

CORSO DI FORMAZIONE IN MATERIA DI SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

RISCHIO RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI

TERAMO, 29 GENNAIO 2024



Dr.ssa Giulia Guerri

DVM, PhD, Specialista in Medicina e Chirurgia del Cavallo,
Ricercatrice, Resident ECVDI-LA
gguerri@unite.it



INTRODUZIONE

RADIAZIONI

→ IN FISICA INDICA IL TRASPORTO DI ENERGIA NELLO SPAZIO SENZA MOVIMENTO DI CORPI MACROSCOPICI E SENZA IL SUPPORTO DI MEZZI MATERIALI

→ PRESENTI IN VARI CONTESTI, SIA NATURALI CHE ARTIFICIALI, E POSSONO AVERE EFFETTI SIA BENEFICI CHE DANNOSI SULLA SALUTE UMANA E SULL'AMBIENTE

INTRODUZIONE

RADIAZIONI

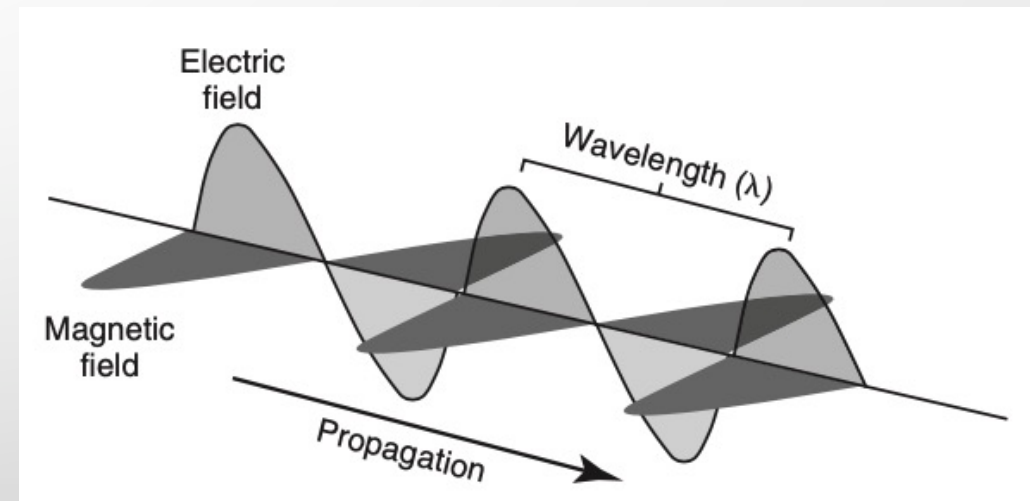
CLASSIFICATE IN BASE ALLA LORO NATURA FISICA

CORPUSCOLARI	ELETTROMAGNETICHE
PARTICELLE ALFA	LUCE VISIBILE
PARTICELLE BETA	LUCE ULTRAVIOLETTA
PROTONI	LUCE INFRAROSSI
NEUTRONI	RAGGI X
	RAGGI GAMMA
	ONDE RADIO
	MICROONDE

RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE

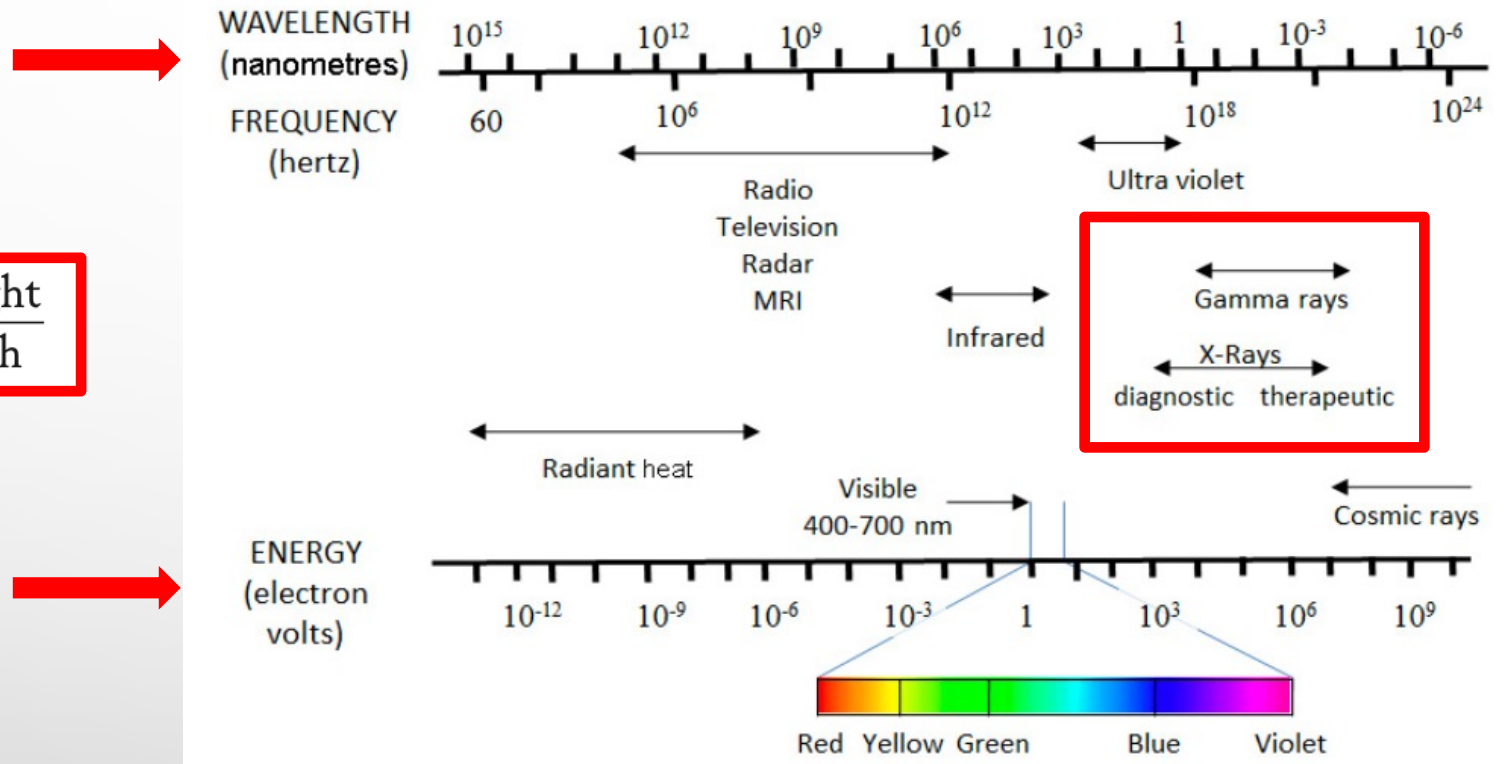
COMBINAZIONE DI UN CAMPO ELETTRICO E DI UN CAMPO MAGNETICO ->
VIAGGIANO INSIEME, OSCILLANDO IN PIANI ORTOGONALI SOTTO FORMA
DI ONDA SINUSOIDALE

- **LUNGHEZZA D'ONDA (λ)**: DISTANZA TRA LE DIVERSE CRESTE/UNITA' DI TEMPO
- **FREQUENZA (f)**: NUMERO DI CRESTE/UNITA' DI TEMPO



RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE

$$\text{Energy} = \text{Planck's constant} \times \frac{\text{speed of light}}{\text{wavelength}}$$



RAGGI X E RAGGI GAMMA

Properties of X-Rays and Gamma Rays

Have no charge

Have no mass

Travel at the speed of light

→ Are invisible

→ Cannot be felt

Travel in a straight line

Cannot be deflected by magnetic fields

Penetrate all matter to some degree

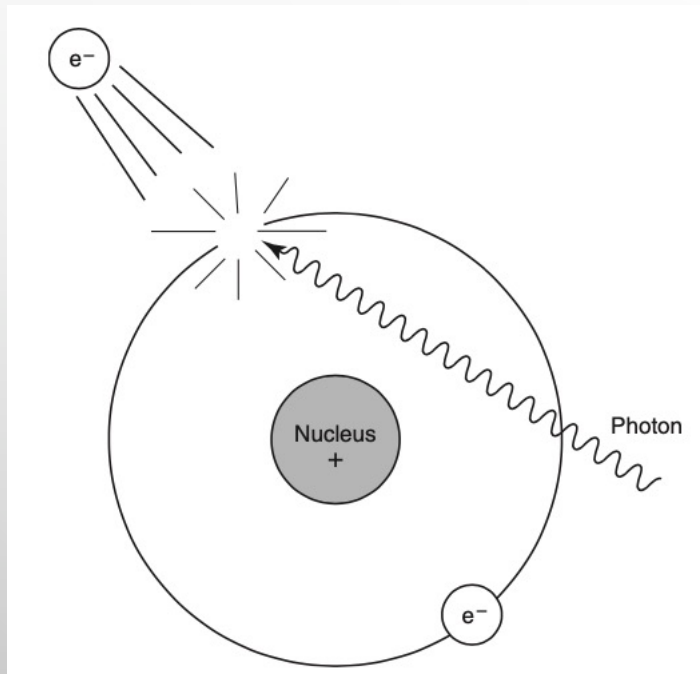
Cause certain substances to fluoresce

Can expose photographic emulsions

→ Can ionize atoms

IONIZZAZIONE

UN ELETTRONE VIENE ESPULSO DALL'ATOMO, CREANDO UNA COPPIA DI IONI FORMATA DA UN ELETTRONE CARICO NEGATIVAMENTE E L'ATOMO CARICO POSITIVAMENTE



DNA:

- MUTAZIONI
- ABORTO O ANOMALIE FETALI
- SUSCETTIBILITA' ALLE MALATTIE
- RIDUZIONE DURATA DELLA VITA
- CARCINOGENESI
- CATARATTA

RADIAZIONI NON IONIZZANTI

IN VIRTU' DELLE LORO CARATTERISTICHE DI FREQUENZA, LUNGHEZZA D'ONDA ED ENERGIA (< **12 EV**) NON PRODUCONO IONIZZAZIONE -> NON MODIFICANO LA STRUTTURA DELL'ATOMO O DELLA MOLECOLA NEI MATERIALI AD ESSE ESPOSTE

ELETTROMAGNETICHE

LUCE VISIBILE

LUCE ULTRAVIOLETTA

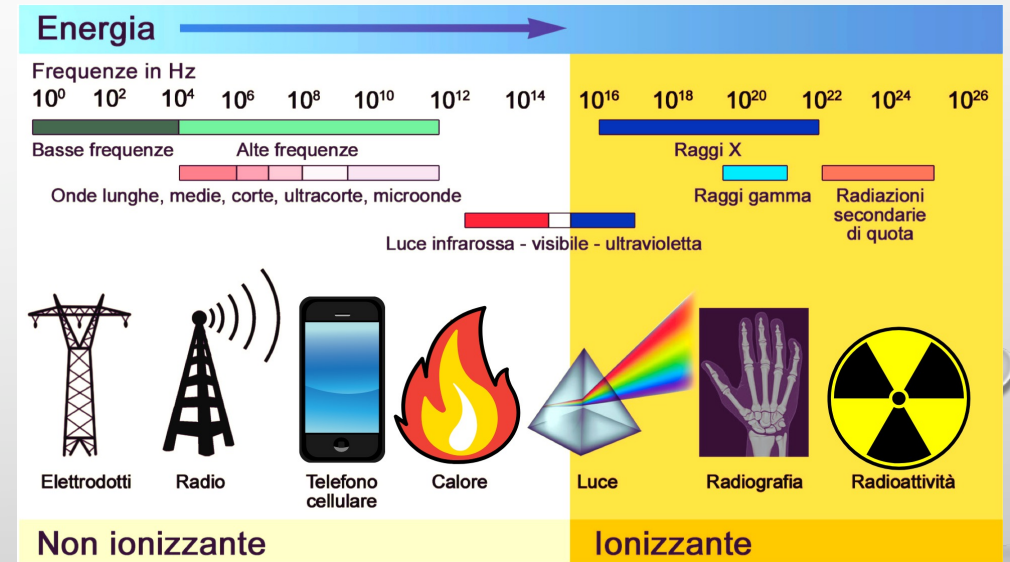
LUCE INFRAROSSI

CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STATICI

MICROONDE

ONDE RADIO

CAMPI ELETTROMAGNETICI A FREQUENZA MOLTO BASSA



RADIAZIONI NON IONIZZANTI

→ COMUNI NELLA VITA QUOTIDIANA -> RETI WI-FI, ELETTRODOMESTICI, TELEFONI CELLULARI, ANTENNE PER LE COMUNICAZIONI, ECOGRAFIA, RMN, TRATTAMENTI CON LASER E LUCE PULSATA

→ POSSONO RISCALDARE I TESSUTI BIOLOGICI, MA IL LORO EFFETTO SULLA SALUTE UMANA È GENERALMENTE CONSIDERATO MINORE RISPETTO ALLE RADIAZIONI IONIZZANTI -> PREOCCUPAZIONI RIGUARDO ALL'ESPOSIZIONE PROLUNGATA!

RADIAZIONI IONIZZANTI

IN VIRTU' DEL LORO ELEVATO CONTENUTO ENERGETICO ($> 12 \text{ eV}$) SONO IN GRADO DI IONIZZARE LA MATERIA CON CUI VENGONO A CONTATTO, TRASFORMANDO GLI ATOMI DI CUI ESSA E' COMPOSTA (ELETTRICAMENTE NEUTRI) IN PARTICELLE CARICHE (IONI)

CORPUSCOLARI	ELETTROMAGNETICHE
PARTICELLE ALFA	RAGGI X
PARTICELLE BETA	RAGGI GAMMA
PROTONI	
NEUTRONI	

RADIAZIONI CORPUSCOLARI

COSTITUITE DA PARTICELLE SUBATOMICHE E DOTATE DI CARICA ELETTRICA ->
HANNO LA CAPACITA' DI IONIZZARE DIRETTAMENTE LA MATERIA

PARTICELLE ALFA:

- PARTICELLE CARICHE POSITIVAMENTE ($2+$) EMESSE DAL DECADIMENTO RADIOATTIVO DI ELEMENTI PESANTI
- COLLIDENDO CON LA MATERIA STRAPPANO DUE ELETTRONI E SI TRASFORMANO IN ATOMI DI HE
- POSSONO ESSERE ARRESTATE DA UN PERCORSO DI POCHI CENTRIMETRI IN ARIA, DAI VESTITI O DA UN FOGLIO DI CARTA -> NON SUPERANO LA PELLE, PER CUI PERICOLOSE SOLO SE IRRADIAZIONE INTERNA (INALAZIONE, INGESTIONE O FERITE)

RADIAZIONI CORPUSCOLARI

COSTITUITE DA PARTICELLE SUBATOMICHE E DOTATE DI CARICA ELETTRICA ->
HANNO LA CAPACITA' DI IONIZZARE DIRETTAMENTE LA MATERIA

PARTICELLE BETA:

- DECADIMENTO DI UN NEUTRONE ALL'INTERNO DI UN NUCLEO ATOMICO INSTABILE A FORMARE UNA PARTICELLA CARICA NEGATIVAMENTE (ELETTRONE) E UNA CARICA POSITIVAMENTE (PROTONE)
- MAGGIORE POTERE PENETRANTE (PIU' VELOCI E LEGGERE DELLE ALFA) -> PERCORSO IN ARIA DI QUALCHE METRO E QUALCHE CENTRIMENTO (CIRCA 3 CM) NEI TESSUTI ORGANICI -> POSSONO ESSERE ARRESTATE DA UN FOGLIO DI ALLUMINIO

RAGGI GAMMA E RAGGI X

ONDE ELETTROMAGNETICHE AD ALTA FREQUENZA ED ALTO LIVELLO DI PENETRAZIONE -> HANNO LA CAPACITA' DI IONIZZARE INDIRETTAMENTE LA MATERIA

RAGGI GAMMA:

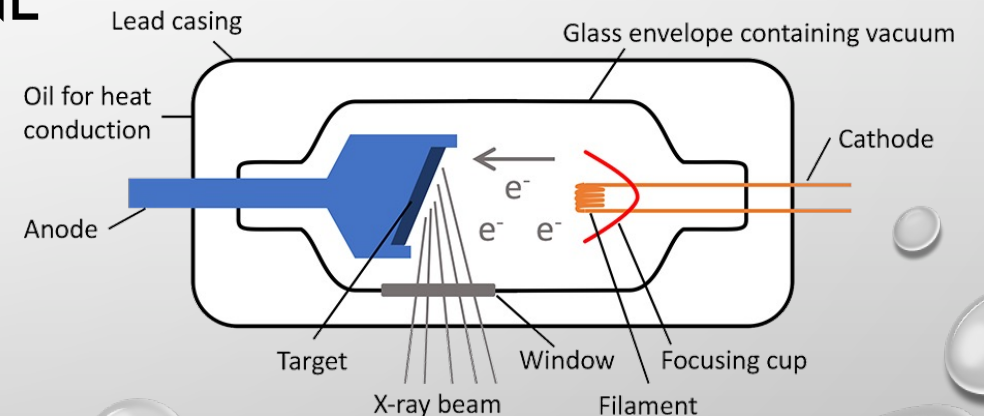
- EMESSI DA UN NUCLEO INSTABILE CHE RITORNA AD UNO STADIO DI EQUILIBRIO
- ALTAMENTE PENETRANTI -> ATTRAVERSANO ANCHE IL CEMENTO E POSSONO ESSERE FERMATI DA SPESSI SCHERMI DI PIOMBO

RAGGI GAMMA E RAGGI X

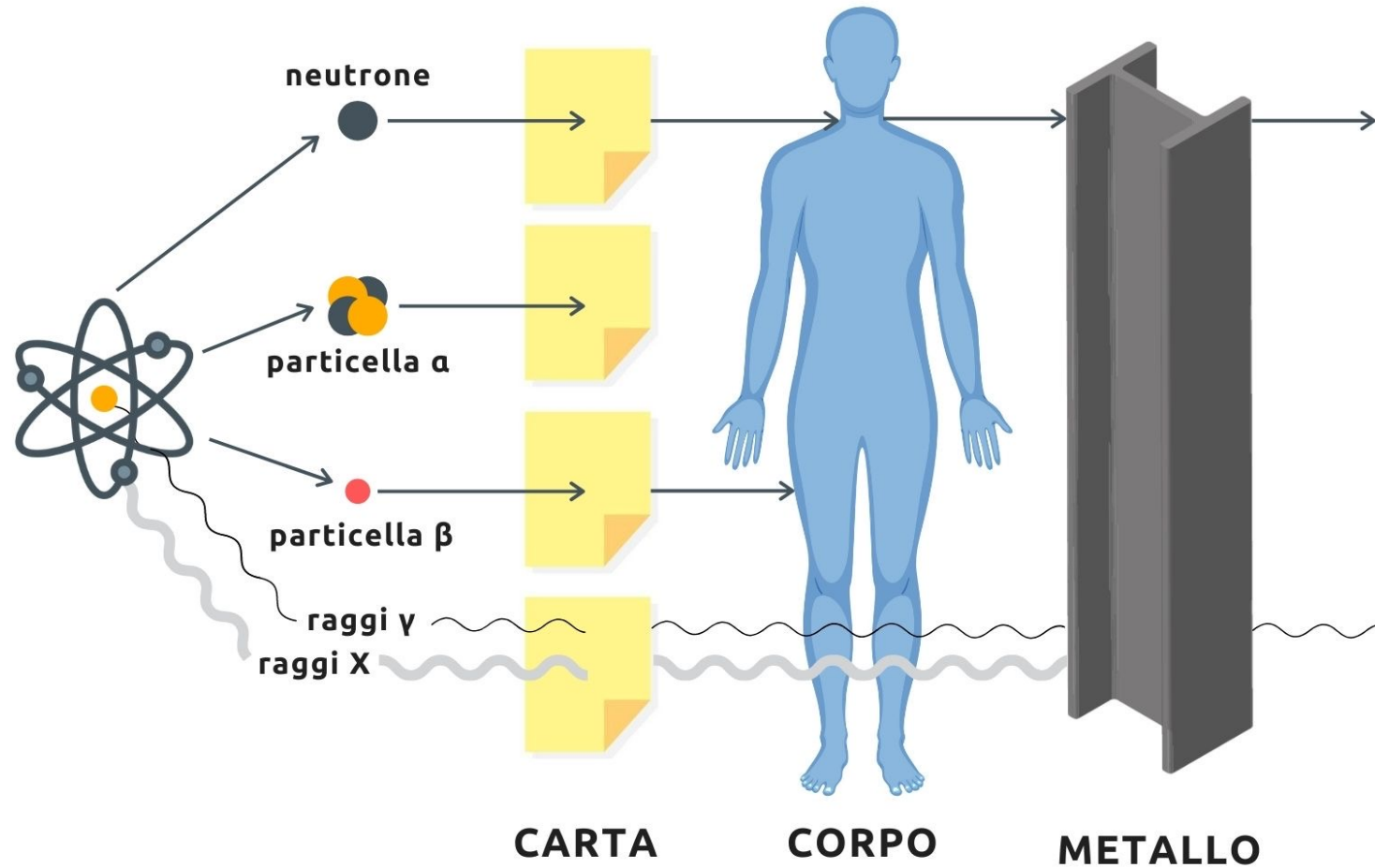
ONDE ELETTROMAGNETICHE AD ALTA FREQUENZA ED ALTO LIVELLO DI PENETRAZIONE -> HANNO LA CAPACITA' DI IONIZZARE INDIRETTAMENTE LA MATERIA

RAGGI X:

- PRODOTTI DA TUBI RADIOGENI IN FUNZIONE
- MENO ENERGETICI DEI GAMMA
- MENO PENETRANTI DEI GAMMA



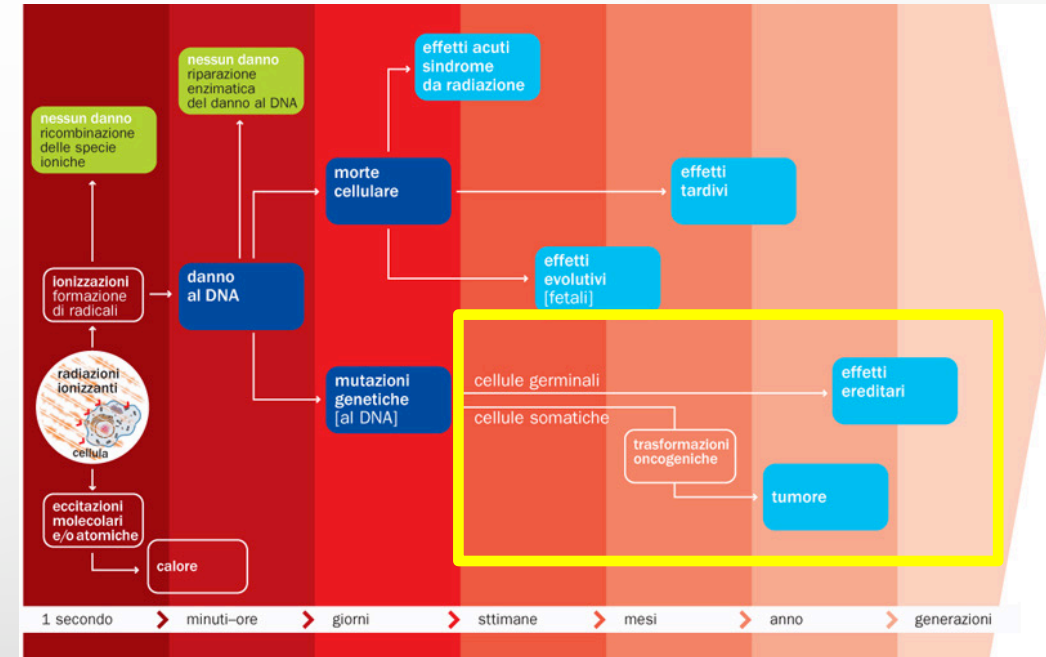
RADIAZIONI IONIZZANTI



RADIAZIONI IONIZZANTI: EFFETTI

EFFETTI SOMATICI: LIMITATI AL SOLO INDIVIDUO COLPITO DALLA RADIAZIONE

EFFETTI GENETICI: MUTAZIONE VIENE TRASMESSA E PUO' MANIFESTARSI NELLA PROGENIE



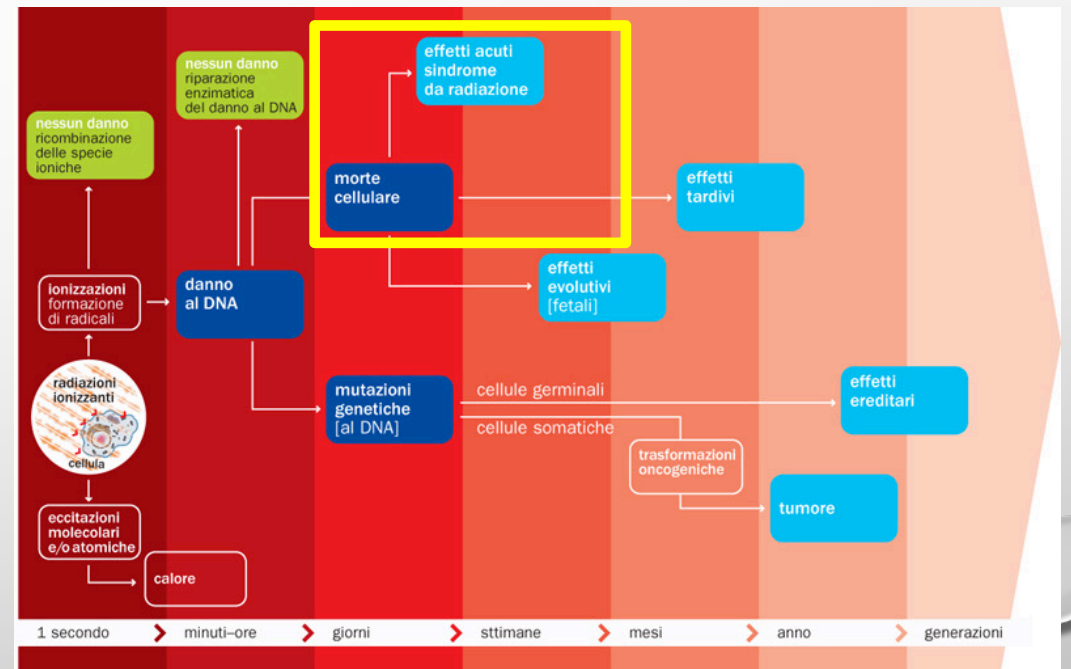
<https://www.asimmetrie.it>

RADIAZIONI IONIZZANTI: EFFETTI

EFFETTI DETERMINISTICI: DOSE-DIPENDENTI -> ESISTE UNA DOSE SOGLIA -> SUFFICIENTE NUMERO DI CELLULE DANNEGGIATE PER PRODURRE UNA PERDITA STRUTTURALE E FUNZIONALE, CLINICAMENTE RILEVABILE, DEL TESSUTO E DELL'ORGANO

IRRADIAZIONE ACUTA A CORPO INTERO:

- ERITEMI
- NECROSI CUTANEA
- ANEMIA
- PERDITA DEI CAPELLI E DEI PELI
- CATARATTA
- STERILITÀ
- MORTE

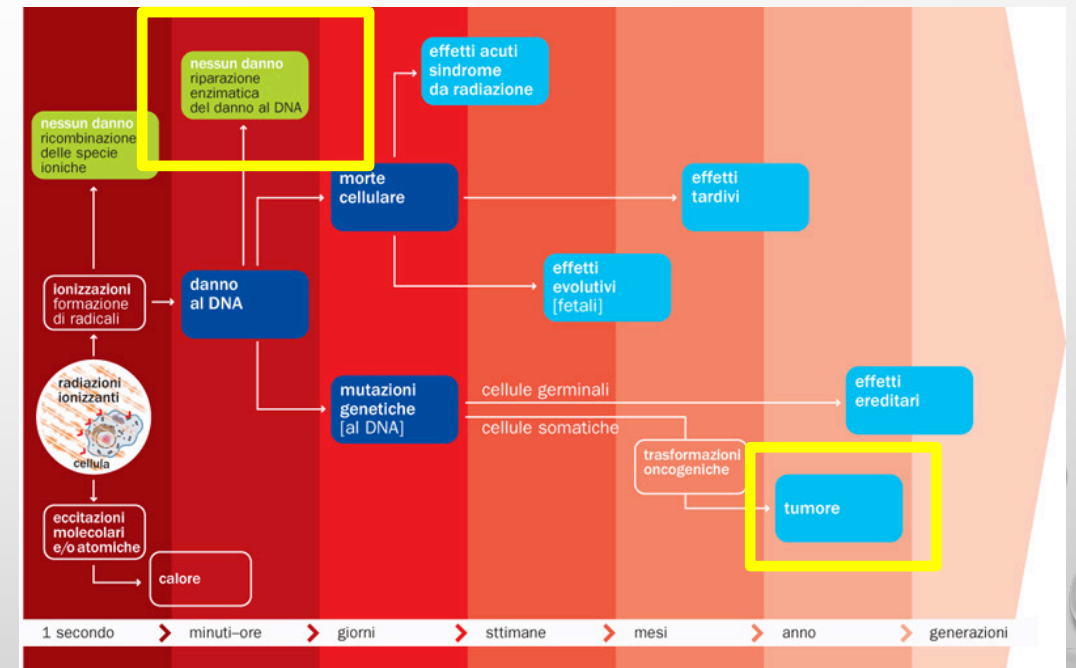


RADIAZIONI IONIZZANTI: EFFETTI

EFFETTI STOCASTICI (PROBABILISTICI): NON ESISTE UNA DOSE SOGLIA, MA PROBABILITÀ AUMENTA AL CRESCERE DELLA DOSE

IRRADIAZIONE CRONICA (ANNI):

- DANNI REVERSIBILI
- DANNI IRREVERSIBILI (TUMORI)



RADIAZIONI IONIZZANTI

**Contributi all'esposizione della popolazione
a radiazioni ionizzanti** (valori medi mondiali - UNSCEAR 2008)

Radiazioni cosmiche 13%

Suolo 16%

Cibo 9%

**Esposizioni
mediche 20%**

Radon 42%

RADIOPROTEZIONE

NESSUNA ESPOSIZIONE ALLE RADIAZIONI IONIZZANTI, PER QUANTO MODERATA, PUÒ ESSERE CONSIDERATA CON RISCHIO ASSOLUTAMENTE NULLO



SCOPO -> OTTENERE IL MASSIMO DELLE INFORMAZIONI DIAGNOSTICHE CON UNA RADIOESPOSIZIONE MINIMA DEL PAZIENTE, DEL PERSONALE E DEI CLIENTI

RADIOPROTEZIONE

COMMISSIONE INTERNAZIONALE PER LA PROTEZIONE RADIOLOGICA
(ICRP) -> TRE PRINCIPI FONDAMENTALI DELLA RADIOPROTEZIONE:

- **GIUSTIFICAZIONE**: OGNI ESPOSIZIONE DEVE ESSERE GIUSTIFICATA IN BASE AI BENEFICI CHE NE POSSONO DERIVARE;
- **OTTIMIZZAZIONE**: LE ESPOSIZIONI DEVONO ESSERE MANTENUTE AL LIVELLO PIÙ BASSO RAGIONEVOLMENTE OTTENIBILE;
- **LIMITI DI DOSE**: LE DOSI NON DEVONO SUPERARE I LIMITI PRESCRITTI DALLA LEGGE.

UNITA' DI MISURA DELL'ESPOSIZIONE A RI

ESPOSIZIONE vs DOSE ASSORBITA vs DOSE EQUIVALENTE

ESPOSIZIONE

- QUANTITA' DI IONIZZAZIONE NELL'ARIA PRODOTTA DALLA RADIAZIONE
- **ROENTGEN (R)** O IN CUMBERSOME (COULUMBUS/KG ARIA)
- $1 \text{ R} = 2.58 \text{ KG IN ARIA}$

UNITA' DI MISURA DELL'ESPOSIZIONE A RI

ESPOSIZIONE vs DOSE ASSORBITA vs DOSE EQUIVALENTE

DOSE ASSORBITA

- QUANTITA' DI ENERGIA ASSORBITA DALLA MATERIA
- **GRAY (GY)**: QUANTITA' DI IRRADIAZIONE CHE PORTA ALL'ASSORBIMENTO DI 1 JOULE (J) DI ENERGIA PER KG DI MATERIA
- **RAD**: 100 ERGST/GR DI MATERIA
- 1 GRAY = 100 RADS
- DIFFERENTE ASSORBIMENTO IN DIVERSI TESSUTI!

UNITA' DI MISURA DELL'ESPOSIZIONE A RI

ESPOSIZIONE vs DOSE ASSORBITA vs DOSE EQUIVALENTE

DOSE EQUIVALENTE

- EFFETTO BIOLOGICO DELLA DOSE ASSORBITA
- **SIEVERT (SV):** DOSE ASSORBITA (GY) X FATTORE DI CORREZIONE DELLA PERICOLOSITA' DELLA RADIAZIONE
- **RADIATION EQUIVALENT IN MAN (REM):** DOSE ASSORBITA (RAD) X FATTORE DI CONVERSIONE DELLA PERICOLOSITA' DELLA RADIAZIONE
- $1 \text{ SV} = 100 \text{ REM}$

UNITA' DI MISURA DELL'ESPOSIZIONE A RI

ESPOSIZIONE vs DOSE ASSORBITA vs DOSE EQUIVALENTE

DOSE EFFICACE

- TIPOLOGIA DI TESSUTO COLPITO -> DIVERSA PROBABILITA' DI SVILUPPARE UN TUMORE
- **SIEVERT (SV):** DOSE EQUIVALENTE (SV) X FATTORE DI CORREZIONE TISSUTALE

RADIOPROTEZIONE

MPD (DOSE MASSIMA PERMESSA)

DECRETO LEGISLATIVO N.101 DEL 31 LUGLIO 2020

- **POPOLAZIONE:**

- **<1 MSV/ANNO DOSE EFFICACE**
- **15 MSV/ANNO PER LA DOSE EQUIVALENTE AL CRISTALLINO**
- **50 MSV/ANNO PER LA DOSE EQUIVALENTE ALLA PELLE ED ESTREMITÀ**

- **LAVORATORI:**

- **<20 MSV/ANNO DOSE EFFICACE**
- **<20 MSV/ANNO PER LA DOSE EQUIVALENTE AL CRISTALLINO**
- **<500 MSV/ANNO PER LA DOSE EQUIVALENTE ALLA PELLE ED ESTREMITÀ**

RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

- LAVORATRICI IN GRAVIDANZA:
 - 0.5 MSV/ANNO ALL'ADDOME
 - ATTENZIONE NEL PRIMO TRIMESTRE
- LAVORATRICI ESPOSTE ETÀ FERTILE, APPRENDISTE E STUDENTESSE:
 - <13 MSV/TRIMESTRE ALL'ADDOME

RADIOPROTEZIONE

ALARA

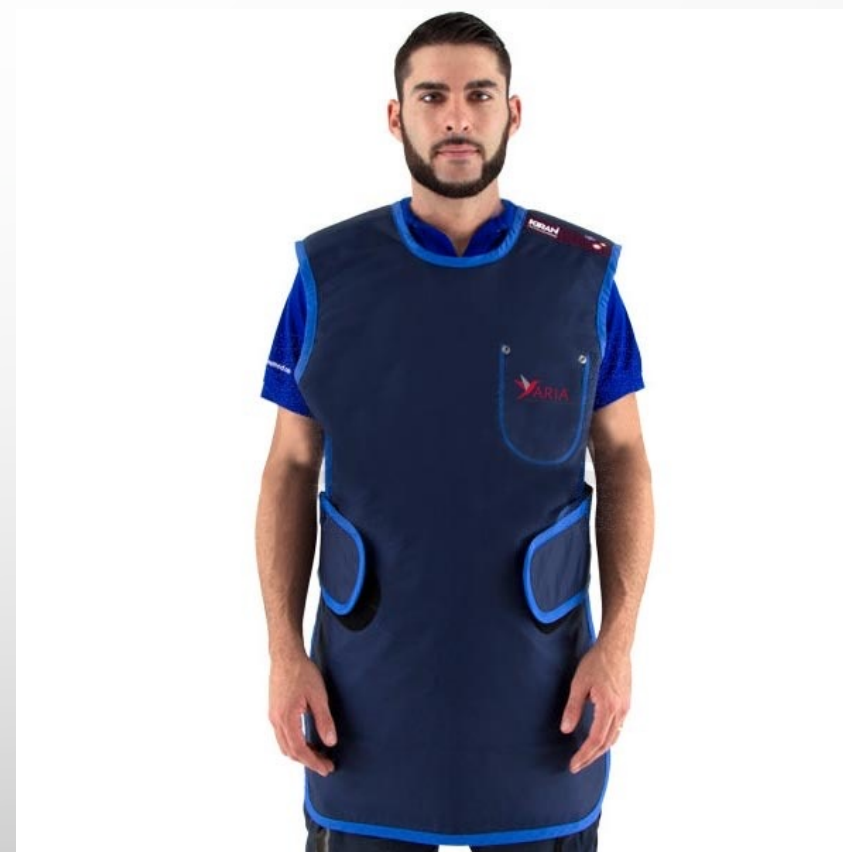
As Low As Reasonably Achievable

- LAVORATORI:
 - FORMATI (MINIMIZZARE STUDI RADIOGRAFICI RIPETUTI)
 - ROTAZIONI
 - SOLO PERSONALE NECESSARIO IN SALA
 - UTILIZZO E MANUTENZIONE DEI **DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE (DPI)**

RADIOPROTEZIONE

DPI -> I DPI DEVONO ESSERE IMPIEGATI QUANDO I RISCHI NON POSSONO ESSERE EVITATI O SUFFICIENTEMENTE RIDOTTI DA MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE, DA MEZZI DI PROTEZIONE COLLETTIVA, DA MISURE, METODI O PROCEDIMENTI DI RIORGANIZZAZIONE DEL LAVORO” (D.LGS. 81/08 ART.75).

CAMICE PIOMBATO A CORPO INTERO



RADIOPROTEZIONE

OCCHIALI PIOMBATI PER LA PROTEZIONE DEL CRISTALLINO (0.25 MM PB)



RADIOPROTEZIONE

COLLARE PIOMBATO PER LA PROTEZIONE DELLA TIROIDE



RADIOPROTEZIONE

GUANTI PIOMBATI

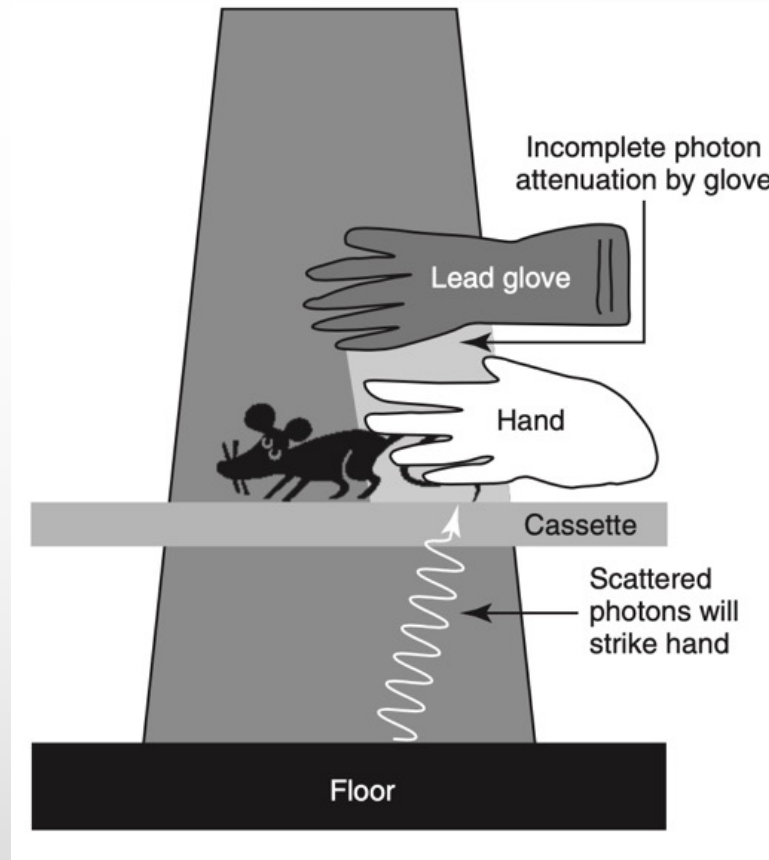
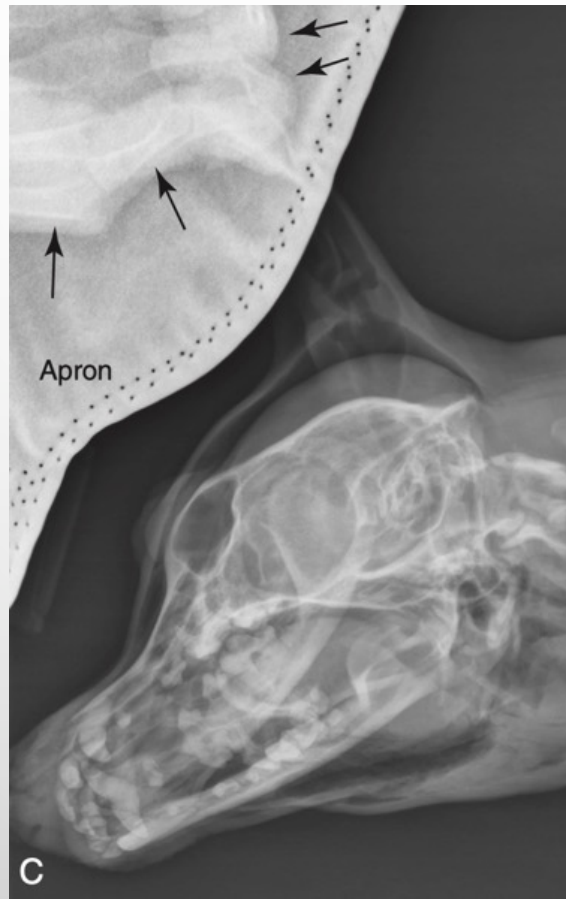


RADIOPROTEZIONE

DPI PROTEGGONO SOLO DALLE **RADIAZIONI DIFFUSE** E NON DEVONO **MAI ESSERE UTILIZZATI ALL'INTERNO DEL FASCIO PRIMARIO** -> NON RIESCONO AD ATTENUARE RAGGI X AD ALTA ENERGIA!



RADIOPROTEZIONE



RADIOPROTEZIONE

**GUANTI PIOMBATI CON
APERTURA SUL PALMO**



<https://shop.demas.it>

RADIOPROTEZIONE

NON VANNO RIPIEGATI, MA APPESI

CONTROLLI ANNUALI

PULITI CON PRODOTTI APPOSITI



<https://aadcomed.com>

RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

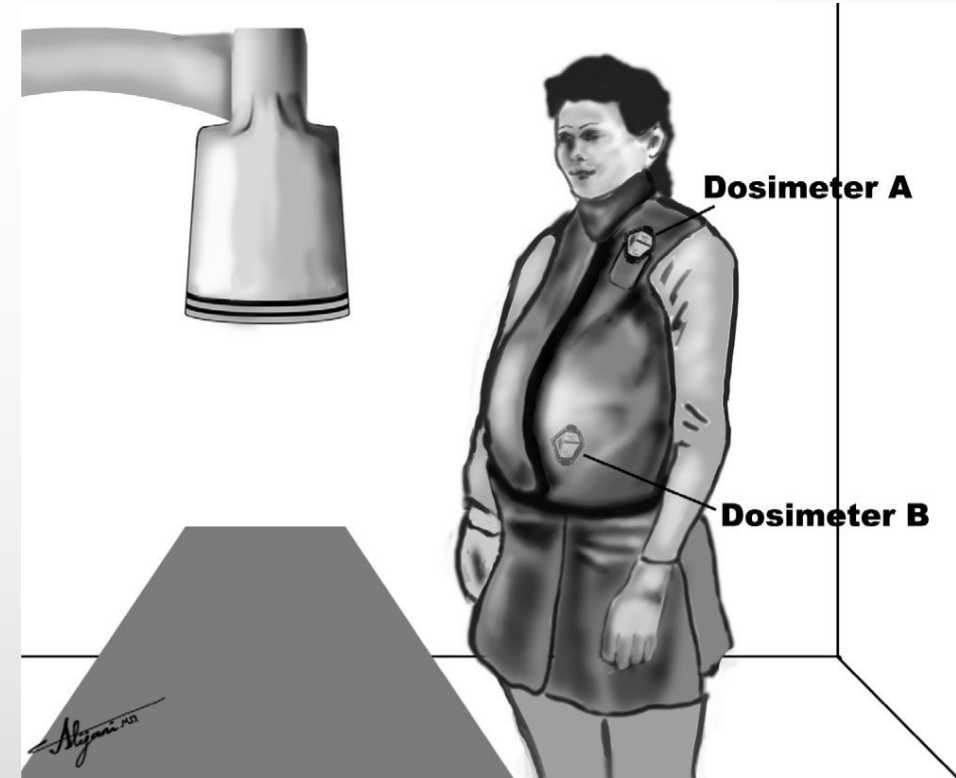
- LAVORATORI

- INDOSSARE DOSIMETRO PERSONALE

RADIOPROTEZIONE



<https://www.stephengreenandassociates.co.uk/dosimetry-2/>



<https://radiologykey.com/radiation-protection/>



<https://www.magicxraymarker.com/x-ray-radiation-monitoring-ring-badges.html>

RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

- **TECNICA RADIOGRAFICA**

- **UTILIZZARE STRUMENTI DI POSIZIONAMENTO DEL PAZIENTE**



<https://www.atomvet.com>



<https://shop.demas.it>




<https://medicalplus.com.au>

RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

- TECNICA RADIOGRAFICA
 - SEDAZIONE/ANESTESIA
 - GRIGLIE DI ESPOSIZIONE



Small animal exposure chart
Direct Digital Radiography systems (DR)

Suggested exposures are for a Focal Spot/Film Distance (FFD) of 80cm without a grid. If using a grid double the mAs or add 10kV.

Thorax – lateral view						Thorax – VD/DV view					
Thickness (cm)	Suggested kV	Suggested mAs	Adjusted kV	Adjusted mAs		Thickness (cm)	Suggested kV	Suggested mAs	Adjusted kV	Adjusted mAs	
Cal/Small Dog						Cal/Small Dog					
7	60	1				7	60	1			
9	60	1				9	60	1			
12	70	1.6				12	65	1.6			
15	70	1.6				15	70	1.6			
Medium Dog						Medium Dog					
18	70	2.4				18	75	2.4			
21	75	2.4				21	75	2.4			
23	75	3.2				23	80	3.2			
Large Dog						Large Dog					
25-30	80	4.6				25-30	80	4.6			
Abdomen – lateral view						Abdomen – VD/DV view					
Thickness (cm)	Suggested kV	Suggested mAs	Adjusted kV	Adjusted mAs		Thickness (cm)	Suggested kV	Suggested mAs	Adjusted kV	Adjusted mAs	
Cal/Small Dog						Cal/Small Dog					
6	50	2.4				6	50	2.4			
8	50	2.4				8	50	2.4			
10	50	3.2				10	55	3.2			
12	55	3.2				12	55	4.5			
14	60	4				14	60	5			



Equine Exposure Chart for Digital Radiography Systems

Suggested exposures are for a Focal Spot/Film Distance (FFD) of 60cm. All settings may need adjusted to your own systems ideal.

Adult Equine (500kg) - increase kV or mAs if Cob/warmblood or very swollen. Decrease for ponies or young horses.

Region	Suggested kV	Suggested mAs	Adjusted kV	Adjusted mAs
Foot	72	1.6		
Pedal Bone	74	2		
Fellock	72	1.6		
Sesamoid lateral	72	1.6		
Cannon Bone	72	1.6		
Splint Bones	72	1		
Carpus	72-74	2.6-3.2		
Radius	74-76	3.2		
Elbow	80	3.2		
Hock	72-74	2.6-3.2		
Stifle (LM view)	76	2.6-3.2		
Stifle (Cr-Cd)	80	3.2-5		
Tibia	80	2.6-3.2		
Lateral C-spine	80	4.8		
Dorsal spinous processes	80	4.8		
Vertebral bodies	100	5-8		
Maxilla/Mandible	72-74	2.6-3.2		
Sinuses	72-74	2.6-3.2		

Contact us now

www.imv-imaging.co.uk
info@imv-imaging.com
[+44 \(0\) 1504 460023](tel:+441504460023)
[facebook.com/IMVimaging](https://www.facebook.com/IMVimaging)
[twitter/IMVimaging](https://twitter.com/IMVimaging)





Your complete animal imaging solution

RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

- **TECNICA RADIOGRAFICA**

➤ **DISTANZA (x2 -> DIMINUISCE ESPOSIZIONE DI 4 VOLTE)**

PORTA CASSETTA

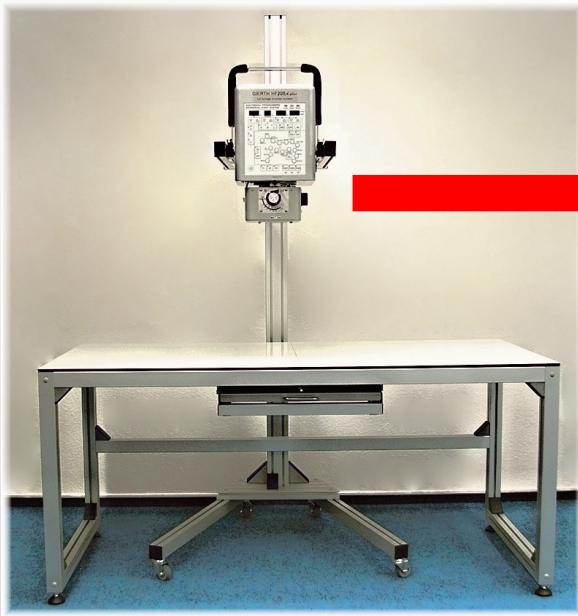


<https://www.atomvet.com>



<https://www.kenex.co.uk>

RADIOPROTEZIONE



**CAVO ESTENSIBILE CON
INTERRUTTORE**



**BARRIERE DI
PIOMBO MOBILI**

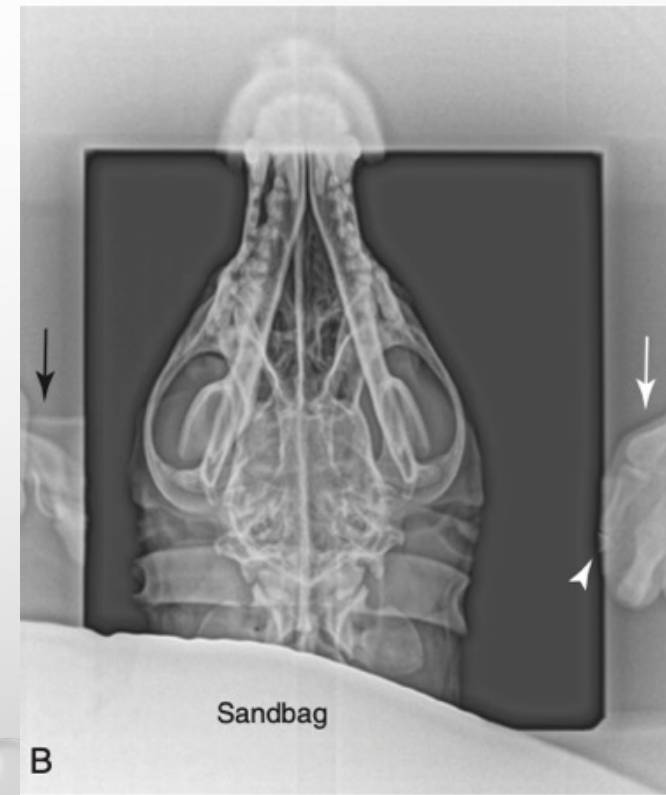
RADIOPROTEZIONE

ALARA

As Low As Reasonably Achievable

- TECNICA RADIOGRAFICA

- COLLIMARE IL FASCIO PRIMARIO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

