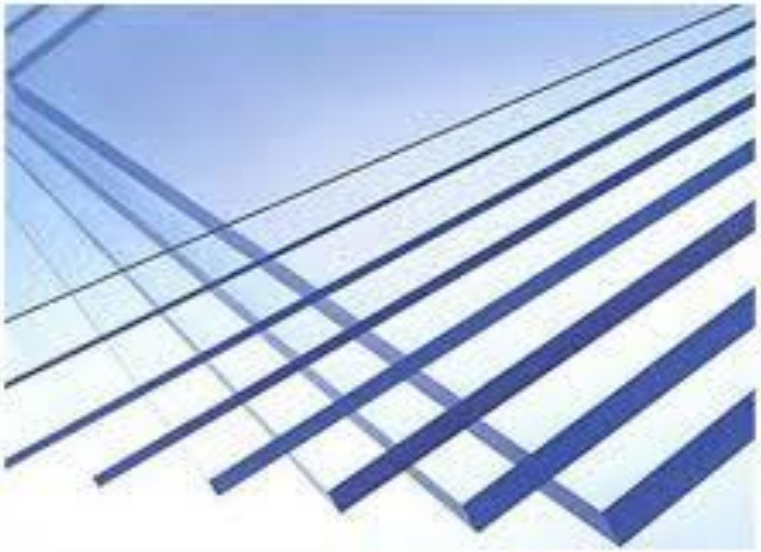
Nei settori industriale, sanitario e artigianale (ecografie, controlli non distruttivi) la frequenza degli ultrasuoni è essenzialmente compresa tra 20 kHz e 50 kHz: essa è quindi pari o superiore al limite superiore di udibilità dell'orecchio umano.

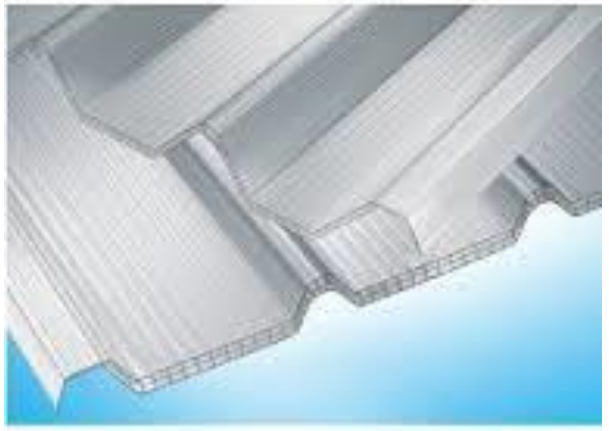
In natura delfini e balene li usano per comunicare tra loro, mentre i pipistrelli li usano per vedere gli ostacoli mentre volano di notte.



# ULTRASUONI
# MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

- Cabine o schermi. Per quanto riguarda i materiali, ottimi risultati si sono ottenuti con lastre trasparenti di policarbonato di spessore pari a 5 mm.
- Dispositivi individuali di protezione uditiva (inserti, cuffie)





# ATMOSFERE IPERBARICHE

# atmosfere iperbariche: ESPOSIZIONE

- operazioni in immersione subacquea (in apnea, con sistema di respirazione autonomo, con sistemi di respirazione collegati alla superficie o con sistemi di respirazione collegati ad habitat iperbarico) Es. subacquei



- operazioni in ambiente iperbarico a secco (attività in tunnel o cassoni ad aria compressa ed attività in camere iperbariche)  es. aviatori



# atmosfere iperbariche: NORMATIVA

Hanno un riferimento normativo solo nel DPR 321/56 relativamente ai lavoratori che operano all'interno dei cassoni pressurizzati.
In tale decreto le procedure di decompressione
sono rimaste alle conoscenze degli anni '50,
mentre attualmente si sono
molto evolute.





# atmosfere iperbariche: I DANNI

Prima di esporsi ad atmosfere iperbariche è necessario prendere delle precauzioni per evitare le patologie da decompressione o PDD, cioè quelle patologie derivanti da una variazione (aumento o diminuzione) della pressione ambientale, come ad esempio nel caso di un'immersione subacquea.



La PDD include due patologie:

- la malattia da decompressione(MDD) causata da bolle di gas nei tessuti;
- la embolia gassosa arteriosa (EGA) causata da bolle di gas nel circolo sanguigno.

# atmosfere iperbariche: VALUTAZIONE DEI RISCHI

La valutazione del rischio considera i dati della compressione a cui è esposto il lavoratore, (pressione relativa o assoluta, durata del lavoro e tipo di miscela respiratoria impiegata), l'attività che si vuole svolgere (attività fisica moderata, mediamente intensa o intensa).

Di conseguenza viene definita la procedura di decompressione che si intende adottare.

| Schema dei Profili d'Immersioni Sperimentali | | | | | | | Saturazione dei tessuti veloci e grado di bolle dopo i differ. Profili d'immersione | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Profilo imm. | Prof. (m) | Tempo (min) | Velocità R. (m/min) | Stop 15 m. | Stop 6 m. | Tempo tot. risalita | tappe | Sat. Tessuti ( min.) | | grado di bolle BSI |
| | | | | | | | | da 5 min. | da 10 min. | |
| 1 | 25 | 25 | 10 | 0 | 0 | 2,5 | no stop | 61% | 82% | 7,34 |
| 2 | 25 | 25 | 3 | 0 | 0 | 8 | no stop | 48% | 75% | 8,79 |
| 3 | 25 | 25 | 18 | 0 | 5 | 6,5 | 6m/5min. | 42% | 60% | 7,38 |
| 4 | 25 | 25 | 10 | 0 | 5 | 7,5 | 6m/5min. | 43% | 65% | 5,23 |
| 5 | 25 | 25 | 3 | 0 | 5 | 13 | 6m/5min. | 30% | 60% | 8,07 |
| 6 | 25 | 25 | 10 | 5 | 5 | 12,5 | 15+6m/5min. | 25% | 52% | 1,76 |
| 7 | 25 | 25 | 18 | 5 | 5 | 11,5 | 15+6m/5min. | 28% | 55% | 3,23 |

# atmosfere iperbariche: MISURE DI PREVENZIONE

Adozione di eventuali misure, quali:



- camere di decompressione,
- presenza di medico iperbarico sul luogo,
- presenza del tecnico iperbarico per far funzionare la camera,
- possibilità di trasporto veloce presso un vicino centro iperbarico dotato di camera per la ricompressione terapeutica.

**Maggiori sono le dotazioni di sicurezza più ampio può essere il margine di sicurezza della procedura di decompressione**