

**Alberto Torresin**  
 Struttura Complessa di Fisica Sanitaria  
 ASST Grande Ospedale Metropolitano Niguarda,  
 Milano

Dipartimento di Fisica  
 Università degli Studi di Milano

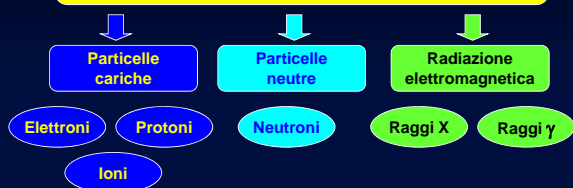
+39339 6953661  
 email: [alberto.torresin@unimi.it](mailto:alberto.torresin@unimi.it)

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Radioprotection

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## RADIAZIONI IONIZZANTI

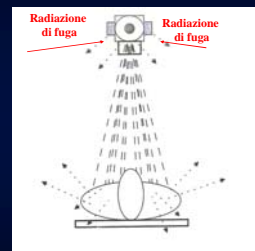


Sono emesse dagli atomi di alcune particolari sostanze (radioattive) o prodotte da apparecchi o impianti ideati dall'uomo (tubi a raggi X, acceleratori di particelle, reattori, ecc.)

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Fonti di rischio: apparecchiature RX

- **Radiazione primaria:** radiazione emessa direttamente dal tubo Rx e utilizzata a fini diagnostici
- **Radiazione diffusa:** radiazione diffusa dal paziente a seguito dell'interazione del fascio primario con il paziente stesso
- **Radiazione di fuga:** è la radiazione emergente dalla cuffia del tubo radiogeno al di fuori del fascio primario; per apparecchiature Rx utilizzate a scopo diagnostico: < 1 mGy per ora di funzionamento



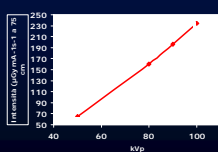
A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Intensità del fascio primario

- parametri controllabili dall'operatore:
  - corrente (mA)
  - tensione applicata (kVp)
- Parametri intrinseci
  - filtrazione totale del tubo Rx



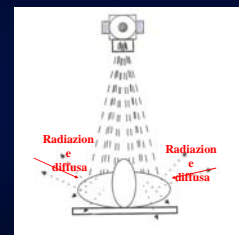
Dipendenza dell'intensità del fascio dai kVp



A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

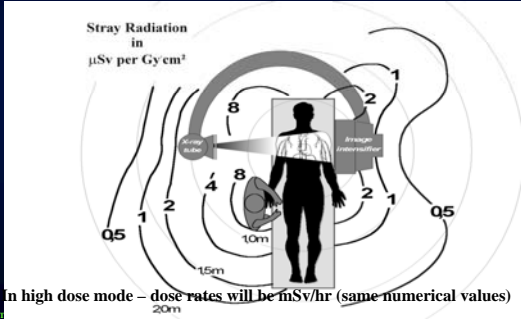
## Intensità della radiazione diffusa

- E' una piccola frazione della radiazione primaria
- Dipende da:
  - dimensioni del campo d'irradiazione
  - tensione applicata al tubo radiogeno
  - direzione considerata



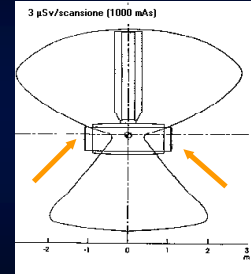
A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Plan view of an interventional operating x-ray unit with isodose curves



## CT

- For the staff working at the CT command does not represent a significant source of risk
- only in special exams, in which it is necessary to stay near the gantry, the staff is interested in fields of radiations (5) - 20 ( $\mu\text{Sv}/\text{scan}$ )



In such cases stand of side to the gantry

## DOSE



## DOSE

L'effetto biologico dipende anche dalle modalità con cui la radiazione cede energia al tessuto

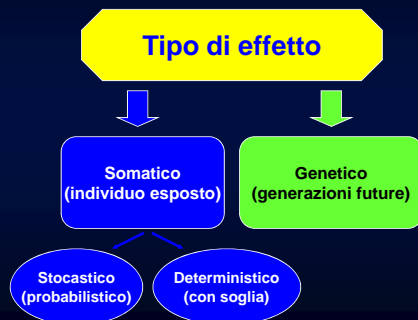
Viene pertanto definita una nuova grandezza, che tiene conto di questo fatto, la **dose equivalente**, ovvero la dose assorbita moltiplicata per un fattore di ponderazione  $w_R$ , che tiene conto del diverso effetto biologico prodotto dai diversi tipi di radiazione.

per esempio: per elettroni e fotoni  $w_R = 1$   
per protoni  $w_R = 5$

L'unità di misura della dose equivalente è il **Sievert (Sv)**.

Nel caso delle attività sanitarie, avendo a che fare con fotoni o elettroni, per cui  $w_R = 1$ , la dose equivalente corrisponde alla dose assorbita ( $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$ ).

## Effetti biologici delle radiazioni



## Effetti biologici delle radiazioni

- **Effetti somatici:** si riferiscono ai danni che si osservano nell'individuo esposto e si esauriscono con lui.
- **Effetti genetici:** sono riferiti alle conseguenze dei danni prodotti sulle cellule germinali e trasmessi ai discendenti; si manifestano nelle generazioni future.

## Effetti biologici delle radiazioni

- **Effetti stocastici:** di tipo probabilistico, ovvero la loro probabilità di comparsa, comunque molto piccola, è funzione della dose; sono del tipo tutto o niente
- **Effetti deterministici:** presentano un valore soglia di dose al di sopra del quale colpiscono tutti o quasi tutti gli irradiati e mostrano un aggravio di sintomi con l'aumentare della dose. Possono manifestarsi entro qualche giorno o qualche settimana dall'irradiazione (effetti immediati) o dopo mesi o anni (effetti tardivi)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Definizioni

- **dose equivalente (H(T)):** dose assorbita media in un tessuto o organo T, ponderata in base al tipo e alla qualità della radiazione nel modo indicato nei provvedimenti di applicazione; l'unità di dose equivalente è il sievert (Sv) o mSv;
- **dose efficace (E):** somma delle dosi equivalenti nei diversi organi o tessuti, l'unità di dose efficace è il sievert (Sv) o mSv;

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Individual's average exposure due to sources of irradiation present in the environment

Source	exposure media* (mSv/year)
Cosmic rays	0.355
Produced radionuclides present in nature from the cosmic radiation	0.15
Early radionuclides	
outside irradiation	0.41
<sup>40</sup> K	0.18
radioactive ( ) families <sup>238</sup> U e <sup>232</sup> Th	1.42 (**)
<b>Total</b>	<b>≈2,4</b>

(\*) equivalent dose

(\*\*) dose extremely variable (depends on the contribution due to the radon inhalation, natural radioactive gas evolved both the ground, and the materials of building)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Average reduction of the life due to accidents in various working activities

Working activity	Average reduction of the duration of life (days)
Commerce	27
Industry	40
Services	27
Transports	160
Agriculture	320
Buildings	227
Mean value	60
<b>Exposure to the radiations (5 mSv/year)</b>	<b>40</b>

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Average reduction of tea duration of life two to several causes of working type

Cause	Reduction mediates of life duration (days)
Too much alcohol	4000
Be single, widowed or divorced	3500
smoke (1 package of cigarettes/the day)	2250
Be single, widowed or divorced	1600
Be excess weight (+20%)	1040
Accidents with engine vehicles	207
Alcohol	130
Accidents at home	74
Passive smoke	50
Exposure to the worker radiations _____ (5)(mSv/year)	40
Falls	28
Exposure to the radiations identify of _____ population (1 mSv/year)	18
Exams RX	6
Coffee	6
Diet drinks	2

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Stochastic Effects

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## STIMA DEL RISCHIO PER EFFETTI STOCASTICI

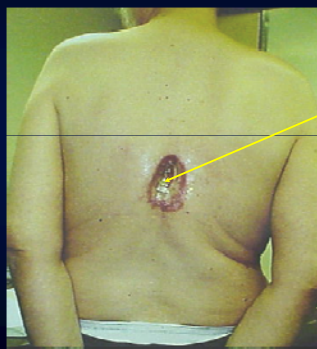
Dai dati di Hiroshima e Nagasaki vengono pertanto ricavate le stime di rischio a basse dosi nell'ipotesi che l'indice di rischio sia lo stesso.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Deterministic Effects

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

Injury due to cumulative skin dose of ~20 Gy from coronary angiography and 2 angioplasties



21 months after first procedure, base of ulcer exposes spinous process

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Interventional radiology (II) (occupational injuries)

- Deterministic effects in lens of the medical specialists can be relevant if inappropriate X Ray systems for interventional procedures are used.



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

### DANNI CUTANEI RADIOINDOTTI

Tipo di danno	Dose soglia (Gy)	Tempo di fluoroscopia (in h) necessario per la manifestazione del danno	
		Dose-rate "normale" 0.02 Gy/min	Dose-rate elevato 0.2 Gy/min
Eritema precoce trans.	2	1.7	0.17
Epilazione temporanea	3	2.5	0.25
Eritema	6	5.0	0.50
Epilazione permanente	7	5.8	0.58
Desquamazione secca	10	8.3	0.83
Fibrosi invasiva	10	8.3	0.83
Atrofia del derma	11	9.2	0.92
Teleangiectasie	12	10.0	1.00
Desquamazione umida	15	12.5	1.25
Eritema tardivo	15	12.5	1.25
Necrosi cutanea	18	15.0	1.50
Ulcerazione secondaria	20	16.7	1.67

Da: Efficacy and safety in interventional radiology, WHO, Ginevra, 2000

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Sintomatologia a seguito di esposizione globale acuta di un individuo ad alte dosi

Settimane dopo l'esposizione	1-3 Gy (subletale)	4 Gy (letale)	> 6 Gy (sopraletale)
1	fase latente	nausea e vomito (1 giorno)	nausea e vomito, malessere, diarrea, febbre
2		depilazione, malessere generale	bocca e gola infiammate, ulcerazioni, deperimento, <b>Morte</b>
3	perdita appetito, depilazione, infiammazione gola, emorragie	perdita appetito, emorragia, diarrea, febbre, deperimento, <b>Morte eventuale</b>	
4	diarrea, <b>Guarigione</b>		
<b>Sopravvivenza</b>	certa salvo complicazioni;	possibile nel 50% dei casi	<b>Impossibile</b>

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Gold rules of the radioprotection

- During the use of Rx equipment the danger of external irradiation of the whole body or of a few parts of his is present (e.g. hands)
- ◆ The entity of the radiological risk depends from

time  
(exposure duration)

distance  
(from the source of radiations)

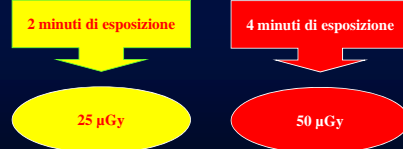
availability of  
screenings

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Dipendenza del rischio dalla durata della esposizione

- tempo (durata dell'esposizione): a parità di condizioni determina in maniera lineare l'intensità dell'esposizione

Esempio



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Principi generali della radioprotezione

Giustificazione

Ottimizzazione

Limitazione delle dosi

Nessuna attività umana deve essere accolta a meno che la sua introduzione produca un beneficio netto e dimostrabile

La dose ai singoli individui non deve superare determinati limiti appropriatamente sicuri

La dose ai singoli individui non deve superare determinati limiti appropriatamente sicuri

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LIMITAZIONE DELLE DOSI

Prevenzione totale degli effetti "deterministici"

Riduzione a livelli considerati accettabili della probabilità di accadimento degli effetti "stocastici" secondo un sistema di limitazione delle dosi

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LIMITAZIONE DELLE DOSI

- Il principio di limitazione delle dosi individuali consente di salvaguardare ulteriormente l'individuo esposto contro un possibile detrimento sanitario derivante da una incompleta o inadatta applicazione dei principi di giustificazione e di ottimizzazione.
- Vengono pertanto raccomandati limiti di dose il cui superamento è da considerarsi inaccettabile.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LIMITAZIONE DELLE DOSI

- I rischi di induzione di effetti stocastici sono diversi a seconda dell'organo o tessuto irradiato.
- Per uniformare il rischio sia quando il corpo è irradiato uniformemente, sia quando è irradiata solo una parte di esso, si introduce una nuova grandezza, detta **dose efficace**, definita come:

$$E = \sum_T w_T H_T$$

⇒  $H_T$  è la dose equivalente nell'organo o tessuto T

⇒  $w_T$  è un fattore di ponderazione, che considera la frazione di rischio stocastico da irradiazione dell'organo o tessuto T rispetto al rischio stocastico totale da irradiazione uniforme del corpo intero.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

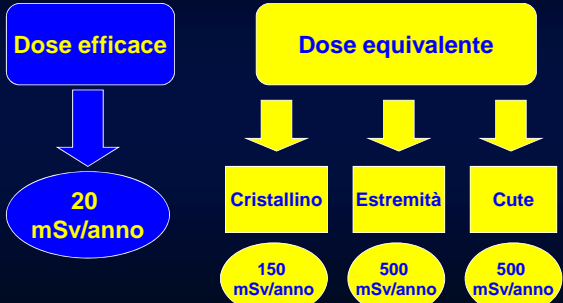
## LIMITAZIONE DELLE DOSI

Valori di  $w_T$  raccomandati dall'I.C.R.P.

organo o tessuto	$w_T$
gonadi	0,20
midollo osseo rosso	0,12
colon	0,12
polmoni	0,12
stomaco	0,12
vescica	0,05
mammelle	0,05
fegato	0,05
esofago	0,05
tiroide	0,05
pelle	0,01
superficie ossea	0,01
rimanenti organi	0,05

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LIMITI DI DOSE (I.C.R.P. 60)



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LIMITAZIONE DELLE DOSI

- I limiti di dose raccomandati dalla Commissione devono intendersi come valori di dose al di sopra del quale il rischio è da ritenersi non più tollerabile. L'esposizione media dei lavoratori deve essere pianificata in modo da garantire un valore medio sicuramente inferiore (**Ottimizzazione**):

- 
- dose inaccettabile: > limite di dose
  - dose tollerabile: ≤ limite di dose
  - dose accettabile: procedura ottimizzata (≤ eventuale vincolo di dose)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Esposizione media di un individuo dovuta a fonti di irradiazione presenti nell'ambiente

Fonte	esposizione media* (mSv/anno)
Raggi cosmici	0.355
Radionuclidi presenti in natura prodotti dalla radiazione cosmica	0.015
Radionuclidi primordiali	
irradiazione esterna	0.41
<sup>40</sup> K	0.18
famiglie radioattive ( <sup>238</sup> U e <sup>232</sup> Th)	1.42 (**)
<b>Totale</b>	<b>≈2.4</b>

(\*) equivalente di dose efficace  
 (\*\*) estremamente variabile (dipende dal contributo dovuto alla inalazione di radon, gas radioattivo naturale emesso sia dal terreno, sia dai materiali di costruzione, soprattutto granito o tufo)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LEGISLAZIONE

### Lavoratori-popolazione

- D.P.R. 13 febbraio 1964, n. 185
- D.Lgs. 17 Marzo 1995, n. 230
- Direttiva Euratom 96/29
- Direttiva Euratom 97/43
- D.Lgs. 26 maggio 2000, n. 241

### Pazienti

- D.Lgs. 26 maggio 2000, n. 187

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## New BSS (Basic Safety Standards)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## New European Directive

- COUNCIL DIRECTIVE 2013/59/EURATOM of 5 December 2013
- DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO del 5 dicembre 2013

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## DL 187

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Riferimento legislativi

- Dlgs 187-2000 integrato
- 2015 Linee guida per le procedure inerenti le pratiche radiologiche

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Principio di giustificazione

- Coinvolgimento del medico prescrivente (art.3, comma 5)
- Coinvolgimento dello specialista odontoiatra/dentista (responsabilità delle esposizioni, scelta delle metodologie ottimizzate ed eventuale scelta di metodiche alternative) (art. 5, commi 1 e 2)
- Verifica della disponibilità di precedenti informazioni funzionali alla diagnosi (art. 3 comma 5)
- Valutazione della dose derivante all'utero e i provvedimenti conseguenti (art. 10 comma 2)
- Verifica dell'eventuale stato di gravidanza della donna da sottoporre ad esame radiologico
- Obbligo di informazione della donna gravida degli eventuali rischi per il nascituro connessi all'esposizione alle radiazioni ionizzanti (art. 10 comma 2, allegato VI)
- E' vietata l'esposizione non giustificata

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Principio di ottimizzazione

- programmi di garanzia della qualità (art.4, comma 1) con un richiamo esplicito (art.9, comma 6)
- definizione dei Livelli Diagnostici di Riferimento (L.D.R.) (non sono definiti per le attività odontoiatriche)
- definizione di vincoli di dose per le persone che collaborano all'assistenza ed al conforto di pazienti sottoposti a diagnosi o, se del caso, a terapia (art.4, comma 7 e allegato I)
- ridefinizione dei criteri di accettabilità delle attrezzature radiologiche (art. 8, comma 4 e allegato V)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Cosa prevede il D.Lgs 187/2000



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Responsabilità del Responsabile dell'Impianto Radiologico (RIR)



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Responsabilità del Responsabile dell'Impianto Radiologico (RIR)



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Responsabilità del Medico Specialista



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Principali responsabilità dell'Esperto in Fisica Medica (EFM)



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LDR nelle pratiche radiodiagnostiche mediche

RADIOLOGIA PEDIATRICA	
ESAME:	DOSE D'INGRESSO ( $\mu\text{Gy}$ )
Addome	1000 (5 anni) **
Torace PA/AP	100 (5 anni)
Lat	200 (5 anni)
AP	80 (neonati)
Cranio PA/AP	1500 (5 anni)
Lat	1000 (5 anni)
Pelvi AP	200 (neonati)
AP	900 (5 anni)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## LDR nelle pratiche radiodiagnostiche mediche

ESAME:	*DOSE D'INGRESSO (mGy)
Addome	10
Urografia (per ripresa)	10
Cranio AP	5
PA	5
Lat	3
Torace PA	0,4
Lat	1,5
Rachide lombare AP	10
Lat	30
Rachide Lombo-Sacrale	40
Pelvi AP	10
Mammografia CC	10 mGy (dose di ingresso con griglia)

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano



## DL 230/1995

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA

D.Lgs. 230/1995  
(1/1/1996)

modificato da

D.Lgs. 241/2000  
(1/1/2001)

D.Lgs. 257/2001

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Esperto Qualificato

**Esperto qualificato:** persona che possiede le cognizioni e l'addestramento necessari sia per effettuare misurazioni, esami, verifiche o valutazioni di carattere fisico, tecnico o radiotossicologico, sia per assicurare il corretto funzionamento dei dispositivi di protezione, sia per fornire tutte le altre indicazioni e formulare provvedimenti atti a garantire la sorveglianza fisica della protezione dei lavoratori e della popolazione

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Lavoratori Esposti

**Lavoratori esposti:** soggetti che, in ragione dell'attività lavorativa svolta per conto del datore di lavoro, sono suscettibili di una esposizione alle radiazioni ionizzanti superiore ad uno qualsiasi dei limiti fissati per le persone del pubblico.

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Limiti di dose per le persone del pubblico

- Il limite di dose efficace e' stabilito in **1 mSv** per anno solare.
- Devono, altresì, essere rispettati, in un anno solare, i seguenti limiti:
  - a) **15 mSv** per il cristallino;
  - b) **50 mSv** per la pelle (*tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla superficie esposta*);
  - c) **50 mSv** per mani, avambracci, piedi, caviglie.

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Lavoratori Esposti di categoria A e B

- Sono classificati in **categoria A** i lavoratori esposti che, a seguito delle valutazioni effettuate dall'esperto qualificato, sulla base delle indicazioni fornite dal datore di lavoro, sono suscettibili di un'esposizione superiore, in un anno solare, ad uno dei seguenti valori:
  - ◆ 6 mSv per quanto riguarda la dose efficace;
  - ◆ i tre decimi di uno qualsiasi dei seguenti limiti di dose equivalente:
    - a) 150 mSv per il cristallino;
    - b) 500 mSv per la pelle (*tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla superficie esposta*);
    - c) 500 mSv per mani, avambracci, piedi, caviglie.
- Sono classificati in **categoria B** i lavoratori esposti non classificati in categoria A.

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Classificazione dei lavoratori



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Limiti di dose per i lavoratori esposti

- Il limite di dose efficace e' stabilito in **20 mSv** per anno solare.
- Devono, altresì, essere rispettati, in un anno solare, i seguenti limiti:
  - a) **150 mSv** per il cristallino;
  - b) **500 mSv** per la pelle (*tale limite si applica alla dose media, su qualsiasi superficie di 1 cm<sup>2</sup>, indipendentemente dalla superficie esposta*);
  - c) **500 mSv** per mani, avambracci, piedi, caviglie.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Limiti di dose per i lavoratori esposti

- Le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda 1 mSv durante il periodo di gravidanza (art. 8, comma 1, D. L.vo 151/2001).
- Le donne che allattano non devono essere adibite ad attività comportanti un rischio di contaminazione (art. 8, comma 3, D. L.vo 151/2001).

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Classificazione delle aree

- **Zona Controllata:** ambiente di lavoro, sottoposto a regolamentazione per motivi di protezione dalle radiazioni ionizzanti, in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno qualsiasi dei valori di dose per cui è prevista la classificazione dei lavoratori esposti in categoria A
- **Zona Sorvegliata:** ogni area di lavoro in cui sussiste per i lavoratori in essa operanti il rischio di superamento di uno dei limiti di dose fissati per le persone del pubblico

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Classificazione delle aree



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Sorveglianza Medica

Il datore di lavoro deve provvedere ad assicurare mediante uno o più medici la sorveglianza medica dei lavoratori esposti e degli apprendisti e studenti.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Sorveglianza Medica

Il datore di lavoro deve provvedere a che i lavoratori esposti, **prima di essere destinati ad attività che li espongono alle radiazioni ionizzanti**, siano sottoposti a visita medica a cura del medico addetto alla sorveglianza medica.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Sorveglianza Medica

**Medico autorizzato:** medico responsabile della sorveglianza medica dei lavoratori esposti, la cui qualificazione e specializzazione sono riconosciute secondo le procedure e le modalità stabilite per legge

– Il Medico Autorizzato è abilitato all'effettuazione della sorveglianza medica della radioprotezione sui lavoratori esposti di categoria A e B

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Sorveglianza Medica

- **Medico Competente:** medico in possesso di uno dei seguenti titoli:
  - Specializzazione in medicina del lavoro o in medicina preventiva dei lavoratori e psicotecnica o in tossicologia industriale o specializzazione equipollente;
  - docenza o libera docenza in medicina del lavoro o in medicina preventiva dei lavoratori e psicotecnica o in tossicologia industriale o in igiene industriale o in fisiologia ed igiene del lavoro
- Il Medico Competente è abilitato all'effettuazione della sorveglianza medica della radioprotezione sui lavoratori esposti di categoria B

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA Sorveglianza Medica

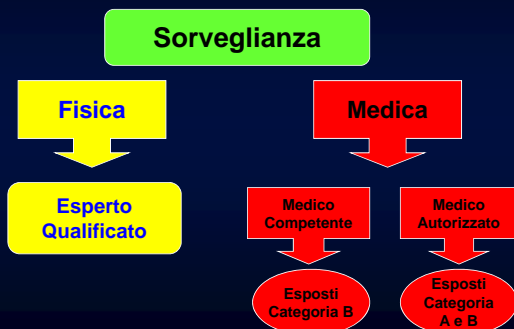
Il datore di lavoro deve provvedere a che i lavoratori esposti siano sottoposti, a cura del medico addetto alla sorveglianza medica, a visita medica periodica secondo le frequenze previste per ciascuna categoria:

**categoria A: almeno ogni sei mesi**

**categoria B: almeno una volta all'anno**

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA art. 68 D.Lgs. 230/95 (Obblighi dei lavoratori)

- osservare le disposizioni impartite dal Datore di Lavoro o dai suoi incaricati, ai fini della protezione individuale e collettiva e della sicurezza, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;
- usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal Datore di Lavoro;
- segnalare immediatamente al Datore di Lavoro, al dirigente o al preposto, le deficienze dei dispositivi e dei mezzi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le altre eventuali condizioni di pericolo di cui vengano a conoscenza;
- non rimuovere né modificare, senza averne ottenuta l'autorizzazione, i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione;

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA

### art. 68 D.Lgs. 230/95 (Obblighi dei lavoratori)

- non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza;
- sottoporsi alla sorveglianza medica;
- I lavoratori che svolgono per più datori di lavoro, attività che li espongano al rischio da radiazioni ionizzanti, devono rendere edotto ciascun datore di lavoro delle attività svolte presso gli altri, ai fini di quanto previsto all'art. 66 del D.Lgs 230/95. Analoga dichiarazione deve essere resa per eventuali attività pregresse. I lavoratori esterni sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente di Zone Controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## NORMATIVA

### D.Lgs. 230/95 (Obblighi dei lavoratori)

Art. 68, comma 2

- I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li espongono al rischio da radiazioni ionizzanti, devono rendere edotto ciascun datore di lavoro delle attività svolte presso gli altri.

Art. 68bis

- Su motivata richiesta il lavoratore deve trasmettere, ai soggetti titolari di incarichi di sorveglianza fisica o medica della radioprotezione, le informazioni relative alle dosi ricevute.

Art. 8, comma 2, D.Lgs. 151/2001

- E' fatto altresì obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione non appena accertato.

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

Nomina dell'Esperto Qualificato  
Acquisizione della relazione sulla stima dei rischi e del benessere preventivo (art. 61 D.Lgs 230/95 e s.m.i.)  
Realizzazione dei dispositivi tecnici di protezione richiesti dall'Esperto Qualificato  
Comunicazione preventiva di pratica (art. 22 D.Lgs 230/95 e s.m.i.)  
Nomina del Medico Responsabile e dell'Esperto in Fisica Medica

Prima verifica dell'installazione e prova di accettazione

Realizzazione di eventuali prescrizioni formulate dall'Esperto Qualificato/Esperto in Fisica Medica  
Benessere del Medico Responsabile

Esercizio clinico

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Norme di radioprotezione

- L'accesso alle zone classificate deve essere di norma consentito a:
  - personale classificato ai fini della radioprotezione autorizzato dal dirigente di U.O.
  - pazienti

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

Take home messages

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Dlgs 187-2000

- **Dlgs 187-2000**
  - Datore di lavoro
  - Giustificazione / ottimizzazione
  - Responsabile di impianto radiologico
  - Esperto in fisica medica
  - necessità dei CQ
  - Identificazione dei LDR

• **DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO del 5 dicembre 2013**

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## DL 230/1995

- DL 230/1995

- Datore di lavoro
- Esperto qualificato
- Medico Autorizzato
- Lavoratori classificati (A,B)
- Zona controllata e zona sorvegliata
- Obblighi dei lavoratori

- DIRETTIVA 2013/59/EURATOM DEL CONSIGLIO del 5 dicembre 2013

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## E' possibile limitare il rischio di irradiazione nelle attività radiologiche?

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

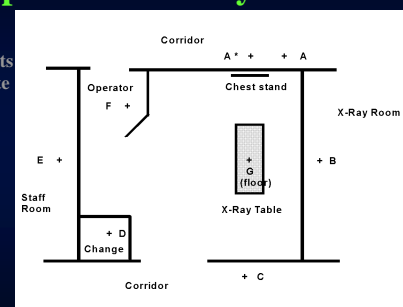
## Sì, attraverso

Rispetto delle norme di radioprotezione

A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Radiation Shielding - Typical Room Layout

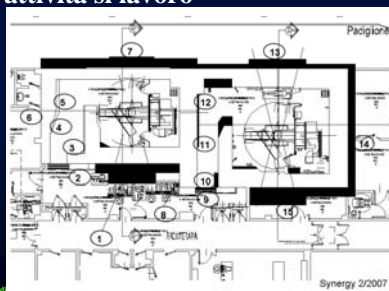
A to G are points used to calculate shielding



A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Sì, attraverso dosimetria ambientale

- La dosimetria ambientale verifica a posteriori le corrette esposizioni nelle normali attività di lavoro



A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Sì, attraverso dosimetria ambientale

- Misure di campo RX utilizzando dosimetria a film posti su idonei supporti ambientali



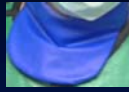
- Misure di campo di neutroni (lenti e veloci) utilizzando dosimetri forniti da ENEA di Bologna



A. Torresin - Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Protective clothing:

- Gowns, aprons and thyroid protectors made of a material (such as vinyl) which contains lead or other high Z material
- Aprons should be equivalent to at least 0.25 mm Pb if the X Ray equipment operates up to 100 kV and 0.35 mm Pb if it operates above 100 kV
- Aprons may be of the style which is open, or contains less lead, at the back, due to the extra weight of lead required - this assumes, however, that the wearer is always facing the radiation source
- Heavy, leaded gloves have limited value because they are difficult to use



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Protective devices



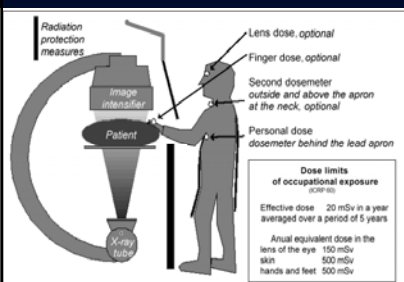
SCREEN AND GOGGLES



CURTAIN

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Personal dosimetry



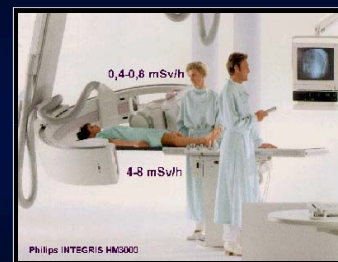
Several personal dosimeters are recommended



From: Avoidance of radiation injuries from interventional procedures. ICRP Publication 85

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

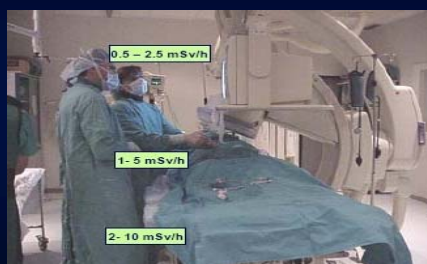
## Example of scattered dose rate



Scattered dose is higher at the X-ray tube side

A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## Radiation field in a hemodynamic lab



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano

## ICRP Statement 2011 Eye lens < 20 mSv/year



A. Torresin, Struttura Complessa di Fisica Sanitaria - Dipartimento di Fisica - Milano



