

DVR	DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEI RISCHI Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico G. Rodolico - San Marco	
ALL.		

ALL. V1.1

Rischio da esposizione a radiazioni ionizzanti e misure di radioprotezione

RELAZIONE DI RADIOPROTEZIONE

*Esercizio complementare e specialistico della radiodiagnostica
(Art. 109 - comma 2, Art. 131 - comma 1 Decreto Legislativo 101/2020)*

Questa relazione, svolta in adempimento al disposto dell'art. 109 comma 2 del Decreto Legislativo 101/2020, costituisce anche parte del "documento di cui all'art. 28, comma 2, lettera a) , del D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008 (integrato e corretto dal D.Lgs 106/2009) per gli aspetti concernenti il rischio da radiazioni ionizzanti"; essa contiene le valutazioni e le indicazioni di sorveglianza fisica atte ad assicurare la protezione dei lavoratori e delle persone del pubblico. Essa costituisce anche comunicazione al datore di lavoro secondo quanto prescrive l'art. 131 del predetto D.Lgs 101/2020.

Si precisa altresì che questa relazione costituisce parte integrante dei documenti relativi alla sorveglianza fisica della protezione di cui all'art.132 D.Lgs 101/2020.

I controlli periodici e le valutazioni delle esposizioni saranno annotati sul registro di sorveglianza fisica di radioprotezione con i criteri e modalità previste dall'allegato XXIII del D.Lgs 101/2020.

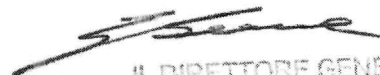
L'elaborato si articola in quattro parti:

1. Valutazioni e indicazioni di radioprotezione (punto 1. comma a) art. 130/2020).
2. Sopralluoghi di radioprotezione e rilascio del benessere (art. 130/2020).
3. Valutazione del rischio da radiazioni ionizzanti (art. 109, comma 2, D.Lgs n. 101/2020).
4. Comunicazione al datore di lavoro (art. 131 D.Lgs 101/2020).

(Aggiornamento del 28.01.2025)

Documento redatto dagli
Esperti di Radioprotezione incaricati
dal datore di lavoro

Acquisito e sottoscritto
(Ai sensi dell'Art.109, comma 2 del D.Lgs 101/2020)
Dal datore di Lavoro



IL DIRETTORE GENERALE
Dott. Gaetano Sirna



CATANIA

Dipartimento di Prevenzione

Unità Operativa di Radioprotezione

Tel. 095-2540037 radioprotezione.deprev@pec.aspct.it



Prot. N. 259062
352/RP/2024

S. Gregorio di Catania, 26/11/2024

IL DIRETTORE GENERALE

- **VISTO** l'art. 50 D. Lgs. 101/20 e s.m.i.: Nulla osta per le pratiche con sorgenti di radiazioni ionizzanti (direttiva 2013/59/EURATOM, articoli 24, 28, 29), comma 1, lettera c) e comma 2, lettera c);
- **VISTO** l'art. 52 D. Lgs. 101/20 e s.m.i.: Nulla osta per le pratiche di categoria B (Direttiva 2013/59/EURATOM, articoli 24, 28 e 29), comma 1;
- **VISTO** l'art. 54 D. Lgs. 101/20 e s.m.i.: Allontanamento dal regime autorizzatorio (direttiva 2013/59/EURATOM, articoli 30, 65 e allegato VII);
- **VISTO** il D.A. 699/2022: "Norme per il rilascio del Nulla Osta per l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti ai sensi del D. Lgs. 31 luglio 2020, n. 101 e di pareri in materia di esposizione dei lavoratori a radiazioni non ionizzanti e abrogazione del D.A. 23 novembre 2020, n. 1084";
- **VISTA** la richiesta di modifica del Nulla Osta di CAT B con prot. n. 125254 del 03/06/2024, avanzata dal Direttore Generale pro tempore, dott. Gaetano Sirna, dell'Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico-San Marco", inerente l'impiego di sorgenti radioattive non sigillate e sigillate per la pratica in vivo della medicina nucleare precedentemente rilasciato con prot. N° 680761 del 03/11/2022;
- **VISTA** la richiesta di integrazione avanzata dal Dipartimento di Prevenzione con nota prot. N. 131348 del 10/06/2024;
- **VISTA** la documentazione ad integrazione trasmessa dell'Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico-San Marco" ed assunta al Dipartimento di Prevenzione con protocollo n. 151372 del 04/07/2024;
- **VISTO** il "Parere favorevole" della Commissione Provinciale per la Radioprotezione nella seduta del 29/10/2024;

rilascia, ai sensi degli artt. 50 e 52 comma 1 del D. Lgs. 101/2020 e D.A. 699 del 03/08/2022

NULLA OSTA

Di CAT. B all'Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico-San Marco", con sede legale in via Santa Sofia, 78 Catania e sede operativa nel P.O. San Marco sita in Viale Carlo Azeglio Ciampi a Catania, legalmente rappresentata dal Direttore Generale pro tempore dott. Gaetano Sirna, per la pratica radiologica della medicina nucleare.

Per l'attività diagnostica e terapeutica potranno essere utilizzate sostanze radioattive di tipologia e quantità non superiori a quelle indicate nella tabella seguente:

Sorgenti radioattive non sigillate:

Isotopo	Utilizzo	Attività max istantanea (GBq)	Attività max totale prodotta o pervenuta in ragione di anno solare (GBq)
Mo-99	Diagnostico	100	5000
Tc-99m	Diagnostico	100	5000
I-123	Diagnostico	1,11	55,5
F-18	Diagnostico	20	6000
Ge-68	Diagnostico	3	5
Ga-68	Diagnostico	3	5
Y-90	Terapia	10	500

Per l'attività di controllo di qualità collegata all'esercizio della pratica potranno essere utilizzate sostanze radioattive di tipologia e quantità non superiori a quelle indicate nella tabella successiva:

Sorgenti radioattive sigillate di calibrazione:

Isotopo	Attività max istantanea (Bq)	Attività totale in un anno solare (Bq)
85Sr	1,00E+05	1,00E+05
88Y	1,00E+05	1,00E+05
109Cd	1,00E+05	1,00E+05
113Sn	1,00E+05	1,00E+05
133Ba	1,00E+07	1,00E+07
139Ce	1,00E+05	1,00E+05
22Na	1,00E+07	1,00E+07
54Mn	1,00E+06	1,00E+06
57Co	1,60E+09	1,60E+09
60Co	1,00E+06	1,00E+06
68Ge/68Ga	1,00E+09	1,00E+09
137Cs	1,00E+08	1,00E+08
203Hg	1,00E+06	1,00E+06
241Am	4,00E+08	4,00E+08
129I	2,00E+03	2,00E+03

Si prescrive al titolare del nulla osta di adempiere alle seguenti prescrizioni:

- Rispettare le eventuali prescrizioni dell'Esperto di Radioprotezione;
- Svolgere la pratica radiogena avvalendosi di personale in possesso dei prescritti titoli professionali con le modalità e le procedure indicate nelle relazioni esaminate dalla Commissione Provinciale per la Radioprotezione;
- Ogni sette anni trasmettere a questa ASP la relazione tecnica sullo stato della pratica radiologica della Medicina Nucleare;
- Rispettare i vincoli di dose per i lavoratori e del valore massimo di dose efficace per l'individuo della popolazione interessato;
- Nel caso di disattivazione di uno degli impianti dovrà essere inviata alla stessa autorità che ha rilasciato il Nulla Osta un'istanza di disattivazione corredata dalla Relazione sottoscritta dall'Esperto di Radioprotezione per gli aspetti di propria competenza contenente le modalità utilizzate per la disattivazione, con particolare riferimento alle modalità di produzione, gestione e smaltimento;
- L'attività clinica dovrà essere effettuata con le modalità indicate nella documentazione approvata dalla Commissione Provinciale per la Radioprotezione.

Nessuna variazione nello svolgimento della pratica che comporti modifiche del presente provvedimento può essere apportata dal titolare dello stesso, senza preventivo Nulla Osta di questa Azienda Sanitaria Provinciale.

Per quanto non espressamente specificato, si richiama il D. Lgs n. 101/20 e ss. mm. e ii. nonché il D.A.R.S. n. 699/22.

Dirigente Fisico
(Dott. Carmelo Militello)

Il Direttore del Dipartimento di Prevenzione
(Dott. Ing. Antonio Leonardi)

Il Direttore Sanitario
(Dott. Giuseppe Angelo Reina)

IL DIRETTORE GENERALE
(Dott. Giuseppe Laganga Senzio)



Azienda Ospedaliero-Universitaria
Policlinico – “G.Rodolico – San Marco”
Catania

Direzione Generale

Al Direttore Dipartimento di Prevenzione
ASP di Catania

Il sottoscritto Dott. Gaetano Sirna, nella qualità di Direttore Generale dell’A.O.U. Policlinico
“G. Rodolico – San Marco”

DELEGA

Il Dott. Giovanni Mannino per il ritiro del nulla osta di cat. B per la Medicina Nucleare del
P.O. San Marco, richiesto a questo ufficio in data 31/05/2024 prot. n.. 31861.

Catania 02/12/2024

IL DIRETTORE GENERALE

(Dott. Gaetano Sirna)



REGIONE SICILIANA
AZIENDA SANITARIA PROVINCIALE

CATANIA

Dipartimento di Prevenzione

U.O.S.D Radioprotezione

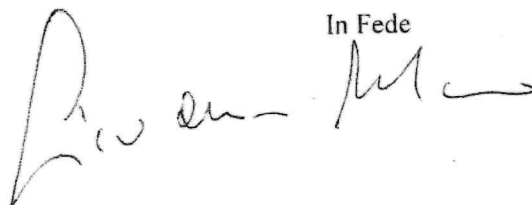
Tel. 095-2540037 PEC radioprotezione.deprev@pec.aspct.it

S. Gregorio, 03.12.2024

OGGETTO: Dichiarazione di ritiro Nulla Osta e di consegna marche da bollo.

Il sottoscritto Giuseppe Manni, delegato dal Direttore Generale pro tempore dell'A.O.U. G. Rodolico San Marco, dichiara di ritirare in data odierna il N.O. CAT. B rilasciato per la pratica di Medicina Nucleare, prot. n. 259062 del 26/11/2024.

Si allega la lettera di delega e il documento di riconoscimento.

In Fede




Regione Siciliana
Azienda Ospedaliero - Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"

Sede legale: Via S. Sofia, 78, 95123 Catania (CT). PIVA/CF: 04721290874

Prot. N. 31861

Catania, 31/05/2024

Al Direttore Generale della ASP di Catania
Via S. Maria La Grande, 5 - 95124 Catania (CT)
Email PEC: protocollo@pec.aspct.it

Al Direttore del Dipartimento di Prevenzione
della ASP di Catania
Via Tevere 39 Cerza 95027 San Gregorio di Catania (CT)
Email PEC: dipartimentoprevenzione@pec.aspct.it

Oggetto: Richiesta di modifica del Nulla Osta di categoria B per variazioni nello svolgimento della pratica radiologica (*detenzione, impiego e allontanamento di sorgenti radioattive*) in esercizio presso la U.O.C. di Medicina Nucleare ai sensi degli artt. 50, 52 e 54 del D.Lgs 101/2020 e dell'art. 9 comma 3 punto a) del D.A. Regione Sicilia n. 699 del 3 agosto 2022.

Il sottoscritto dott. Gaetano Sirna, nella qualità di Direttore Generale dell'Azienda Ospedaliero - Universitaria Policlinico "G. Rodolico - San Marco" di Catania (C.F. 04721290874), domiciliato per la carica ricoperta in Via S. Sofia, 78 - 95123 Catania,

Premesso

che l'A.O.U. Policlinico "G. Rodolico-San Marco" con sede in Via S. Sofia, 78 - 95123 Catania ha ricevuto, in data 03 novembre 2022 prot. 680761, il decreto di Nulla Osta di categoria B ai sensi del D.Lgs 101/2020 per la *detenzione e l'impiego diagnostico in vivo e l'allontanamento di sorgenti sigillate e non sigillate* presso i locali della U.O.C. di Medicina Nucleare del P.O. "San Marco" sito in Viale Carlo Azeglio Ciampi, 95121 Catania (CT);

Chiede

la modifica del predetto Nulla Osta di Categoria B ai sensi degli artt. 50, 52 e 54 del D.Lgs 101/2020 per le attività di Medicina Nucleare in vivo che consiste:

1. nell'aggiungere alle attività già autorizzate con il sopra citato decreto la possibilità di effettuare procedure di radioembolizzazione epatica mediante microsferi contenenti l'isotopo radioattivo Itrio 90 (^{90}Y) per un carico radioattivo totale indicato nella relazione tecnica di radioprotezione allegata;
2. nell'aggiungere alle attività già autorizzate con il sopra citato decreto la possibilità di effettuare procedure di diagnostica PET/CT mediante l'utilizzo di Ga-68 prodotto da un generatore di $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ per un carico radioattivo totale indicato nella relazione tecnica di radioprotezione allegata;

 1/2

3. nell'allestire un piccolo locale presso il P.O. "G. Rodolico" per lo stoccaggio temporaneo di rifiuti speciali ospedalieri potenzialmente contaminati da materiale radioattivo venuto a contatto con liquidi biologici (urina, sangue, sudore, ecc) di pazienti a cui sono stati somministrati radiofarmaci, in attesa dell'allontanamento;
4. nell'autorizzare l'allontanamento dei rifiuti radioattivi prodotti dalla pratica di Medicina Nucleare presso la I'A.O.U. Policlinico "G. Rodolico-San Marco" effettuata mediante l'utilizzo di radiofarmaci ai sensi dell'art.54 del D.lgs. 101/2020.

La tipologia, la quantità e le caratteristiche delle sorgenti radioattive sono indicate nell'allegata relazione tecnica di radioprotezione redatta dall'Esperto di Radioprotezione incaricato con i relativi elaborati grafici che riportano l'ubicazione dei locali e delle aree destinate alla pratica radiologica modificata oggetto di questa richiesta.

All'uopo si precisa quanto segue:

1. la responsabilità della pratica e degli impianti radiologici ai sensi dell'art. 159, comma 4 del D.Lgs. 101/2020 è affidata alla dott.ssa Sara Baldari Direttore dell'U.O.C. di Medicina Nucleare;
2. la sorveglianza fisica della radioprotezione di cui al D.Lgs 101/2020 è affidata al dr. Giovanni Mannino iscritto nell'elenco nazionale degli Esperti di Radioprotezione di terzo grado con il numero d'ordine 451;
3. ai fini dell'assolvimento dei compiti previsti dal D.Lgs. 101/2020 relativamente all'attività di specialista in fisica medica verrà svolta dal personale afferente all'U.O. di Fisica Sanitaria di questa A.O.U.;
4. la sorveglianza sanitaria di cui al D.Lgs 101/2020 è affidata al prof. Sergio Baldari iscritto nell'elenco nazionale dei Medici Autorizzati con il numero d'ordine 638.

Si resta a disposizione del Vs. Ufficio per qualsiasi altra documentazione o chiarimento sia ritenuto necessario.

Distinti saluti


Dott. Giovanni Mannino
(Responsabile della U.O.S.D. di Fisica Sanitaria)
Dirigente Responsabile Dott. Giovanni Mannino

Il Direttore Generale
(Dott. Gaetano Sirna)



Allega:

- a) Relazione tecnica di radioprotezione redatta dall'Esperto di radioprotezione contenente le informazioni richieste al punto 3 dell'allegato XIV D.Lgs 101/2020;
- b) Elaborati grafici in scala 1:100 pianta e sezione dei locali interessati alla modifica di pratica radiologica.

Regione Siciliana
Azienda Ospedaliero - Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
Sede legale: Via S. Sofia, 78, 95123 Catania (CT). PIVA/CF: 04721290874

RELAZIONE TECNICA DI RADIOPROTEZIONE

Documentazione di Radioprotezione per l'istanza di modifica del Nulla Osta di
Categoria B per l'attività di Medicina Nucleare presso il P.O. "San Marco" sito in
Viale Carlo Azeglio Ciampi, 95121 Catania (CT)

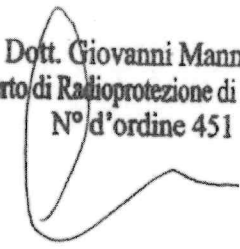
(Artt. 50, 52, 54 e 109 del D.lgs. 101/2020)

Lì 15.05.2024

Dott. Giovanni Mannino
Specialista in Fisica Medica
Esperto di radioprotezione di III grado, n° 451

Albo dei Chimici e dei Fisici di Catania n° 000664 Sez. A

Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 451



PREMESSA

La presente relazione è redatta quale parte integrante dell'istanza nella quale si richiede la modifica del Nulla Osta di Categoria B, a suo tempo ricevuto ai sensi del D.lgs. 101/2020 e s.m.i. in data 03/11/2022 prot. n. 680761 dall'ASP Catania – Dipartimento di Prevenzione, per la pratica di Medicina Nucleare presso il P.O. “San Marco” di Catania (CT) effettuata mediante l'utilizzo di radiofarmaci. Detta modifica consiste in:

1. Aggiungere alle attività già autorizzate con il sopra citato nulla osta la possibilità di effettuare procedure di radioembolizzazione epatica mediante microsfele (di vetro o/e resina) contenenti l'isotopo radioattivo Ittrio 90 (^{90}Y) per un carico radioattivo totale indicato nella presente relazione tecnica di radioprotezione.
2. Aggiungere alle attività già autorizzate con il sopra nulla osta la possibilità di effettuare procedure di diagnostica PET/CT mediante l'utilizzo di Ga-68 prodotto da un generatore di $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ per un carico radioattivo totale indicato nella presente relazione tecnica di radioprotezione.
3. Allestire un piccolo locale presso il P.O. “G. Rodolico” per lo stoccaggio temporaneo di rifiuti speciali ospedalieri potenzialmente contaminati da materiale radioattivo venuto a contatto con liquidi biologici (urina, sangue, sudore, ecc) di pazienti a cui sono stati somministrati radiofarmaci, in attesa dell'allontanamento.
4. Estendere l'autorizzare per l'allontanamento dei rifiuti radioattivi prodotti dalla pratica di Medicina Nucleare presso la l'A.O.U. Policlinico “G. Rodolico-San Marco” effettuata mediante l'utilizzo di radiofarmaci ai sensi dell'art.54 del D.lgs. 101/2020 e s.m.i. considerando anche i nuovi radioisotopi ($^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ e ^{90}Y).

Nel proseguo della presente relazione, salvo diversa ed esplicita citazione, tutti gli articoli cui si farà riferimento sono da intendersi relativi al Decreto Legislativo 31 Luglio 2020, n. 101 e ss.mm.ii., *“Attuazione della direttiva 59/2013/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom e riordino della normativa di settore in attuazione dell'articolo 20, comma 1, lettera a), della legge 4 Ottobre 2019, n.117”*.

In conformità al disposto di cui al punto 3 – Istanza per il rilascio del Nulla Osta – dell'allegato XIV del D.lgs 101/2020, la presente relazione, da allegare all'istanza per l'ottenimento del Nulla Osta di Cat. B, viene suddivisa nelle seguenti parti:

- Parte I: Informazioni di cui al punto 3.3 dell'Allegato XIV;
- Parte II: Informazioni di cui al punto 3.4 dell'Allegato XIV;
- Parte III: Informazioni di cui ai punti 3.5, 3.6, 3.7 dell'Allegato XIV;
- Parte IV: Informazioni di cui al punto 3.8 dell'Allegato XIV;
- Valutazioni di cui all'articolo 151.

Inoltre, tale relazione costituisce anche il documento indicato al comma 2 dell'art. 109 del D.lgs 101/2020 e fa parte del documento di cui all'art. 17, comma 1, lettera a) del D.lgs 81/08, per i soli aspetti concernenti i rischi da radiazioni ionizzanti.

**PARTE I: INFORMAZIONI DI CUI AL PUNTO 3.3 – ALLEGATO XIV – D.LGS.
101/2020**

Punto 3.3.a) – Generalità

Ragione Sociale:	Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico “G. Rodolico – San Marco”
Sede legale:	Via S. Sofia, 78 – 95123 Catania (CT)
Codice Fiscale e P.IVA:	04721290874
Sede della U.O.C di Medicina Nucleare:	P.O. “San Marco” Viale Carlo Azeglio Ciampi, 95121 Catania (CT)

Punto 3.3.b) – Tipo di pratica che si intende svolgere

Si conferma l'erogazione delle attività presso l'unità operativa di *Medicina Nucleare*, situata al livello 2 (piano primo) edificio B del P.O. “San Marco”, sito in viale C. Azeglio Ciampi, 95121 Catania.

La pratica di diagnostica medico nucleare in oggetto prevede, in aggiunta alle attività già autorizzate con l'impiego di radioisotopi in vivo, anche l'impiego del radioisotopo Gallio 68 (^{68}Ga) e la possibilità di effettuare procedure di radioembolizzazione epatica mediante microsfele contenenti l'isotopo radioattivo Ittrio 90 (^{90}Y).

Punto 3.3.c) – Ubicazione dei locali e delle aree destinate alla pratica che si intende svolgere

In allegato (*Allegato a*) è riportata la planimetria dei locali oggetto della presente relazione situati al piano terra dell'edificio B sede della U.O.C. di Medicina Nucleare. La distribuzione del reparto rimane inalterata rispetto a quanto già precedentemente autorizzato. Si confermano altresì le schermature a suo tempo previste per le sale del reparto ove viene svolta la pratica in oggetto, non essendo mutati sostanzialmente i carichi di lavoro, le modalità con cui la pratica viene erogata e gli ambienti in cui la pratica viene erogata.

Punto 3.3.d) – Informazioni sui generatori di radiazione

Nel reparto viene utilizzata un'apparecchiatura PET/TC della ditta GE dotata di tubo radiogeno avente le seguenti caratteristiche principali:

Tipo di apparecchiatura	Apparecchio per tomografia computerizzata ad acquisizione volumetrica
Tipo di particelle cariche accelerate	Elettroni
Tipo di generatore	ad alta frequenza
Energia massima delle particelle cariche accelerate (keV)	fino a 140
Corrente massima (mA)	fino a 800
Produzione di neutroni	Assente

Punto 3.3.e) – Sorgenti che si intendono utilizzare

I radionuclidi che vengono detenuti sia in forma non sigillata che sigillata sono riportati nel seguente prospetto ed anche in allegato (*Allegato b*) in termini di detenzione istantanea ed annua.

SORGENTI NON SIGILLATE

Radionuclide	Attività istantanea massima detenibile GBq	Attività massima detenibile in ragione di un anno solare GBq	Note
Mo-99	100	5000	(*) Diagnostica
Tc-99m	100	5000	(*) Diagnostica
I-123	1,11	55,5	Diagnostica
F -18	20	6000	Diagnostica
Ge - 68	3	5	(^) Diagnostica
Ga - 68	3	5	(^) Diagnostica
Y-90	10	500	Terapia

(*) Generatore di Tecnezio-99m costituito da una colonna di Molibdeno-99 (stato fisico solido) da cui il Tc-99m è estratto all'occorrenza (in genere almeno una volta al giorno) per eluizione.

(^) Generatore di Gallio - 68 costituito da una colonna di Germanio - 68 (stato fisico solido) da cui il Ga - 68 è estratto all'occorrenza (in genere almeno una volta al giorno) per eluizione.

SORGENTI SIGILLATE PER LA CALIBRAZIONE E TARATURA DELLE APPARECCHIATURE

Radionuclide	Attività massima presente in ogni istante (Bq)	Attività pervenuta in un anno solare (Bq)
85Sr	1,00E+05	1,00E+05
88Y	1,00E+05	1,00E+05
109Cd	1,00E+05	1,00E+05
113Sn	1,00E+05	1,00E+05
133Ba	1,00E+07	1,00E+07
139Ce	1,00E+05	1,00E+05
22Na	1,00E+07	1,00E+07
54Mn	1,00E+06	1,00E+06
57Co	1,60E+09	1,60E+09
60Co	1,00E+06	1,00E+06
68Ge/68Ga	1,00E+09	1,00E+09
137Cs	1,00E+08	1,00E+08
203Hg	1,00E+06	1,00E+06
241Am	4,00E+08	4,00E+08
129I	2,00E+03	2,00E+03

La detenzione di radionuclidi descritta configura per la pratica il seguente regime autorizzatorio ai sensi degli art. 50 e 52 e allegati in essi richiamati:

- 1) La pratica è soggetta a Nulla Osta in quanto l'attività istantanea e l'attività totale pervenuta o prodotta per anno solare risultano superiori ai limiti di cui all'art. 50, comma c), punti 1) e 2);
- 2) La pratica è soggetta a Nulla Osta di cat. B in quanto l'attività istantanea e l'attività totale pervenuta o prodotta per anno solare non risultano superiori o uguali ai valori riportati nell'allegato XIV punti 1 e 2 (in particolare 1.1 e 2.3).

Punto 3.3.f) – Indicazione sulla eventuale produzione di neutroni

Non si prevede la produzione di neutroni.

**PARTE II: INFORMAZIONI DI CUI AL PUNTO 3.4 – ALLEGATO XIV – D.LGS.
101/2020**

Punto 3.4.a) – Descrizione dei locali e delle aree interessati all'attività

La disposizione dei locali della Medicina Nucleare è descritta in allegato (*Allegato a*). Tali ambienti non subiscono variazioni e/o cambiamenti di alcun tipo (sia in termini strutturali che di destinazione d'uso) rispetto a quanto già precedentemente autorizzato. I diversi locali destinati alla Medicina Nucleare in Vivo sono logicamente e fisicamente separati, in funzione dei rischi di irraggiamento e contaminazione, in "Zona Fredda" e "Zona Calda", in modo tale da consentire un'ideale gestione dei percorsi per i Pazienti Freddi ed i Pazienti Caldi e per il trasferimento dei materiali radioattivi. La distribuzione del Reparto rimane inalterata rispetto a quanto autorizzato.

Si precisa che l'infusione delle microsferi di Itrio 90 nell'arteria epatica per la procedura di radioembolizzazione avviene in sala angiografica del P.O. San Marco già definita Zona Controllata ad accesso regolamentato. Il contenitore con le microsferi viene trasportato dal TSRM di Medicina Nucleare dalla Camera Calda alla sala angiografica percorrendo nel più breve tempo possibile il percorso di transito.

Punto 3.4.b) – Criteri seguiti ai fini della individuazione e della classificazione delle zone e della classificazione del personale addetto

La classificazione di aree e personale è effettuata nel rispetto dell'art.130 del D.lgs. 101/2020 con i criteri di cui all'Allegato XXIV del presente decreto. In via cautelativa si ritiene tutta l'area calda del reparto nei quali vi sia stazionamento o passaggio di sorgenti/pazienti iniettati, come "zona controllata".

Il personale è classificato ai sensi dell'art. 133 del D.lgs. 101/2020 con i criteri e modalità fissate nell'allegato XXII del medesimo decreto, sulla base dei carichi di lavoro cui sono esposti i lavoratori. Sulla base dei carichi di lavoro individuali, della tipologia delle esposizioni, del rispetto delle norme interne di radioprotezione e delle corrette modalità di lavoro, il personale adibito ad attività di Medicina Nucleare sarà classificato Esposto di Categoria A o B.

Sulla base dell'entità del rischio valutato, delle caratteristiche dei radionuclidi impiegati, della finalità dell'impiego degli stessi, della classificazione delle zone di lavoro e del carico di lavoro previsto, si confermano le classificazioni in categoria A del personale Medico Nucleare, TSRM, Infermieri e Ausiliari.

Punto 3.4.c) – Descrizione delle operazioni che si intendono svolgere, delle sorgenti di radiazione e delle attrezzature

Si confermano le pratiche attualmente utilizzate durante lo svolgimento delle attività, nulla varia rispetto a quanto già precedentemente autorizzato. In particolare, al fine di limitare il contatto degli operatori con i radiofarmaci, vengono impiegate le seguenti precauzioni:

- preparazione e dosaggio delle soluzioni radioattive eseguite nei locali predisposti, all'interno delle celle schermate e di un sistema mobile per la distribuzione di FDG in siringhe all'interno di infusori automatici. Gli infusori con la siringa riempita del radiofarmaco, possono essere portati nella sala d'infusione lasciando l'unità centrale nella sala di distribuzione, oppure si può decidere di spostare l'unità centrale con l'infusore direttamente di fianco al paziente;
- schermaggio delle dosi da somministrare (a seconda delle necessità, nelle siringhe schermate e/o nei contenitori di trasporto schermati);
- uso, ove possibile, di idonei indumenti protettivi, sempre che il loro impiego non pregiudichi il normale e rapido svolgimento delle operazioni.

La limitazione del contatto fra gli operatori ed i pazienti cui è già stato somministrato il radiofarmaco è ottenuta con la corretta applicazione delle logiche di percorso previste sia per i pazienti sia per gli operatori.

Il paziente viene indirizzato nel locale Somministrazione, dove gli viene somministrata la dose di radiofarmaco per via endovenosa (per alcuni esami specifici la somministrazione, per via endovenosa, può essere effettuata nel locale Ergometria o direttamente nel locale Diagnostica).

Ricevuta la dose di radiofarmaco, il paziente viene indirizzato nel locale Attesa Calda, dove si tratterà per un tempo variabile a seconda della tipologia dell'esame cui deve essere sottoposto e dal quale si trasferirà, su chiamata del personale, nella Sala Diagnostica (SPECT o CT/PET) per l'esecuzione dell'esame. Al termine dell'esame, il paziente uscirà dal presidio attraverso l'Uscita Calda, percorrendo la via più breve verso l'uscita dallo stabile.

Sono previste procedure di radioembolizzazione epatica mediante microsferi marcate con ^{90}Y . La preparazione dell'attività di microsferi da utilizzare viene effettuata dal TSRM nei locali della Camera Calda circa 40 min prima della procedura di radioembolizzazione. Una volta preparata la dose, il contenitore predisposto viene trasportato in sezione angiografica. Al termine della prestazione angiografica/medico nucleare, il paziente viene trasportato in una delle stanze di degenza ordinaria dal personale ausiliario. Si fa presente che le microsferi utilizzate nella procedura di radioembolizzazione rimangono in modo permanente all'interno del fegato del paziente e che gli escreti del paziente stesso risultano quindi a basso contenuto di radioattività.

Si fa presente infine che all'interno della camera calda sono presenti unicamente le attrezzature, gli strumenti, i materiali, i prodotti e i presidi sanitari necessari alla fase di preparazione, frazionamento e controlli di qualità dei radiofarmaci.

Tutte le attrezzature sono qualificate prima dell'utilizzo per verificare che siano installate correttamente e che siano in grado di operare secondo specifiche.

Punto 3.4d) – Individuazione e Analisi degli eventuali scenari comportanti esposizioni potenziali e delle specifiche modalità di intervento al fine di prevenire le esposizioni o di limitarne le conseguenze sui lavoratori e sulla popolazione.

Il rispetto delle norme di radioprotezione, anche in situazioni incidentali, consente di garantire, per tutto il personale radioesposto, il non superamento del valore di 1/4 dei limiti di dose per i lavoratori, così come definiti nel D.lgs. 101/2020. Tra gli eventi accidentali, viste le modalità di lavoro, lo scenario più critico è configurabile con la contaminazione della cute dell'operatore che manipola le dosi. Chiaramente i livelli di equivalente di dose impegnata dalla cute della persona contaminata sono difficili da valutare poiché si ha a che fare con molti elementi che influenzano l'andamento della contaminazione.

Si possono altresì fare delle valutazioni ipotizzando che la procedura di decontaminazione sia stata efficace (riuscendo a raggiungere il 95% di contaminante rimosso) e che la contaminazione residua non produca un incremento della dose superiore alla dose assorbita nel periodo trascorso dall'evento contaminante e decontaminazione. Con queste ipotesi, che si presentano in particolare quando ci si attiene alle procedure di sicurezza, raramente si possono configurare livelli di equivalente di dose apprezzabili. Infatti, le procedure in vigore riducono fortemente il rischio di contaminazione della cute e ne limitano le conseguenze. Infatti, i radioisotopi vanno manipolati indossando sempre guanti del tipo usa e getta e sempre al termine delle manipolazioni l'operatore deve effettuare una verifica della contaminazione personale cui deve subito dare seguito la procedura di decontaminazione se si evidenzia una contaminazione radioattiva. Logicamente se non si esegue come prescritto il monitoraggio della contaminazione personale cresce il tempo di esposizione della cute da cui possono derivare in modo proporzionale le dosi assorbite.

Punto 3.4.e) – Produzione e modalità di gestione dei rifiuti radioattivi e dei materiali di riciclo o riutilizzati

Rifiuti Solidi

L'attività di *Diagnostica Medico Nucleare* comporta una limitata produzione di rifiuti radioattivi. I rifiuti radioattivi solidi sono essenzialmente costituiti dalle siringhe dei radiofarmaci, da flaconi in vetro e da altri materiali accessori impiegati nella preparazione dei radiofarmaci, nel trasferimento delle soluzioni (aghi, aghi-canula, ecc.) e dai guanti impiegati dagli operatori. Tali rifiuti sono raccolti in dei contenitori in materiale plastico di piccolo volume, resistente agli oggetti taglienti per essere successivamente gestiti, dopo idoneo tempo di decadimento. L'attività di *Terapia Medico Nucleare* comporta la produzione di rifiuti di tipo solido prodotti direttamente dai pazienti come residui alimentari, biancheria, carta ecc. I generatori di ⁹⁹Mo e ⁶⁷Ge sono sorgenti a reintegro, ovvero verranno riconsegnate al produttore quando esauste e sostituite con nuovi generatori.

Rifiuti Liquidi

I rifiuti in forma liquida si configurano essenzialmente sottoforma di reflui radioattivi dei pazienti somministrati durante le attività di diagnostica e terapia. Come meglio trattato nel seguito, i pazienti somministrati hanno a disposizione specifici servizi sanitari a scarico controllato collegati ad un sistema di vasche di raccolta che provvedono allo stoccaggio temporaneo prima dell'immissione nel sistema fognario cittadino.

Rifiuti Aeriformi

Per la pratica che si intende svolgere non è prevista la produzione di rifiuti allo stato aeriforme.

Punto 3.4.f) – Vincoli di dose per la popolazione e per i lavoratori

Per i lavoratori addetti, i vincoli di dose proposti seguono la rispettiva classificazione; nello specifico i vincoli di dose per i lavoratori classificati in categoria A corrispondono a circa un terzo dei limiti di dose per i lavoratori esposti: 6 mSv di dose efficace, 6 mSv di dose equivalente al cristallino, 150 mSv di dose equivalente per pelle ed estremità. Analogamente, per i lavoratori classificati in categoria B i vincoli di dose corrispondono ai valori di dose la cui suscettibilità di superamento comporta la classificazione nella categoria di maggiore rischio: 2 mSv di dose efficace, 5 mSv di dose equivalente al cristallino, 50 mSv di dose equivalente per la pelle e 50 mSv alle estremità.

Per la popolazione si possono distinguere due gruppi di riferimento:

- 1) personale afferente alla struttura che si trova a transitare nei pressi delle aree oggetto del presente documento. Per loro il vincolo di dose è fissato a un terzo del limite di dose efficace per la popolazione (0.3 mSv/anno).
- 2) persone della popolazione esterne alla struttura per la quali è fissato un vincolo pari alla non rilevanza radiologica ovvero 0.01 mSv/anno.

Per le aree di lavoro si distinguono i seguenti vincoli di dosi ambientali:

Aree esterne	Aree interne alle zone controllate	Sale comandi	Aree di lavoro e attese calde
0,5 mSv/anno	1 mSv/anno	1 mSv/anno	(*)

(*) non viene fissato alcun vincolo (serve per verificare il carico di lavoro)

PARTE III: INFORMAZIONI DI CUI AI PUNTI 3.5, 3.6, 3.7 – ALLEGATO XIV – D.LGS. 101/20

RIFIUTI SOLIDI - INFORMAZIONI DI CUI AI PUNTI 3.5 – ALLEGATO XIV – D.LGS. 101/20

Punto 3.5.a) – Modalità di raccolta, confezionamento, tracciabilità e contabilizzazione, con riferimento alle norme di buona tecnica applicabili

I rifiuti radioattivi solidi prodotti nelle attività di diagnostica medico nucleare sono costituiti generalmente da:

- a) flaconi delle soluzioni madre, materiali di uso corrente, quali siringhe, garze, boccette, guanti, carta, ecc., nonché eventuale biancheria contaminata, i prodotti di manipolazione del radiofarmaco, del controllo qualità, i kit di sintesi, i kit di frazionamenti, i taglienti, i VIALS di vetro, i panni monouso, gli eventuali indumenti contaminati, guanti monouso. Tutti questi rifiuti possono essere contaminati dai radionuclidi che si intende utilizzare nella pratica in oggetto. Operativamente, per i rifiuti prodotti con questi radionuclidi si propone un livello di allontanamento pari a 10 kBq/kg per ciascun radionuclide che, nel rispetto delle

valutazioni riportate in allegato (Allegato c), comporterà una produzione complessiva di circa 870 MBq di attività rilasciata in ambiente. Si specifica che tale valore è stato ottenuto in considerazione di un carico di lavoro ampiamente sovrastimato.

- b) colonne esauste di molibdeno, potenzialmente contaminate da $^{99}\text{Mo} \rightarrow ^{99\text{m}}\text{Tc}$. Tali colonne vuote sono sorgenti a reintegro e pertanto vengono riconsegnate non prima di 1 mese dal loro cessato utilizzo e non comportano un impatto ambientale in quanto riconsegnate alla ditta fornitrice. Anche le colonne di $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$ vuote sono sorgenti a reintegro.

Punto 3.5.b) – Descrizione del deposito di stoccaggio temporaneo, inclusi i dispositivi di sicurezza e di prevenzione, tra i quali quelli relativi agli allagamenti e agli incendi

I rifiuti indicati al punto 3.5 a), che vengono prodotti giornalmente durante le attività lavorative sono collocati negli appositi contenitori di cui è provvisto il reparto, per essere successivamente trasferiti in idonei locali di deposito rifiuti radioattivi per il loro stoccaggio temporaneo in attesa dell'allontanamento che verrà effettuato nel rispetto dei livelli proposti di seguito.

Punto 3.5.c) – Livelli di allontanamento proposti atti a dimostrare il rispetto dei criteri di non rilevanza radiologica

Dose efficace per l'individuo rappresentativo della popolazione

Per la valutazione dell'impatto ambientale conseguente all'allontanamento e smaltimento dei rifiuti solidi, con i valori di allontanamento proposti ed indicati nel precedente paragrafo, considerando che il destino di tali rifiuti è l'inceneritore, si utilizza un modello Gaussiano semplificato descritto dalla seguente relazione per la valutazione di impatto ambientale:

$$C = \frac{f \times Q \times P}{u}$$

dove:

C : Concentrazione media al recettore [Bq/m^3];

f : Frazione di tempo in cui il vento soffia verso il recettore (adimensionale);

Q : Rate di emissione [Bq/s];

P : Coefficiente di diffusione Gaussiano;

u : Velocità del vento [m/s].

Lo scenario prevede che tutti i rifiuti allontanati dal sito siano bruciati in un inceneritore ed inoltre che l'individuo rappresentativo della popolazione (individuo in genere) viva vicino all'inceneritore e respiri gli effluenti gassosi.

Il modello prevede come starting point una valutazione conservativa dell'attività contenuta nei contenitori per rifiuti solidi (ALIPAK o ROT) al momento del confezionamento e il relativo peso in kg. In tutti i casi si prevede comunque nel modello che una frazione pari a 10^{-3} dell'attività utilizzabile annualmente per diagnostica e una frazione pari a 10^{-4} dell'attività utilizzabile annualmente per terapia (situazione più controllata) possa sfuggire al controllo di gestione dei rifiuti secondo le formule di allontanamento ed essere rilasciato in modo incondizionato in ambiente. In

tutti i casi, le condizioni di calcolo utilizzate per le valutazioni di impatto ambientale dei rifiuti solidi sono riportate nella tabella seguente.

Numero medio di alipak prodotti da ciascun paziente	2
Peso medio alipak	5 kg
Concentrazione per l'allontanamento proposta	10 kBq/kg
Altezza del punto di immissione	70 m
Altezza dell'edificio che ospita il camino	25 m
Frazione di tempo in cui il vento soffia verso il recettore	0,25
Velocità del vento	2 m/s
Fattore di dispersione Gaussiano P per un recettore situato a 100 m	1,00E-05 m ²
Distanza del recettore dal punto di rilascio	100 m
Frazione che sfugge al controllo – terapia	1,00E-04
Frazione che sfugge al controllo – diagnostica	1,00E-03

I coefficienti dosimetrici utilizzati per la valutazione dell'impatto ambientale sono riportati nella Tab. B.1 –NCPR 123: “*Screening Models for Releases of Radionuclides to Atmosphere, Surface Water, and Ground*”, pag. 96 e tengono conto di sei diversi percorsi di introduzione: nube, terreno, vegetali, latte, carne, suolo.

Sulla base delle valutazioni effettuate e riportate in allegato (*Allegato c*) risulta una dose efficace per l'individuo rappresentativo della popolazione derivante dall'allontanamento dei rifiuti solidi, pari a 0,1 nSv/anno, con un livello di allontanamento proposto di 10 kBq/kg per tutti i radionuclidi. L'allontanamento di materiale che sfugge al controllo, nelle condizioni sopra riportate, comporta una dose efficace pari a 2,1 nSv/anno. Entrambi i valori riportati risultano ben al di sotto della non rilevanza radiologica.

Livelli di Allontanamento proposti

Alla luce di quanto sopra esposto si confermano i seguenti livelli di allontanamento proposti:

Rifiuti Ospedalieri Speciali a rischio infettivo (ROT-Rifiuti Ospedalieri Trattati/alipak)

ROT-Rifiuti Ospedalieri Trattati/alipak con peso massimo 5 kg l'uno. Ogni collo è allontanabile con una concentrazione ≤ 10 kBq/kg, per un'attività complessiva rilasciata in ambiente di circa 870 MBq/anno, come riportato nella tabella 1. Rientrano in questi rifiuti: flaconi delle soluzioni madre, materiali di uso corrente, quali siringhe, garze, boccette, guanti, carta, ecc., nonché eventuale biancheria contaminata, i prodotti di manipolazione del radiofarmaco, del controllo qualità, i kit di sintesi, i kit di frazionamenti, i taglianti, i vials di vetro, i panni monouso, gli eventuali indumenti contaminati, guanti monouso.

Tabella 1: Livelli di allontanamento proposti e relativa attività immessa in ambiente per rifiuti solidi (ROT o ALIPAK).

Radioisotopo	Livello di allontanamento proposto (kBq/kg)	Attività immessa in ambiente (MBq/anno)
Tc – 99 m	10	500
F -18	10	325
I -123	10	25
Ga- 68	10	15
Y - 90	10	5
Attività complessiva (MBq)		870

Sulla base delle valutazioni contenute in *Allegato c*, si propone una sintetica richiesta di allontanamento per i rifiuti solidi come di seguito riportato:

1. Soglia per singolo collo di rifiuto radioattivo (ROT o ALIPAK) ≤ 10 kBq/kg;
2. Attività complessiva rilasciata in ambiente ≤ 870 MBq/anno (ROT o ALIPAK).

Punto 3.5.d) – condizioni e le indicazioni tecniche che debbono essere soddisfatte per l'allontanamento, nonché le modalità e le procedure di verifica delle condizioni per l'allontanamento stesso

Ai fini dell'allontanamento è stata sviluppata un'apposita procedura:

- ottenere le informazioni riguardanti la tipologia e la concentrazione di radionuclidi costituenti i rifiuti;
- stabilire i criteri e le modalità da impiegare per l'esecuzione di verifiche radiometriche sui materiali/rifiuti da allontanare.

In particolare, la procedura prevede la suddivisione dei materiali, che si configurano come rifiuti radioattivi, in gruppi coerenti, individuati per radionuclide considerando i processi (procedure cliniche) che hanno portato alla loro formazione. In tal modo, a partire da una verifica radiometrica dei rifiuti prodotti con apposita strumentazione è possibile misurare il valore dell'attività e della concentrazione per unità di massa di ciascun rifiuto al fine di verificare il rispetto dei livelli di allontanamento proposti. Condizione necessaria al fine di questa valutazione sarà quella di produrre rifiuti conoscendo a priori i tipi di radionuclidi presenti in ciascun ROT o ALIPAK, formando dunque il personale ad una efficace gestione della differenziazione dei rifiuti durante l'attività operativa.

Punto 3.5.e) – modalità di registrazione degli smaltimenti nell'ambiente o del conferimento a terzi, con riferimento alle norme di buona tecnica applicabili

Ogni contenitore allontanato è preventivamente censito con apposita etichetta e riportato in atto su apposito registro al fine del corretto tracciamento e conservazione dei dati.

RIFIUTI LIQUIDI - INFORMAZIONI DI CUI AL PUNTO 3.6 – ALLEGATO XIV – D.LGS 101/20

Punto 3.6.a) – Modalità di raccolta, confezionamento, tracciabilità e contabilizzazione, con riferimento alle norme di buona tecnica applicabili

I rifiuti radioattivi liquidi possono provenire solamente dagli scarichi controllati dei bagni caldi, utilizzati dai pazienti somministrati con radiofarmaci. Tali scarichi confluiscono nel sistema di n.3 vasche in parallelo da 5 m³ ciascuna per la raccolta dei rifiuti liquidi poste al livello 1 sotto i locali della medicina nucleare.

L'attività immessa nel sistema di stoccaggio reflui è stata valutata sulla base dell'attività somministrabile per singola prestazione e dalla frazione escreta dal paziente ricavata a partire dai modelli cinetici riportati nelle guide internazionali (ICRP 53, 80, 106, 128) o nei lavori più recenti in letteratura, relativamente ai radiofarmaci attualmente in utilizzo.

Tutti i pazienti somministrati con radiofarmaci a scopo diagnostico permangono presso il centro il tempo utile allo svolgimento dell'esame diagnostico prima della dimissione.

Per ogni radionuclide, ovvero radiofarmaco, utilizzato nella pratica è stato valutato il carico di lavoro e la corrispettiva frazione di attività immessa nel sistema di stoccaggio. In tali condizioni, nel rispetto delle valutazioni riportate in allegato (*Allegato d*), risulta un'attività presente al momento del singolo scarico di una vasca pari a circa 9,2 kBq.

Le attività rilasciate per singolo scarico comportano un volume rilasciato pari a circa 100 % del volume totale di ciascuna vasca, ovvero pari a circa 5 m³ di reflui radioattivi per singolo scarico, con una concentrazione allo scarico molto minore di 1 Bq/g.

Considerando che vengono effettuati 25 scarichi/anno, l'attività totale immessa in ambiente è stimata dunque pari a circa 233 kBq/anno. Si ritiene cautelativo definire comunque una soglia di scarico pari a 1Bq/g.

Punto 3.6 b) - Descrizione, ove applicabile, del deposito di stoccaggio temporaneo, inclusi i dispositivi di sicurezza e di prevenzione, tra i quali quelli relativi agli allagamenti e agli incendi

I reflui radioattivi dei pazienti sono convogliati nelle vasche di stoccaggio temporaneo (3 da 5000 litri ciascuna) che garantiscono lo stoccaggio necessario atto a raggiungere il valore di concentrazione proposta per l'allontanamento e quindi per lo svuotamento. La descrizione dell'impianto in oggetto verrà trattata in modo più approfondito nel punto 3.8.a del presente documento.

Punto 3.6.c) – Formula di scarico proposta con le valutazioni atte a dimostrare il rispetto dei criteri di non rilevanza radiologica

Nel caso di immissione in ambiente di liquami radioattivi, così come descritto nel paragrafo precedente, la verifica della conformità al sistema regolatorio sarà garantita dal rispetto della relazione:

$$\sum_i^n Q_i \times SF_i \times 10^6 < 10 \mu Sv$$

dove $Q_i [Bq \cdot m^{-3}]$ rappresenta il termine sorgente e $SF_i [Sv \cdot Bq^{-1}m^3]$ il coefficiente dosimetrico (Tab C.1. – NCPR 123: “*Screening Models for Releases of Radionuclides to Atmosphere, Surface Water, and Ground*”, pag. 139. Per tale valutazione vengono presi in considerazione 2 scenari:

- scenario per il quale l'attività è trasferita nelle acque di scarico del depuratore e quindi in acque superficiali utilizzate per l'irrigazione. L'individuo rappresentativo della popolazione è identificato in colui che lavora sui campi irrigati con l'acqua di scarico del depuratore e consuma i vegetali, la carne e il latte prodotti dai terreni irrigati con la stessa acqua.
- scenario per il quale l'attività è trasferita nelle acque di scarico del depuratore e successivamente in mare. L'individuo rappresentativo della popolazione è colui che pesca nelle acque marine nelle immediate vicinanze degli scarichi e consuma il pesce potenzialmente contaminato.

Attività è trasferita nelle acque di scarico del depuratore e quindi in acque superficiali utilizzate per l'irrigazione

Nel caso considerato si assume che l'individuo sia a contatto con i campi irrigati per 2000 ore l'anno (8h/giorno*5 giorni/settimana *50 settimane/anno), una portata media dell'acqua del depuratore di 6,72 m³/s ed infine una concentrazione di scarico dalla vasca per ciascun radionuclide minore di 1 Bq/g.

La stima dosimetrica è effettuata considerando un fattore di screening SF_{irr} dato dalla somma dei fattori di screening SF relativi al consumo di vegetali (SF_{veg}), carne (SF_{meat}) e latte (SF_{milk}), prodotti dai terreni irrigati con l'acqua di scarico, nonché quello relativo all'irradiazione da parte del suolo ($SF_{G\&S}$) e all'ingestione di suolo (SF_{soil}), (NCPR 123 pag. 68):

$$SF_{irr} = SF_{veg} + SF_{meat} + SF_{milk} + SF_{G\&S} + SF_{soil} \rightarrow Sv/Bqm^{-3}$$

I risultati della valutazione di impatto ambientale sono riportati nel prospetto riportato in allegato (*Allegato d1*). Nelle suddette valutazioni si è considerato il contributo di dose derivante dall'immissione in ambiente di reflui radioattivi provenienti dal sistema di stoccaggio costituito dalle vasche di raccolta.

Sulla base del carico di lavoro prospettato, considerando cautelativamente che ogni scarico sia effettuato con una concentrazione pari a 1 Bq/g, le stime di dose mostrano un valore dell'ordine di 0.043 μSv/anno, ampiamente inferiore al valore della non rilevanza radiologica (10 μSv), come riportato in allegato (*Allegato d1*).

Attività è trasferita nelle acque di scarico del depuratore e quindi in marine

Nel caso considerato si assume che l'individuo sia a contatto con acqua e fauna marina potenzialmente contaminati per 2000 ore l'anno (8h/giorno*5 giorni/settimana*50 settimane/anno),

una portata media dell'acqua del depuratore di 6,72 m³/s ed infine una concentrazione di scarico dalla vasca per ciascun radionuclide al limite pari a 1 Bq/g.

La stima dosimetrica è effettuata considerando un fattore di screening SF_{tot} dato dalla somma dei fattori di screening SF relativi al nuoto (SF_{swim}), imbarcazione (SF_{boat}), costa (SF_{shore}) e pesci SF_{fish} irrigati con l'acqua di scarico, (NCRP 123 pag. 68):

$$SF_{tot} = SF_{swim} + SF_{boat} + SF_{shore} + SF_{fish} \rightarrow SF/Bqm^{-3}$$

I risultati della valutazione di impatto ambientale sono riportati nel prospetto riportato in allegato (*Allegato d2*). Nelle suddette valutazioni si è considerato il contributo di dose derivante dall'immissione in ambiente di reflui radioattivi provenienti dal sistema di stoccaggio costituito dalle vasche di raccolta.

Sulla base del carico di lavoro prospettato, considerando cautelativamente che ogni scarico sia effettuato con una concentrazione pari a 1 Bq/g, le stime di dose mostrano un valore dell'ordine di 0.006 µSv/anno, ampiamente inferiore al valore della non rilevanza radiologica (10 µSv), come riportato in allegato (*Allegato d2*).

Infine, nel rispetto delle valutazioni riportate nell'allegato d2, considerando la frazione di attività escreta da ciascun paziente nel proprio domicilio a seguito dell'indagine diagnostica, si è valutata la quantità di attività rilasciata dai pazienti presso le proprie abitazioni e riportata nella tabella 2.

Tabella 2: quantità di attività rilasciata dai pazienti presso le proprie abitazioni.

Radioisotopo	(MBq/anno)
Tc - 99 m	1,92E+4
F -18	7,99E+5
I -123	2,37E+4
Ga - 68	1,20E+3

Per quanto riguarda la valutazione della dose ai lavoratori dell'impianto di depurazione nella Tabella 3 sono riportati i calcoli della dose da irradiazione esterna e da inalazione effettuato secondo il metodo IAEA SRS 19. Al fine del calcolo è stata considerata la concentrazione media dei fanghi durante il periodo di trattamento (20 giorni) per tenere conto del decadimento dei fanghi stessi durante tale periodo. Inoltre, per quanto riguarda l'irradiazione esterna, sono stati considerati i coefficienti di dose per irraggiamento dal suolo contaminato fino a profondità infinita, riportati nel documento FGR15, mentre, per quanto riguarda l'irradiazione da inalazione, sono stati considerati i coefficienti di dose efficace impegnata per unità di introduzione per inalazione h(g) massimi, per ciascun radioisotopo, riportati nella ICRP 119. La dose efficace da irradiazione esterna risulta essere inferiore a 0,34 µSv/anno, mentre la dose efficace impegnata da inalazione risulta essere 1,75E-07 µSv/anno. Pertanto la dose efficace totale per i suddetti lavoratori risulta essere inferiore a 10 µSv/anno.

Tabella 3: dose ai lavoratori dell'impianto di depurazione

Valutazione della dose assorbita dai lavoratori di un impianto di depurazione							
a) Dose da irradiazione esterna							
Bacino di utenza del depuratore (persone):	500000						
Produzione rifiuti/anno procapite (kg secco):	20						
Residuo secco annuo trattato (kg/anno):	10000000						
Densità del residuo secco (kg/m³):	1600						
Rapporto residuo secco/umido:	0,05						
Fattore di occupazione (su 1000 ore anno):	0,114						
Tempo trattamento fanghi (g):	20						
Isotopo	Attività pervenuta al depuratore (MBq/anno)	λ_{fis} (d ⁻¹)	Fattore di correzione per decadimento	Concentrazione media fango umido (Bq/kg)	Coefficiente dosimetrico per irraggiamento* (Sv/anno per Bq/kg)	Dose efficace [μSv/anno]	
F-18	4,81E+03	9,09	0,006	1,32E-01	1,47E-06	2,21E-02	
Tc - 99 m	2,00E+05	2,76	0,018	1,81E+01	1,39E-07	2,86E-01	
I- 123	5,92E+03	1,26	0,040	1,18E+00	1,79E-07	2,39E-02	
Ga - 68	3,00E+02	14,72	0,003	5,10E-03	1,48E-06	8,59E-04	
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,26	0,192	1,44E-01	1,14E-07	1,87E-03	
					Totale [μSv/anno]	0,34	
Note:							
* FGR 15 (Tab. 4 -5)							
b) Dose da inalazione							
Rate annuale di inalazione (m³/anno):	8400						
Fattore di risospensione (kg/m³):	1,0E-07						
Fattore di occupazione (su 2000 ore anno):	0,228						
Isotopo	Attività pervenuta al depuratore (MBq/anno)	λ_{fis} (d ⁻¹)	Fattore di correzione per decadimento	Concentrazione media fango umido (Bq/m³)	Attività inalata (Bq/anno)	Coefficiente dosimetrico per inalazione (Sv/Bq)	Dose efficace impegnata [μSv]
F-18	4,81E+03	9,09	0,006	1,32E-01	2,53E-05	9,30E-11	2,36E-09
Tc - 99 m	2,00E+05	2,76	0,018	1,81E+01	3,47E-03	2,90E-11	1,01E-07
I- 123	5,92E+03	1,26	0,040	1,18E+00	2,25E-04	1,10E-10	2,48E-08
Ga - 68	3,00E+02	14,72	0,003	5,10E-03	9,76E-07	8,10E-11	7,90E-11
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,26	0,192	1,44E-01	2,76E-05	1,70E-09	4,69E-08
						Totale [μSv/anno]	1,75E-07
					Dose efficace totale [μSv/anno]		
					2,21E-02		
					2,86E-01		
					2,39E-02		
					8,59E-04		
					1,87E-03		
Totale [μSv/anno]					0,34		

Formula di scarico

Sulla base delle considerazioni riportate nella presente relazione, nel rispetto delle valutazioni di cui all'Allegato d, si prevede una soglia di scarico per ciascun radionuclide pari a 1 Bq/g quale refluo radioattivo liquido immesso nel sistema fognario comunale.

Sulla base del criterio di allontanamento proposto, nel rispetto delle valutazioni di cui all'*Allegato d*, si prevede un'immissione in ambiente pari a circa 0,233 MBq/anno, come reflui radioattivi immessi nel sistema fognario come riportato nella tabella 4.

Tabella 4: Attività totale immessa nel sistema fognario per anno solare.

Radioisotopo	Attività immessa in ambiente (kBq/anno)
Tc - 99 m	0
F -18	0
I -123	233
Ga - 68	0
Attività complessiva kBq	233

Punto 3.6.d) – Condizioni e le indicazioni tecniche che debbono essere soddisfatte per l'allontanamento, nonché le modalità e le procedure di verifica delle condizioni per l'allontanamento stesso

L'allontanamento dei rifiuti è effettuata previa misura delle concentrazioni di attività nella vasca da scaricare attraverso un rivelatore a ioduro di sodio con un cristallo a scintillazione di alta sensibilità ovvero di ampio spessore. Lo strumento è installato su un pozzetto a basso fondo in geometria marinelli e garantisce misure di concentrazioni compatibili con la formula di scarico, ovvero 1 Bq/g. Come discusso, questa sarà impostata come soglia di scarico verso il sistema fognario ospedaliero.

Punto 3.6.e) – Modalità di registrazione degli smaltimenti nell'ambiente o del conferimento a terzi, nonché quelle di conservazione delle informazioni

I risultati delle verifiche effettuate prima di ogni scarico, verranno archiviati su supporto informatico al fine del corretto tracciamento e conservazione dei dati.

INFORMAZIONI E DOCUMENTAZIONE RELATIVE AI MATERIALI DESTINATI AL RICICLO O ALLA RIUTILIZZAZIONE - INFORMAZIONI DI CUI AL PUNTO 3.7 – ALLEGATO XIV – D.LGS 101/2020

In questa sezione verranno riportate le valutazioni richieste ai sensi del punto 3.7, All. XIV per le attività di medicina nucleare, ovvero nello specifico:

- a) modalità di raccolta, confezionamento, tracciabilità e contabilizzazione, con riferimento alle norme di buona tecnica applicabili;
- b) descrizione, ove applicabile, del deposito di stoccaggio temporaneo, inclusi i dispositivi di sicurezza e di prevenzione, tra i quali quelli relativi agli allagamenti e agli incendi;
- c) livelli di allontanamento proposti atti a dimostrare il rispetto dei criteri di non rilevanza radiologica fissati con il decreto di cui all'articolo 2, comma 3;

- d) condizioni e le indicazioni tecniche che debbono essere soddisfatte per l'allontanamento, nonché le modalità e le procedure di verifica delle condizioni per l'allontanamento stesso;
- e) modalità di registrazione del conferimento a terzi, nonché quelle di conservazione delle informazioni;
- f) programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività, nonché delle prove previste;
- g) modalità previste per la disattivazione delle installazioni;
- h) valutazione delle dosi per i lavoratori e per l'individuo rappresentativo della popolazione in condizioni di normale attività;
- i) risultati delle valutazioni di cui all'articolo 174;
- j) criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'articolo 130 ed all'articolo 132 del presente decreto;
- k) indicazione delle modalità con cui si intende adempiere agli ulteriori pertinenti obblighi di cui all'articolo 109 del presente decreto, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione; indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di cui agli articoli 110 e 111.

Per quanto richiesto ai punti a), b), c), d), e) del punto 3.7 dell'allegato XIV, non è previsto il riciclo e/o il riutilizzo di alcuna parte "calda" proveniente dalle attività di Medicina Nucleare che si può configurare quindi come rifiuto radioattivo e come tale venire allontanato con le modalità sopra descritte.

Verranno altresì di seguito approfonditi e descritti gli altri paragrafi del punto 3.7 dell'allegato XIV.

Punto 3.7.f) – Programmi di costruzione o di adattamento dei locali e delle aree destinati allo svolgimento delle attività, nonché delle prove previste

La logica di progettazione del reparto è mostrata nella planimetria riportata in allegato (*Allegato a*). Relativamente alle schermature installate, nulla varia rispetto a quanto già autorizzato.

Punto 3.7.g) – Modalità previste per la disattivazione delle installazioni

La disattivazione degli impianti è prevista, alla luce dei riferimenti validi alla stesura della presente relazione, in accordo con le indicazioni e le modalità contenute nella guida IAEA Safety Standards Series WS-G-2.2 "Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities".

All'atto della decisione di procedere alla disattivazione, la sequenza delle operazioni si svilupperà secondo le modalità che al momento possono essere previste come nel seguito delineato.

Al termine del ciclo delle operazioni del reparto, sarà opportuno procedere ad una caratterizzazione del sito che si può prevedere articolata nelle seguenti fasi:

- 1- Tempo di attesa di almeno 15 giorni: un opportuno tempo di attesa consente di eliminare tutta la radioattività dovuta ai radionuclidi a breve emivita tipicamente prodotti ed impiegati nel sito. Il tempo di attesa consente inoltre di abbattere in modo sostanziale i problemi di contaminazione rimovibile.

- 2- Indagine radiometrica degli ambienti: il controllo, da prevedersi eseguito con strumentazione portatile dotata di rivelatori per spettrometria X,γ permette la verifica della eventuale permanenza di zone contaminate e la individuazione di eventuali sorgenti sigillate del tipo per il controllo di apparecchiature che fossero rimaste nell'area in attesa di smaltimento.

Completata la prima fase di caratterizzazione è possibile procedere con la pianificazione degli interventi, che si può prevedere articolata come segue:

- 1- Smontaggio e rimozione strutture, strumentazioni ed arredi dei laboratori: si prevede che tali sistemi e componenti, destinati essenzialmente al trattamento dei radionuclidi a breve tempo di dimezzamento, non presentino nessuna contaminazione residua. Il piombo di risulta verrà smontato da operatori appositamente attrezzati (guanti, indumenti da lavoro, maschere per il viso e quant'altro) ed avviato alla raccolta ed al riciclaggio, se ed in quanto possibile nel rispetto della normativa vigente.
- 2- Misure finali di sorveglianza fisica: al termine della disinstallazione il sito verrà ispezionato al fine di confermare la rimozione di tutte le sorgenti radioattive e di valutare la contaminazione residua degli ambienti.
- 3- Predisposizioni delle registrazioni e dei rapporti: le misure e le valutazioni verranno registrate; i relativi rapporti costituiranno parte conclusiva della documentazione di sorveglianza fisica relativa all'impianto e saranno utilizzati per le pratiche amministrative e per le eventuali autorizzazioni relative al processo di disinstallazione

Punto 3.7.h) – valutazione delle dosi per i lavoratori e per l'individuo rappresentativo della popolazione in condizioni di normale attività

Di seguito saranno analizzati i rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti degli operatori che impiegano i radiofarmaci PET e SPECT a scopo diagnostico nella normale attività inclusi i rischi dovuti a eventi anomali e/o malfunzionamenti. Per quanto riguarda i trattamenti di radioembolizzazione epatica mediante microsfele marcate con Y-90 verrà dedicato un capitolo al termine di questo punto 3.7.h)

Operatori della U.O. di medicina nucleare

Si ipotizza il seguente organigramma del personale che opera presso il centro di medicina nucleare: 3 medici specialisti; 4 tecnici sanitari di radiologia medica; 2 infermieri; 2 ausiliari.

L'esposizione esterna del personale è dovuta sia alla preparazione e somministrazione delle sostanze radioattive, sia all'esecuzione degli esami scintigrafici. Al fine della valutazione del rischio da esposizione esterna si considera per la diagnostica univocamente l'impiego di ^{18}F e $^{99\text{m}}\text{Tc}$, di cui è previsto al momento un impiego molto superiore a quello degli altri radioisotopi.

Si considerano inoltre cautelativamente i seguenti ratei di dose equivalente intorno alle sorgenti:

^{18}F :

- 158 $\mu\text{Sv/h GBq}$ a 100 cm da un normale flacone da 10 ml
- 92 $\mu\text{Sv/h}$ a 100 cm per GBq (rateo di dose equivalente intorno ai pazienti sottoposti ad esame scintigrafico subito dopo la somministrazione

^{99m}Tc

- 22,4 $\mu\text{Sv/h}$ a 1 m per GBq intorno a una sorgente di ^{99m}Tc (vial)
- < 10 $\mu\text{Sv/h}$ a 1 m per GBq intorno a un paziente somministrato

Attività in camera calda

Preparazione del radiofarmaco

Nel caso in cui il radiofarmaco venga acquistato già pronto per la somministrazione, la preparazione consiste nel semplice frazionamento dell'attività in siringhe. A tal fine è previsto l'impiego di un sistema automatico per la preparazione e calibrazione delle siringhe monodose. Manipolazioni di piccole quantità di radioattività (dell'ordine di 300 - 400 kBq), per l'effettuazione dei controlli di qualità del radiofarmaco, verranno effettuate sotto cappa dietro barriere protettive.

Dose efficace collettiva

Considerando che le operazioni di manipolazione avvengono in cella calda schermata, l'esposizione del corpo dell'operatore risulta essere molto ridotta. In termini ampiamente cautelativi può essere ipotizzata un'esposizione, dovuta all'estrazione del radioisotopo dalla cella calda e al suo trasporto, a un'attività totale annua di 1200 GBq per il ^{18}F e di 3700 GBq per il ^{99m}Tc , a una distanza di 50 cm, per un tempo di 20" (1/180 h). Si ha pertanto:

- ^{18}F

$$158 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 1/180 \text{ h} * 1200 \text{ GBq} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 4214 \mu\text{Sv/anno}$$

- ^{99m}Tc

$$22,4 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 1/180 \text{ h} * 3700 \text{ GBq} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 1842 \mu\text{Sv/anno}$$

Si ha inoltre un'esposizione dovuta alla presenza del radiofarmaco nella cella calda, valutabile considerando, sempre in termini cautelativi, una presenza continua di 20 GBq di ^{18}F e trascurando il contributo del ^{99m}Tc , in cella calda, un'attenuazione della schermatura della cella calda di 1/500, una distanza media di 1 m e la presenza del personale nel locale di 1,5 h/giorno, in:

$$158 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 450 \text{ h} * 20 \text{ GBq} * 1/500 * 1 \text{ m}^{-2} = 2844 \mu\text{Sv/anno}$$

per un totale di 8900 $\mu\text{Sv/anno}$.

Dose equivalente alle mani

La dose assorbita dalle mani degli operatori addetti alla preparazione del radiofarmaco dipende sostanzialmente dalla procedura adottata per il frazionamento della soluzione madre. In letteratura sono riportati per il ^{18}F valori di dose media fino a 200 μSv per GBq somministrato per situazione in cui non era utilizzato il frazionatore automatico (Martí-Clement et al.2002). Nel caso di impiego di sistemi di frazionamento automatico, si può ipotizzare una riduzione della dose pari ad almeno il 75% del valore sopra indicato. Cautelativamente può essere quindi valutata, supponendo la somministrazione di 1200 GBq/anno, una dose equivalente alle mani pari a:

$$0,2 \text{ mSv/GBq} * 1200 \text{ GBq/anno} * 0,25 < 60 \text{ mSv/anno}$$

E quindi una dose equivalente alla pelle (*)

$$60 \text{ mSv/anno} * 3,5 \text{ (fattore dose pelle/dose mani)} = 210 \text{ mSv/anno}$$

() la dose alla pelle è determinata direttamente moltiplicando la dose alle mani per un fattore 3,5, ricavato dall'analisi dei dati riportati in letteratura, che è più cautelativo del fattore 3 raccomandato dall'ICRP21.*

Si stima invece per il ^{99m}Tc la seguente dose equivalente alle mani in camera calda con l'uso della pinza (20 cm) e per un tempo di 60 sec.

$$22,4 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 1/60 \text{ h} * 3700 \text{ GBq} * 1/0,04 \text{ m}^{-2} < 35 \text{ mSv/anno}$$

Esposizione Interna

La stima del rischio da esposizione interna può essere fatta valutando la dose efficace impegnata assorbita dagli operatori addetti mediante la stima della frazione dell'attività annua manipolata incorporata per tali attività, moltiplicata per il coefficiente di dose efficace impegnata di cui all'allegato XXIV punto 1 paragrafo 1.5 del D. Lgs 101/2020 (ICRP119).

Le frazioni incorporate possono essere ricavate secondo quanto indicato dal documento GD-150 "Designing and Implementing a Radiobioassay Program", che consente di valutare la frazione potenziale di incorporazione (PIF - Potential intake fraction) ovvero la frazione dell'attività manipolata che viene incorporata dall'operatore a seguito di una determinata attività comportante l'impiego di sorgenti radioattive non sigillate. Tale documento considera il fattore di Brodsky, che è stato verificato sperimentalmente essere la frazione incorporata dell'attività manipolata o in ogni caso coinvolta in diverse situazioni, anche incidentali, corretta per alcuni fattori relativi alle caratteristiche delle sostanze radioattive e delle modalità di manipolazione: fattore di rilascio, fattore di confinamento, fattore di dispersione e fattore "special form".

Considerate le caratteristiche e le modalità di manipolazione delle sostanze radioattive impiegate all'interno della camera calda sono stati considerati i seguenti valori dei suddetti fattori:

Fattore di rilascio:

- = 1 per le sostanze molto volatili, quali il radioiodio;
- = 0,1 per le sostanze poco volatili;
- = 0,01 per i liquidi in generale e per ampie aree contaminate

Fattore di confinamento:

- = 0,1 per le attività di preparazione dei radiofarmaci (manipolazione all'interno di una cella calda ben ventilata e con accesso solo attraverso i portelli per le mani);
- = 1 per le attività di controllo di qualità (manipolazione sotto cappa);
- = 2 per impiego di sostanze pseudo sigillate ($T_{1/2} < 7 \text{ gg}$; attività svolta in modo uniforme nel corso dell'anno; materiale non costituito da aerosol o portato in ebollizione; materiale costituito da soluzione liquida; materiale contenuto in flaconi multidose o in altra forma di contenimento o nei pazienti);
- = 5 per le altre situazioni (radiofarmaci con $T/2 > 7 \text{ gg}$ contenuti in flacone a tenuta o in altra forma di contenimento o in forma di capsule).

Sono stati invece posti pari a 1 i fattori di dispersione e "special form".

Per quanto riguarda il controllo di qualità è stata considerata cautelativamente la manipolazione del 5% dell'attività totale annua manipolata.

Sulla base di quanto sopra indicato è possibile effettuare le valutazioni delle dosi efficaci impegnate collettive assorbite in un anno a seguito della preparazione dei radiofarmaci (Tabella 5) e dell'effettuazione del controllo di qualità (Tabella 6).

La dose efficace impegnata collettiva risulta essere inferiore a 313 μ Sv ad esclusione del controllo di qualità

Sulla base delle valutazioni sopra effettuate risultano i seguenti valori di dose collettiva agli operatori in camera calda:

	Dose efficace (mSv/anno)	Dose equivalente alla mani e pelle (mSv/anno)
Irradiazione Esterna	8,9	95 (mani), 210 (pelle)
Irradiazione Interna	0,313	---
Dose totale	9,213	95 (mani), 210 (pelle)

Tabella 5 - preparazione dei radiofarmaci

Isotopo	attività annua manipolata (MBq)	Brodsky factor	fattore di confinamento	fattore di rilascio	fattore di occupazione	PIF (ingestione)	PIF (inalazione)	attività annua ingerita (MBq)	h(g) _{ing} (μ Sv/MBq)	attività annua inalata	h(g) _{inal} (μ Sv/MBq)	dose efficace totale impegnata (μ Sv)
F-18	1,20E+06	1,00E-06	0,1	0,1	1	1,00E-07	1,00E-08	0,1200	49	0,01200	93	7,00
I-123	9,25E+06	1,00E-06	0,1	1,0	1	1,00E-07	1,00E-07	0,9250	210	0,92500	110	296,00
Ga-68	3,00E+04	1,00E-06	0,1	0,1	1	1,00E-07	1,00E-08	0,0030	100	0,00030	81	0,32
T-99m	3,70E+06	1,00E-06	0,1	0,1	1	1,00E-07	1,00E-08	0,3700	22	0,03700	29	9,21
TOTALE												312,53

Tabella 6 - Controllo qualità

Isotopo	attività annua manipolata (MBq)	Brodsky factor	fattore di confinamento	fattore di rilascio	fattore di occupazione	PIF (ingestione)	PIF (inalazione)	attività annua ingerita (MBq)	h(g) _{ing} (μ Sv/MBq)	attività annua inalata	h(g) _{inal} (μ Sv/MBq)	dose efficace totale impegnata (μ Sv)
F-18	3,00E+05	1,00E-06	1,0	0,1	1	1,00E-06	1,00E-07	0,3000	49	0,03000	93	17,49
I-123	4,63E+05	1,00E-06	1,0	1,0	1	1,00E-06	1,00E-06	0,4625	210	0,46250	110	148,00
Ga-68	1,50E+03	1,00E-06	1,0	0,1	1	1,00E-06	1,00E-07	0,0015	100	0,00015	81	0,16
T-99m	2,50E+05	1,00E-06	1,0	0,1	1	1,00E-06	1,00E-07	0,2500	22	0,02500	29	6,23
TOTALE												171,88

Tabella 7 - Somministrazione ed esecuzione dell'esame

Isotopo	attività annua somministrata (MBq)	Brodsky factor	frazione contaminante	fattore di confinamento	fattore di rilascio	fattore di occupazione	PIF (ingestione)	PIF (inalazione)	attività annua ingerita (MBq)	h(g) _{ing} (μ Sv/MBq)	attività annua inalata	h(g) _{inal} (μ Sv/MBq)	dose efficace totale impegnata (μ Sv)
F-18	1,20E+06	1,00E-06	5,00E-03	2	0,1	1	1,00E-08	1,00E-09	0,0120	49	0,0012	93	0,70
I-123	9,25E+06	1,00E-06	5,00E-03	2	1,0	1	1,00E-08	1,00E-08	0,0925	210	0,0925	110	29,60
Ga-68	3,00E+04	1,00E-06	5,00E-03	2	0,1	1	1,00E-08	1,00E-09	0,0003	22000	0,0000	11000	6,93
T-99m	3,70E+06	1,00E-06	5,00E-03	2	0,1	1	1,00E-08	1,00E-09	0,0370	22	0,0037	29	0,92
TOTALE													38,15

Attività di Diagnostica

Somministrazione del radiofarmaco

La somministrazione è normalmente effettuata utilizzando siringhe schermate.

Dose efficace

La valutazione della dose efficace al personale medico addetto alla somministrazione è effettuata tenendo conto di un tempo di somministrazione di 1' e di una distanza media del corpo dalla siringa di 50 cm e inoltre che la presenza dello schermo attenui la radiazione emessa dal radiofarmaco di almeno un fattore 3 e che nel 10% circa dei casi non sia utilizzato lo schermo protettivo per motivi tecnici.

^{18}F

$$158 \mu\text{Sv m}^2/\text{h GBq} * 1/3 * 1200 \text{ GBq} * 1/60 \text{ h} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 4,22 \text{ mSv/anno} + \\ + 158 \mu\text{Sv m}^2 / \text{h GBq} * 120 \text{ GBq} * 1/60 \text{ h} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 1,3 \text{ mSv/anno}$$

$^{99\text{m}}\text{Tc}$

$$22,4 \mu\text{Sv m}^2/\text{h GBq} * 1/3 * 3700 \text{ GBq} * 1/60 \text{ h} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 1,85 \text{ mSv/anno} + \\ + 22,4 \mu\text{Sv m}^2 / \text{h GBq} * 370 \text{ GBq} * 1/60 \text{ h} * 1/0,25 \text{ m}^{-2} < 0,6 \text{ mSv/anno}$$

Totale dose efficace: 7,97 mSv/anno

Dose equivalente alle mani/pelle

La valutazione della dose equivalente alle mani/pelle assorbita dal personale addetto alla somministrazione può essere effettuata sulla base dei dati riportati in letteratura. Per quanto riguarda il ^{18}F , sono riportati valori di dose all'anello pari a 80-90 $\mu\text{Sv/GBq}$ e valori di dose massima ai polpastrelli pari a $322 \pm 66 \mu\text{Sv/GBq}$. Sono inoltre riportati da Tandon e coll. valori compresi tra 155 $\mu\text{Sv/GBq}$ e 324 $\mu\text{Sv/GBq}$. Tali valori possono essere ridotti almeno di un fattore 2-3 mediante una corretta esecuzione della procedura e l'impiego degli schermi di protezione per siringhe. Pertanto, cautelativamente, al fine della valutazione della dose collettiva, possono essere presi a riferimento i seguenti valori di dose per unità di attività somministrata rispettivamente per la dose equivalente alle mani e alla pelle: 50 e 170 $\mu\text{Sv/GBq}$.

Si ottiene pertanto:

^{18}F

$$\text{Dose equivalente alla mano: } 50 \mu\text{Sv} / \text{GBq} * 1200 \text{ GBq} = 60 \text{ mSv/anno} \\ \text{Dose equivalente alla pelle: } 170 \mu\text{Sv} / \text{GBq} * 1200 \text{ GBq} = 204 \text{ mSv/anno}$$

$^{99\text{m}}\text{Tc}$

$$0,354 \text{ mSv/h MBq} * 1/10 * 3700000 \text{ MBq} * 1/900 \text{ h} < 146 \text{ mSv/anno}$$

Esecuzione dell'esame

Per quanto riguarda l'esposizione dovuta all'esecuzione degli esami, si fa presente che durante l'esecuzione dell'esame l'operatore si trova normalmente in posizione protetta, per cui l'esposizione è dovuta sostanzialmente alla vicinanza del paziente soprattutto durante il suo posizionamento per l'effettuazione dell'esame. Considerando quindi che l'operatore TSRM soste per 3' a una distanza di 70 cm da ogni paziente sottoposto a esame scintigrafico e che l'attività presente sia pari al 50 % di quella somministrata, si ottiene una dose efficace pari a:

- ^{18}F

$$92 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/20 \text{ h} * 600 \text{ GBq/anno} < 5,65 \text{ mSv/anno}$$

- ^{99m}Tc

$$10 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/20 \text{ h} * 1850 \text{ GBq/anno} < 1,90 \text{ mSv/anno}$$

Assistenza ai pazienti

Per quanto riguarda l'assistenza ai pazienti sottoposti a esame PET si deve considerare che il personale infermieristico occasionalmente (meno di un paziente/settimana) deve assistere pazienti non autosufficienti sottoposti a procedura medico nucleare. A tal fine può essere considerata un'esposizione per un tempo di 30' a 50 cm da un paziente, cui siano stati somministrati 400 MBq di ^{18}F e 740 MBq di ^{99m}Tc per 50 pazienti/anno. Si ottiene pertanto una dose efficace pari a:

Personale infermieristico

- ^{18}F

$$92 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,5^2) * 0,5 \text{ h} * 0,400 \text{ GBq} * 50 \text{ paz./anno} < 3,7 \text{ mSv/anno}$$

- ^{99m}Tc

$$10 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,5^2) * 0,5 \text{ h} * 0,740 \text{ GBq} * 50 \text{ paz./anno} < 0,8 \text{ mSv/anno}$$

Anche per il personale medico deve essere valutata l'esposizione a seguito di eventuale assistenza al paziente sottoposto a procedura medico nucleare. In questo caso può essere considerata un'esposizione nel 20% degli esami effettuati per 2' - 3' a 70 cm dal paziente. Si ottiene pertanto una dose efficace pari a:

Personale medico

- ^{18}F

$$92 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/20 \text{ h} * 240 \text{ GBq/anno} < 2,3 \text{ mSv/anno}$$

- ^{99m}Tc

$$10 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/20 \text{ h} * 740 \text{ GBq/anno} < 0,8 \text{ mSv/anno}$$

Attività ausiliarie

Per quanto riguarda il personale ausiliario deve essere considerata una presenza occasionale in prossimità dei pazienti portatori di attività e in particolare qualora debbano essere trasportati pazienti non autosufficienti nei reparti di degenza. A tal fine può essere considerata un'esposizione per un tempo di 20' a 70 cm da un paziente, portatore di 200 MBq di ^{18}F e di 740 MBq di ^{99m}Tc per 250 pazienti/anno. Si ottiene pertanto una dose efficace pari a:

Personale ausiliario

- ^{18}F

$$92 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/3 \text{ h} * 0,200 \text{ GBq} * 250 \text{ paz./anno} < 3,2 \text{ mSv/anno}$$

- ^{99m}Tc

$$10 \mu\text{Sv} / \text{h GBq} * 1/(0,7^2) * 1/3 \text{ h} * 0,740 \text{ GBq} * 250 \text{ paz./anno} < 1,3 \text{ mSv/anno}$$

Esposizione Interna

La stima del rischio da esposizione interna può essere effettuata con le stesse modalità già impiegate per la valutazione del rischio nelle attività in camera calda secondo quanto indicato dal documento GD-150 "Designing and Implementing a Radiobioassay Program". In questo caso si considerano i seguenti fattori riguardanti le caratteristiche delle sostanze radioattive e delle modalità di manipolazione:

Fattore di rilascio:

- = 1 per le sostanze volatili
- = 0,1 per le sostanze poco volatili
- = 0,01 per i liquidi in generale e per ampie aree contaminate

Fattore di confinamento:

- = 0,1 per le attività di manipolazione sotto cappa con accesso solo attraverso portelli per le mani;
- = 1 per le attività di manipolazione sotto cappa;
- = 2 per impiego di sostanze pseudo sigillate ($T/2 < 7$ gg; attività svolta in modo uniforme nel corso dell'anno; materiale non costituito da aerosol o portato in ebollizione; materiale costituito da soluzione liquida; materiale contenuto in flaconi multidose o in altra forma di contenimento o nei pazienti);
- = 5 per le altre situazioni (radiofarmaci con $T/2 > 7$ gg contenuti in flacone a tenuta o in altra forma di contenimento o in forma di capsule)

Sono stati invece posti pari a 1 i fattori di dispersione e "special form".

Sulla base di quanto sopra indicato è possibile effettuare le valutazioni delle dosi efficaci impegnate collettive assorbite in un anno a seguito delle attività svolte relativamente alla preparazione e somministrazione dei radiofarmaci e all'esecuzione degli esami. La valutazione effettuata tiene conto anche del contributo di eventi anomali in quanto la dose efficace impegnata, che gli operatori possono ricevere, è dovuta in gran parte a tali evenienze. Va comunque precisato che tali eventi sono molto rari e che le contaminazioni superficiali da essi derivanti sono immediatamente circoscrivibili e quindi rimosse. A tal fine saranno disponibili i seguenti materiali d'emergenza:

1. Indumenti protettivi, compresi guanti, soprascarpe, copricapo;
2. Materiale per la decontaminazione, quale materiale assorbente e per pulizia;
3. Materiale per la decontaminazione personale (sapone neutro e spazzola morbida, soluzione fisiologica, ecc.);
4. Contenitori, sacchetti di plastica per immagazzinamento temporaneo e per il deposito a rifiuto del materiale contaminato;
5. Monitor per il controllo della contaminazione.

Per quanto riguarda la somministrazione dei radiofarmaci e l'esecuzione degli esami, la contaminazione interna è dovuta sostanzialmente a eventi anomali comportanti lo spargimento dei radiofarmaci durante la somministrazione stessa o a incontinenza o vomito del paziente. In modo estremamente cautelativo si può considerare che capitino settimanalmente, per ciascuna delle due operazioni, un evento anomalo comportante lo spargimento di radioattività nell'ambiente e conseguente contaminazione delle superfici. In altre parole si può considerare lo spargimento di una

quantità di radioattività pari allo 0,5% dell'attività somministrata. La valutazione della dose efficace impegnata per le attività di somministrazione dei radiofarmaci ed esecuzione degli esami è mostrata in Tabella 7, considerando un fattore di confinamento pari a 2 (superfici contaminate) e un fattore di rilascio pari a 0,1. La dose efficace totale impegnata risulta essere $< 0,039$ mSv.

Pertanto, sulla base di quanto sopra esposto, viene considerata per il personale TSRM, addetto all'esecuzione degli esami, e per il personale medico, addetto alla somministrazione dei radiofarmaci, una dose efficace impegnata da contaminazione interna $< 0,039$ mSv. Per il personale infermieristico e ausiliario si considera lo stesso valore di dose, anche se il rischio di esposizione interna, per tale personale, sia minore.

In base alle valutazioni sopra effettuate si può stimare il seguente carico dosimetrico collettivo per le diverse figure professionali addette all'attività di medicina nucleare:

Personale medico		
Esposizione esterna		
Dose Efficace (mSv)	somministrazione	8,0
	assistenza ai pazienti	3,1
Esposizione interna		
Dose Efficace impegnata (mSv)	0,039	
TOTALE	11,14	
Dose Equivalente alle mani/pelle (mSv)	somministrazione (mani/pelle)	206/204

Suddividendo le suddette dosi collettive su 3 medici la dose efficace annua al singolo medico risulta essere pari a 3,71 mSv, mentre la dose equivalente alle mani e alla pelle risulta essere inferiore a 69 e 68 mSv rispettivamente.

Personale tecnico		
Esposizione esterna		
Dose Efficace (mSv)	manipolazione	8,9
	esecuzione esami	7,55
Esposizione interna		
Dose Efficace impegnata (mSv)	0,312	
TOTALE	16,80	
Dose Equivalente alle mani/pelle(mSv)	Manipolazione	95/210

Suddividendo le suddette dosi collettive su 4 tecnici la dose efficace annua media al singolo tecnico risulta essere pari a 4,2 mSv. Mentre la dose equivalente alle mani e alla pelle risulta essere inferiore a 24 e 53 mSv rispettivamente.

Personale infermieristico/Personale ausiliario		
Esposizione esterna		
Dose Efficace (mSv)	esecuzione esami	4,5
Esposizione interna		
Dose Efficace impegnata (mSv)	0,04	
TOTALE	4,54	

Per quanto riguarda il personale infermieristico e il personale ausiliario considerando che ci sarà presente 1 infermiere e un ausiliario la dose efficace annua media risulta essere pari a 4,54 mSv.

Analisi di possibili eventi anomali e malfunzionamenti

L'eventualità di eventi anomali all'interno della sezione di medicina nucleare è dovuta sostanzialmente ad una errata operazione manuale da parte del personale operatore e susseguente spargimento di liquido radioattivo. In tal caso il personale deve comportarsi secondo le istruzioni contenute nelle norme di protezione e sicurezza.

Per quanto riguarda una valutazione della possibile irradiazione esterna, a seguito di evento anomalo di particolare gravità, si può ipotizzare la rottura di un contenitore del radiofarmaco con attività di 20 GBq di ^{18}F e 21 GBq di $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (attività prevista durante la massima eluizione) e spargimento del liquido su una superficie ristretta. In tal caso, considerando una permanenza a 1 m dalla zona contaminata per un tempo di 5', si valuta la seguente esposizione esterna:

- ^{18}F

$$158 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 1/12 \text{ h} * 20 \text{ GBq} < 0,3 \text{ mSv}.$$

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$

$$22,4 \mu\text{Sv m}^2 / (\text{h GBq}) * 1/12 \text{ h} * 21 \text{ GBq} < 0,04 \text{ mSv}.$$

Si può inoltre ipotizzare la possibile evenienza di una contaminazione della cute con una goccia di soluzione pronta per l'iniezione (250 MBq in 2,5 cm³). In questo caso, considerando che una goccia di 0,05 ml di soluzione (5 MBq) vada a contaminare la pelle di un operatore e che la contaminazione sia rimossa nel giro di 3', utilizzando un fattore di dose pari a 788 mSv/h/MBq per il ^{18}F e di 8,77 mSv/h/MBq per il $^{99\text{m}}\text{Tc}$, si ottiene

- ^{18}F

$$788 \text{ mSv} / (\text{h MBq}) * 1/20 \text{ h} * 5 \text{ MBq} < 200 \text{ mSv}.$$

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$

$$8,77 \text{ mSv} / (\text{h MBq}) * 1/20 \text{ h} * 5 \text{ MBq} < 2,2 \text{ mSv}.$$

Per quanto riguarda invece la valutazione, dell'irradiazione interna, si fa presente che la valutazione effettuata in precedenza, considera già questa eventualità e pertanto i valori di dose efficace impegnata stimati comprendono il contributo di eventuali eventi anomali.

Il materiale d'emergenza a disposizione è costituito da:

- 1) Indumenti protettivi, compresi guanti, sovrascarpe, copricapo;
- 2) Materiale per la decontaminazione, quale materiale assorbente e per pulizia;
- 3) Materiale per la decontaminazione personale (sapone neutro e spazzola morbida, acido citrico al 3%, lanolina, soluzione fisiologica, ecc.);
- 4) Contenitori, sacchetti di plastica per immagazzinamento temporaneo e per il deposito a rifiuto del materiale contaminato;
- 5) Monitor per il controllo della contaminazione.

Analisi dei rischi del personale esposto di altre divisioni

L'attività medico nucleare svolta comporterà l'effettuazione di procedure di chirurgia radioguidata all'esterno della "zona controllata" della medicina nucleare nell'ambito del P.O. In particolare presso il quartiere operatorio saranno eseguite procedure di chirurgia radioguidata del cancro mammario (linfonodo sentinella e localizzazione di lesioni occulte).

La valutazione del rischio per il personale medico e infermieristico addetto a tale attività è stata effettuata considerando che ciascun operatore effettui al massimo 125 interventi/anno; si ottiene così, per 60 min di lavoro, una dose annua inferiore a 0,185 mSv.

$-125 \text{ procedure/anno} \times \text{procedura} \times 10 \mu\text{Sv m}^2/\text{h/GBq} \times 1/(0,25) \text{ m}^{-2} \times 0,037 \text{ GBq} < 0,185 \text{ mSv}$
che, suddiviso su almeno 3-4 operatori, comporta una dose efficace per operatore $< 45 \mu\text{Sv}$.

Per quanto riguarda il personale medico anestesista e ausiliario, che staziona normalmente a distanze molto maggiori, la dose assorbita risulta essere molto minore.

PROCEDURA DI RADIOEMBOLIZZAZIONE EPATICA CON MICROSFERE CONTENTENTI L'ISOTOPO RADIOATTIVO ITTRIO 90

Per le procedure di radioembolizzazione epatica mediante microsfere contenenti l'isotopo radioattivo Ittrio 90, la richiesta di detenzione ed impiego di 500 GBq annuo di ^{90}Y in forma non sigillata è necessaria in modo da programmare un massimo di 50 pazienti annui in relazione alla dose da somministrare. La procedura di radioembolizzazione prevede una somministrazione al singolo paziente di una attività compresa tra i valori di 1000 e 3000 MBq di ^{90}Y . La stima del carico radioattivo di cui si chiede l'autorizzazione all'impiego è stato altresì corretto per il tempo di pre-taratura, in quanto il radioattivo arriva abitualmente alle ore 9.00 del giorno di somministrazione per essere somministrato alle ore 12.00.

Caratteristiche dei radioisotopo ^{90}Y

Il radioisotopo ^{90}Y non costituisce sorgente di produzione neutronica e non ha un tempo di dimezzamento fisico superiore a 60 giorni. Di seguito sono riportate le caratteristiche del radioisotopo.

Radioisotopo	Ittrio 90 (^{90}Y)
$T_{1/2}$	2.7 giorni
Radiazioni emesse	β
Energia max (MeV)	2.28
Range medio della radiazione	- 9.6 cm in aria - 1,1 cm nel tessuto

Accettazione e gestione del materiale radioattivo

Il trasporto del materiale radioattivo viene eseguito da vettori autorizzati fino al servizio di medicina nucleare, dove viene preso in consegna direttamente dal personale del servizio. All'arrivo del

radioisotopo, il Tecnico addetto si accerta della congruità con quanto ordinato e procede all'apertura del contenitore, esclusivamente in Camera Calda, controllando l'integrità del confezionamento.

La sostanza radioattiva, ovviamente racchiusa nel suo contenitore schermato, viene conservata in Camera Calda.

Il Tecnico addetto registra l'ingresso dei radioisotopi nell'apposito registro di carico. Ad ogni somministrazione di dose lo stesso annota l'impiego, oltre alle generalità del paziente ed all'attività utilizzata per la radioembolizzazione, sul registro delle prestazioni effettuate giornalmente. Ogni semestre l'Esperto di Radioprotezione viene informato della attività totale impiegata.

Descrizione della metodica

Il trattamento di radioembolizzazione epatica prevede la somministrazione di microsfere biocompatibili radiomarcate con ^{90}Y .

La somministrazione delle microsfere al paziente avviene direttamente in sezione angiografica; il paziente viene poi monitorato in degenza ordinaria per un tempo variabile tra le 24 - 48 ore.

L' ^{90}Y ha un tempo di efficacia del trattamento di 92.3 ore e circa il 95% delle radiazioni decade nel giro di 11 giorni. La radiazione di bremsstrahlung è dell'ordine del 5%₀ dell'energia.

L' ^{90}Y si presenta sotto forma di microsfere in sospensione in acqua bidistillata, contenuta in una confezione di 5 ml per un'attività massima di 3 GBq, da cui si preleva il quantitativo di radioattività richiesto per singolo trattamento.

Obiettivo della metodica è la radioembolizzazione in sede epatica. Nelle applicazioni sui tumori epatici, le microsfere vengono immesse nell'arteria epatica, preventivamente cateterizzata per via transfemorale o attraverso un porter, e da qui raggiunge la rete microvascolare afferente alla massa epatica in cui le microsfere producono la radioembolizzazione richiesta.

Articolazione della Metodica

Viene di seguito descritta la procedura di intervento definendo per ciascuna fase operazioni tecniche e figure professionali coinvolte.

Il prodotto arriva, solitamente, alle ore 9.00 am del giorno di somministrazione (un arrivo, nella sera del giorno precedente verrà concordato con la ditta che fornisce il prodotto al fine di avere per l'ora di somministrazione del giorno successivo l'attività necessaria all'esecuzione della procedura) presso la UO di Medicina Nucleare con un'attività usualmente non superiore a 5.00 GBq. La confezione è racchiusa in un contenitore schermante di materiale acrilico. Tale materiale risulta infatti essere il più idoneo alla schermatura delle radiazioni β , mentre eventuali schermature in piombo potrebbero costituire sorgenti indebite di radiazioni X. Un secondo contenitore in piombo racchiude comunque la confezione dell'acrilico a protezione aggiuntiva del debole bremsstrahlung prodotto dall'acrilico. La confezione integra nelle sue parti viene custodita nella Camera Calda fino a pochi minuti prima della esecuzione della procedura di radioembolizzazione sul paziente che avviene in sala angiografica.

Preparazione della dose/attività per il trattamento

La preparazione dell'attività di microsfere da utilizzare nella quantità sopra stabilita viene effettuata dal TSRM nei locali della Camera Calda circa 40 min prima della procedura di radioembolizzazione.

Il TSRM rivaluta l'attività presente nella confezione madre al momento della preparazione mediante la curva di decadimento dell'Ittrio e la misura inserendola nel calibratore di dose. Fatto ciò apre la confezione di microsfere e preleva dalla fiala radioattiva madre con siringa schermata in acrilico la quantità di microsfere precedentemente calcolata con le modalità di cui sopra. Il TSRM poi svuota rapidamente il contenuto della siringa nel contenitore conico appositamente predisposto per la procedura di infusione del prodotto. La fiala madre viene poi nuovamente misurata nel calibratore per verificare per differenza l'esatta dose prelevata. A questo punto il contenitore predisposto è pronto per il trasporto in sezione angiografica. La fiala madre residua viene riposta e conservata nel deposito di stoccaggio rifiuti radioattivi prima di essere allontanato quale rifiuto radioattivo o come rifiuto speciale ai sensi dell'art. 54 del D.Lgs 101/2020 e smi.

Tutti i rifiuti solidi prodotti in questa fase sono raccolti e stoccati in un contenitore appositamente individuato e contrassegnato.

Trasporto della dose/attività per il trattamento

Solo al momento in cui il paziente, in sala angiografica, è pronto per la procedura di radioembolizzazione (e quindi sono state già svolte dall'equipe radiologica tutte le operazioni di loro competenza) il contenitore con microsfere viene trasportato dal TSRM di Medicina Nucleare dalla Camera Calda alla sala angiografica percorrendo nel più breve tempo possibile il percorso di transito. Il contenitore con Ittrio sarà trasportato all'interno di un doppio involucro di materiale acrilico poggiato su un carrello. Il trasporto con siffatte modalità non prevede rischi di irraggiamento esterno e/o di contaminazione per gli operatori e la popolazione. Cautelativamente il TSRM percorrerà il corridoio che porta dalla medicina nucleare alla sala angiografica evitando che nello stesso sia presente altro personale.

Infusione delle microsfere nell'arteria epatica

Si precisa che la sala angiografica è già stata definita Zona Controllata ad accesso regolamentato e che il numero di persone presenti al momento dell'intervento/trattamento deve essere il minimo possibile compatibilmente con le condizioni cliniche e di esercizio della pratica. Per assicurare il successo del trattamento con ittrio sono indispensabili le seguenti figure professionali: Medico Nucleare, TSRM di medicina nucleare, equipe radiologica (Medico Radiologo Interventista, TSRM e IP) e Medico Anestesista. Solo il Medico Nucleare ed il Medico Radiologo Interventista si trovano ad una distanza più vicina al paziente, circa 50 cm dal punto di applicazione. Le restanti figure invece si trovano ad una distanza di almeno 2 m dal punto di applicazione e rimangono a disposizione nella sala per un eventuale intervento durante la procedura di somministrazione.

Prima della somministrazione il personale della sala angiografica deve, su indicazione del Medico Radiologo Interventista, delimitare l'area interessata alla procedura individuando i percorsi per gli operatori che devono raggiungerla e allontanare da essa tutta la strumentazione della sala non necessaria all'attività clinica durante la procedura. Sarà inoltre cura del Medico Nucleare

individuare un apposito bidone dei rifiuti in cui raccogliere, a procedura effettuata, tutti i rifiuti solidi potenzialmente contaminati (pinze monouso, cateteri, garze. etc.); il bidone sarà poi trasportato presso il locale di stoccaggio della medicina nucleare.

Il contenitore con Itrio viene preso in consegna, in sala angiografica, dal Medico Nucleare che lo preleva dal contenitore acrilico, lo posiziona all'interno dell'apposito box acrilico predisposto per il collegamento dei cateteri di canalizzazione delle microsfeere e della soluzione fisiologica nonché del mezzo di contrasto. Il tutto viene posizionato accanto al paziente.

Il Medico Nucleare ed il Medico Radiologo Interventista, ciascuno nell'ambito delle proprie responsabilità e competenze, effettueranno le operazioni di: somministrazione delle microsfeere e controllo del corretto posizionamento del catetere endoarterioso.

Al termine della procedura, il Medico Radiologo Interventista sfila il catetere e l'IP raccoglie tutti i rifiuti potenzialmente contaminati, ivi inclusi i calzari, i camici nonché i doppi guanti degli operatori che sono venuti potenzialmente a contatto con l'Itrio e li trasferisce nell'apposito bidone. A fine procedura il personale della Fisica Sanitaria effettua le misure di controllo sugli ambienti.

Gestione del paziente

Al termine della prestazione angiografica/medico nucleare, il paziente viene trasportato in una delle stanze di degenza ordinaria dal personale ausiliario. Si fa presente che le microsfeere utilizzate nella procedura di radioembolizzazione rimangono in modo permanente all'interno del fegato del paziente e che gli escreti del paziente stesso risultano praticamente a basso contenuto di radioattività (0,018 % nelle prime 48 ore). Il paziente viene poi dimesso entro le 48 ore successive all'intervento quando le condizioni cliniche lo consentano. Il rischio radioattivo rappresentato dal paziente nei confronti del personale ospedaliero è trascurabile, poiché la capacità di penetrazione delle radiazioni β e il conseguente bremsstrahlung che ne deriva rimane ampiamente confinato all'interno del corpo del paziente. Di conseguenza il rateo di dose emesso dal paziente, che come si è detto è trascurabile, non produce per il personale ospedaliero coinvolto superamenti dei previsti limiti di dose per i membri della popolazione.

Breve descrizione della procedura di radioembolizzazione

Fase preliminare

1. Il paziente viene ricoverato nel Reparto di appartenenza e giungerà in Radiologia per eseguire un esame angiografico mirato alla valutazione selettiva dell'anatomia vascolare epatica, focalizzando l'attenzione sulla vascolarizzazione della neoplasia, su eventuali afferenze a strutture e/o organi non target (stomaco, pancreas, etc.) e sulla sede di infusione del dispositivo. Al termine della fase diagnostica, se necessario, si procederà all'embolizzazione di eventuali rami arteriosi coinvolti ed afferenti a strutture non target.
2. Al termine della fase angiografica si inietterà trans-catetere, nella sede stabilita di infusione del dispositivo, 185 MBq di ^{99m}Tc -macroaggregati di albumina per consentire la successiva diagnostica SPECT/TC da effettuare presso il servizio di Medicina Nucleare entro 30' dalla somministrazione.

3. Le immagini scintigrafiche così ottenute vengono valutate dal Medico Nucleare e dallo Specialista in Fisica Medica per determinare la presenza di shunt polmonari e/o gastro-intestinali e per effettuare la dosimetria al target e agli organi a rischio.
4. Il paziente viene dimesso 24 ore dopo la valutazione strumentale, salvo complicanze.

Esecuzione della procedura di radioembolizzazione

1. Il paziente viene ricoverato entro 2 settimane dalla conclusione della fase preliminare in degenza ordinaria.
2. In sala angiografica si procederà, previo cateterismo selettivo del ramo arterioso afferente alla area target, con la medesima procedura e posizionamento del catetere effettuato in fase preliminare, all'infusione delle microsfe.
3. Il paziente viene dimesso 24/48 ore dopo la procedura, salvo complicanze.

Valutazione della dose per gli operatori e per i membri della famiglia

Sulla base della descrizione sulla modalità di svolgimento dell'intera procedura precedentemente descritta si è proceduto a valutare i rischi in particolare per le fasi che comportano la somministrazione di isotopi radioattivi, nella sala di angiografia, e la successiva degenza del paziente.

I radioisotopi utilizzati sono il Tc^{99m} (emettitore di fotoni gamma di 140 keV) e l' Y^{90} (emettitore puro di particelle β di energia massima pari a 2,28 MeV).

Nella fase preliminare di studio, successivamente all'esame angiografico, al paziente viene somministrato, nella medesima sala, una attività di 185 MBq di macroaggregati marcati con Tc^{99m} mentre nella seconda fase della procedura (radioembolizzazione) l'isotopo somministrato è l' Y^{90} che è presente all'interno delle microsfe di vetro o di resina con attività media per trattamento dell'ordine di 3 GBq con un massimo di 5 GBq.

Il tipo di esposizione per gli operatori durante la procedura è dovuta alla irradiazione esterna da fotoni X, dovuti rispettivamente alla radiazione di bremsstrahlung prodotta dalle particelle β dell' Y^{90} nell'interazione coi tessuti del paziente e dai fotoni γ emessi dal Tc^{99m} . Inoltre esiste la possibilità di irradiazione interna da parte del Tc^{99m} in quanto sorgente non sigillata mentre per le microsfe incorporate, che non rilasciano Y^{90} libero, non esiste il rischio da contaminazione interna ma solo di irradiazione interna. Per quanto riguarda poi gli operatori presenti in sala angiografica durante la somministrazione, è possibile una contaminazione superficiale della pelle da parte delle microsfe, rischio quest'ultimo possibile anche per il Tc^{99m} .

A seguire nella parte sottostante sono riportate le valutazioni di dose per tutto il personale che risulta coinvolto in questa procedura.

Fase diagnostica

La somministrazione di MAA marcati con ^{99m}Tc in sala angiografica viene eseguita dal medico nucleare.

- Attività nella siringa di marcatura: 185 MBq
- Tempo di somministrazione: 1 min

- Utilizzo di siringa non schermata
- Rateo di dose a contatto della sorgente non schermata, ridotto di un fattore 10 considerando la distanza tra le dita e il contenuto: $35 \mu\text{Sv/h/MBq}$
- Tempi medi di permanenza in prossimità del paziente (a una distanza media di 50 cm) dopo la somministrazione: 10 minuti
- Rateo di dose a 1 metro dal paziente somministrato: $0.0224 (\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2)/(\text{MBq}\cdot\text{h})$
- Numero di pazienti: 100

Stima della dose equivalente alle estremità nella fase di somministrazione:

$$H_{\text{mani}} = 35 (\mu\text{Sv/h/MBq}) * 185 \text{ MBq} * (1/60) * 100 = 10,8 \text{ mSv}$$

L'eventuale utilizzo di una schermatura in Pb o in W per la siringa consente di ridurre di circa due ordini di grandezza i livelli di esposizione alle estremità.

Stima di dose efficace per esposizione esterna al corpo intero a 50 cm dal paziente:

$$E_{\text{est.}} = 0,0224 / (0,5)^2 (\mu\text{Sv/h/MBq}) * 185 * (10/60) * 100 = 0,276 \text{ mSv}$$

Procedura angiografica

La fase angiografica, eseguita dal personale sanitario della radiologia, rientra nella normale attività di reparto e comporta, durante l'erogazione raggi, ratei di dose per gli operatori che sostano in prossimità del paziente indicativamente nel range 600-6000 $\mu\text{Sv/h}$, valori che naturalmente vengono ridotti dagli obbligatori dispositivi di protezione individuale (camici, collari e occhiali anti-X, visive pensili anti-X, etc).

Assistenza post-somministrazione

Al termine dell'indagine medico nucleare il paziente viene trasferito presso il reparto di degenza di provenienza, come accade per tutte le indagini medico nucleari diagnostiche. Il paziente viene trasferito almeno a due ore dalla somministrazione di $^{99\text{m}}\text{Tc-MAA}$: dopo tale intervallo di tempo i ratei di dose si riducono almeno del 20% a seguito del decadimento fisico del tracciante mentre a 24 ore i valori non sono significativamente differenti dal fondo naturale. Supponendo che il paziente venga trasferito dopo due ore dalla somministrazione e che riceva un tempo medio complessivo di assistenza ordinaria da parte del personale sanitario di 30 minuti, la stima della dose efficace da irradiazione esterna al corpo intero è la seguente:

$$E_{\text{est.}} = 0,0224 / (0,5)^2 * \exp(-\lambda * 2\text{h}) (\mu\text{Sv/h/MBq}) * 185 * (30/60) * 100 = 0,643 \text{ mSv}$$

Ipotizzando che l'assistenza su 100 pazienti sia suddivisa su 10 operatori si ottiene una media di dose efficace per irraggiamento pari a 0.0643 mSv/anno/operatore, valore ampiamente inferiore al limite di dose efficace annua di 1 mSv previsto dalla vigente normativa per i lavoratori non esposti.

Fase terapeutica

Preparazione dell'attività

La preparazione dell'attività di ^{90}Y da somministrare rappresenta, da un punto di vista radioprotezionistico, una delle differenze più importanti tra l'utilizzo delle microsfere di vetro e quelle di resina.

Le microsfere di vetro non necessitano di alcun frazionamento in quanto l'attività richiesta per ogni paziente arriva direttamente nel flacone di infusione. La misura dell'attività con calibratore e del rateo di dose viene effettuata con flacone estratto dal piombo ma mantenuto nella schermatura in plexiglass.

Per effettuare una stima ragionevole della dose alle estremità per gli operatori che preparano le microsfere di resina è possibile fare riferimento ai dati riportati nel foglietto illustrativo della ditta produttrice e al lavoro di Laffont et al..

Nel caso di microsfere in vetro viene riportato un valore di dose alla cute ($H_p(0,07)$) di $13,7 \pm 5,1 \mu\text{Sv/GBq}$. Assumendo che un solo operatore prepari tutte e 100 le dosi ipotizzate in un anno, con una mediana di 2.6 GBq per paziente la stima di dose equivalente alle mani per operatore è la seguente.

$$- H_{\text{mani}} = 13,7(\mu\text{Sv/GBq}) * 2,6 \text{ GBq} * 100 = 3,6 \text{ mSv} \quad (\text{microsfere di vetro})$$

L'attività delle sfere di resina deve invece essere frazionata seguendo le indicazioni riportate sul foglio illustrativo del prodotto. In particolare l'operatore deve agitare bene il flacone schermato usando pinze opportune, prelevare l'attività terapeutica mediante una siringa, utilizzando lo schermo in PMMA fornito dal produttore, e misurare l'attività residua nel flacone. Al termine deve trasferire l'attività terapeutica stabilita di ^{90}Y dal flacone di infusione al flacone di somministrazione. L'insieme di queste operazioni rappresenta il momento di maggiore esposizione degli operatori e pertanto richiede velocità di esecuzione.

Assumendo un tempo di preparazione di 30 minuti, Laffont et al riportano per un operatore addestrato un valore di dose alle estremità di $97,5 \pm 35,2 \mu\text{Sv/GBq}$. Nel lavoro di Laffont viene infatti evidenziata l'importanza della "learning curve" degli operatori nell'effettuare la preparazione. I livelli di esposizione possono infatti essere ridotti diminuendo i tempi di preparazione. Un operatore esperto effettua la preparazione del flacone di somministrazione in meno di 5 minuti.

Assumendo che un solo operatore prepari tutte e 100 le dosi ipotizzate con attività di 3.6 GBq, in un anno la stima di dose equivalente alle mani è la seguente.

$$- H_{\text{mani}} = 97,5(\mu\text{Sv/GBq}) * 3,6 \text{ GBq} * 100 = 35 \text{ mSv} \quad (\text{microsfere di resina})$$

Per entrambi i tipi di microsfere, la rotazione del personale che prepara l'attività è una buona pratica per distribuire il carico dosimetrico.

Procedura angiografica

La somministrazione nel fegato delle microsfere avviene previo posizionamento di un catetere con procedura angiografica. La fase angiografica, che viene eseguita dal personale sanitario della radiologia, rientra nella normale attività di reparto e comporta, durante l'erogazione raggi, ratei di dose in prossimità del paziente indicativamente nel range 600-6000 $\mu\text{Sv/h}$, valori che vengono ridotti dagli obbligatori Dispositivi di Protezione Individuale (DPI).

Generalmente durante la fase terapeutica questa attività è più rapida rispetto alla fase diagnostica in quanto lo studio preliminare ha già consentito di individuare la posizione ottimale del catetere, in modo da effettuare selettivamente l'infusione delle microsfere. In questa fase il radiologo riproduce quindi le operazioni effettuate in fase diagnostica.

Somministrazione delle microsfere di ^{90}Y

La somministrazione viene eseguita dal medico nucleare in maniera quasi automatica grazie ad un dispositivo dedicato. Per quanto riguarda le microsfere di vetro, la dose alla cute ($H_p(0,07)$) per il medico nucleare è di $14 \pm 8 \mu\text{Sv/GBq}$.

Assumendo che un solo medico somministri tutte e 100 le dosi ipotizzate in un anno, con una mediana di 2.6 GBq per paziente la stima di dose equivalente alle mani dell'operatore è la seguente.

$$- H_{\text{mani}} = 14 (\mu\text{Sv/h/MBq}) * 2,6 \text{ GBq} * 100 = 3,6 \text{ mSv} \quad (\text{microsfere di vetro})$$

Per quanto riguarda le microsfere di resina, la somministrazione avviene in tempi più lunghi in quanto l'iniezione avviene sotto controllo contrastografico e con ripetuti piccoli boli. La dose alla cute ($H_p(0,07)$) per il medico nucleare è di $235.5 \pm 156 \mu\text{Sv/GBq}$.

Assumendo che un solo medico somministri tutte e 100 le dosi ipotizzate in un anno, con una mediana di 1.1 GBq per paziente la stima di dose equivalente alle mani è la seguente.

$$- H_{\text{mani}} = 235,5 (\mu\text{Sv/h/MBq}) * 1,1 \text{ GBq} * 100 = 25,9 \text{ mSv} \quad (\text{microsfere di resina})$$

Per i due tipi di microsfere la dose al corpo intero durante la somministrazione terapeutica è diversa poiché è diversa la tecnica utilizzata e di conseguenza il tempo richiesto (maggiore per le microsfere di resina). Secondo Laffont et al per il medico nucleare le dosi sono pari 2.1 ± 0.9 e $3.9 \pm 4.2 \mu\text{Sv}$ rispettivamente per 2.4 e 1.7 GBq di microsfere in vetro ed in resina. Avendo assunto come attività somministrate 2.6 GBq e 1.1 GBq per microsfere in vetro e resina rispettivamente, si ottiene:

$$- E_{\text{est}} = 2,1 \mu\text{Sv} / 2,4 * 2,6 * 100 = 0,228 \text{ mSv} \quad \text{medico nucleare (vetro)}$$

$$- E_{\text{est}} = 3,9 \mu\text{Sv} / 1,7 * 1,1 * 100 = 0,252 \text{ mSv} \quad \text{medico nucleare (resina)}$$

Per il radiologo interventista si hanno rispettivamente $0.7 \pm 0.9 \mu\text{Sv}$ e $4.8 \pm 2.7 \mu\text{Sv}$ (sempre rispettivamente con 2.4 GBq di microsfere in vetro e 1.7 GBq in resina). Dunque avendo assunto

come attività somministrate 2.6 GBq e 1.1 GBq per microsfere in vetro e resina rispettivamente, si ottiene:

- $E_{est} = 0,7 \mu\text{Sv}/2,4 * 2,6 * 100 = 0,076 \text{ mSv}$ medico radiologo (vetro)
- $E_{est} = 4,8 \mu\text{Sv}/1,7 * 1,1 * 100 = 0,311 \text{ mSv}$ medico radiologo (resina)

La rotazione del personale che somministra l'attività è una buona pratica per distribuire il carico dosimetrico.

Assistenza post-somministrazione

Dopo la somministrazione in sala angiografica il paziente viene trasferito presso il reparto, dove rimane in osservazione per il tempo previsto per le procedure arteriografiche. I ratei di dose in prossimità del paziente sono intorno a $1.14 \mu\text{Sv}/\text{h}/\text{GBq}$ a 1 metro.

Supponendo che il paziente riceva un tempo medio complessivo di assistenza ordinaria da parte del personale sanitario di 60 minuti ad una distanza media di 50 cm, la stima della dose efficace da irradiazione esterna al corpo intero è la seguente:

$$- E_{est} = 1,14 / (0,5)^2 (\mu\text{Sv}/\text{h}/\text{GBq}) * 2,6 * (60/60) * 100 = 1,19 \text{ mSv}$$

Ipotizzando che l'assistenza su 100 pazienti sia suddivisa su 10 operatori si ottiene una media di dose efficace per irraggiamento pari a $0.119 \text{ mSv}/\text{anno}/\text{operatore}$. Supponendo cautelativamente che per la fase diagnostica e per quella terapeutica i pazienti vengano assistiti dagli stessi operatori sanitari, la dose efficace totale annua assorbita durante l'assistenza è comunque inferiore a $0.2 \text{ mSv}/\text{anno}$ e non comporta, di per sé per i lavoratori che prestano assistenza al paziente la classificazione come lavoratori radioesposti.

Misure ambientali di radioprotezione in sala angiografica dopo la fase diagnostica e terapeutica

Le sale angiografiche sono dotate di tutti i presidi di protezione necessari per le procedure diagnostiche e interventistiche vascolari, anche considerando eventuali situazioni di emergenza sul paziente (gas medicali, paratie di radioprotezioni mobili a soffitto e al lettino paziente). Pareti e pavimento sono rivestiti di materiale lavabile.

Al termine delle procedure di somministrazione dei radionuclidi in sala angiografica, ovvero al termine della procedura legata alla somministrazione di $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MMA e di quella legata alla somministrazione delle microsfere di ^{90}Y , è necessario procedere ad un controllo ambientale al fine di rilevare eventuali contaminazioni ambientali da radionuclidi. Devono essere in particolare controllati, mediante contaminometro ad ampia superficie di misura, il lettino del paziente, il pavimento in prossimità del lettino, i dispositivi utilizzati durante la procedura. Inoltre deve essere controllato il contenitore dei rifiuti ospedalieri ove vengono eliminati i materiali a perdere.

Il livello derivato per la contaminazione superficiale può essere fissato pari a $30 \text{ Bq}/\text{cm}^2$ sia per il $^{99\text{m}}\text{Tc}$ che per il ^{90}Y .

Nel caso in cui vengano rilevate delle contaminazioni ambientali, le stesse devono essere rimosse da parte di personale dedicato prima della ripresa delle attività della sala angiografica. Nel caso in cui le contaminazioni, anche dopo le operazioni di pulizia, permangano, deve essere valutata dall'esperto di radioprotezione la necessità o meno di impedire l'accesso alla sala fino a completo decadimento del contaminante radioattivo.

Eventuali dispositivi contaminati devono essere portati in medicina nucleare e accantonati o eventualmente decontaminati.

Stima della dose per i membri della famiglia

Per i trattamenti con microsferi di ^{90}Y è possibile effettuare una stima della dose efficace assorbita da un membro della famiglia che assiste il paziente somministrato una volta che viene dimesso dalla struttura ospedaliera. In particolare considerando il tempo di dimezzamento fisico del ^{90}Y (2,67 giorni) nonché il fatto che il paziente viene in genere dimesso dopo 48 ore dalla somministrazione di ^{90}Y -microsferi, l'integrale del rateo di dose ad 1 metro, con decadimento totale del radionuclide, è pari a circa 0.16 mSv, valore ampiamente al di sotto del vincolo di dose di 3 mSv previsto per gli adulti di età inferiore ai 60 anni dal D.Lgs 101/2020 allegato XXV.

Punto 3.7.i) – Risultati delle valutazioni di cui all'art. 174

I possibili casi di esposizioni potenziali nelle emergenze che coinvolgono le sorgenti radioattive detenute riguardano le seguenti evenienze:

- 1) Allagamento
- 2) Incendio
- 3) Evento sismico o comunque crollo di edificio

1) Allagamento

Per quanto riguarda la possibilità di un eventuale allagamento dei locali interessati si osserva che i locali del Servizio di medicina nucleare, sono posti al di sopra dello scarico fognario, per cui il rischio di allagamento può riguardare eventuali rotture dell'impianto idrico e/o un'incapacità del sistema fognario di ricevere le acque di scarico, con conseguente tracimazione delle acque nei locali della struttura. Il livello delle acque dovrebbe comunque mantenersi al di sotto dei depositi delle sorgenti. In ogni caso le sorgenti sono contenute in flaconi a tenuta, a loro volta posti in contenitori piombiferi, depositati nella cella calda. Le sorgenti pertanto non potrebbero essere trasportate dalle acque, ma rimarrebbero confinate nella cella calda stessa senza dar luogo a esposizioni particolari di individui della popolazione. Volendo considerare anche il caso assolutamente impossibile di fuoriuscita di tutte le sostanze radioattive presenti e contaminazione delle acque, si può osservare che qualora le acque si espandessero nel terreno circostante verrebbero assorbite dal terreno stesso e le sostanze radioattive rimarrebbero quindi lì confinate senza dar luogo, dati i brevi tempi di dimezzamento degli isotopi in questione, ad alcuna propagazione della contaminazione agli individui della popolazione. Qualora invece le acque fossero immesse nel sistema fognario,

considerato che le quantità in gioco sono dello stesso ordine di grandezza di quelle per cui è stata effettuata la valutazione di impatto ambientale per quanto riguarda il normale smaltimento di rifiuti radioattivi liquidi, che risulta essere del tutto trascurabile, si ritiene che tale evenienza non darebbe luogo comunque ad alcun rischio apprezzabile per gli individui della popolazione.

Eventuali esposizioni potrebbero sussistere per i lavoratori incaricati di intervenire successivamente all'allagamento per ripristinare le normali condizioni operative. Tenendo conto del breve tempo di dimezzamento dei radiofarmaci, tali interventi, come del resto stabilito nelle procedure previste in caso di incendio o allagamento, possono essere facilmente programmati in modo da comportare comunque esposizioni del tutto trascurabili.

Incendio

La valutazione del rischio in caso di incidente viene effettuata prendendo in considerazione il cosiddetto massimo incidente ipotizzabile, corrispondente all'incendio totale.

La presenza di sostanze radioattive nelle diverse aree della struttura di impiego di radiofarmaci in caso di emergenza radiologica è essenzialmente riconducibile all'area di preparazione e frazionamento dei radiofarmaci (camera calda), in cui le sorgenti radioattive sono normalmente tenute all'interno della cella calda (isolatore), mentre quantitativi più ridotti sono custoditi in una cassaforte ad armadio e nei depositi di stoccaggio dei rifiuti radioattivi solidi e liquidi.

Nel caso in cui si verifichi un incendio si fa presente che la struttura costituisce un compartimento dal punto di vista della prevenzione incendi (REI 120). Pertanto in caso di sviluppo d'incendio all'esterno dell'area, non vi sarebbe rischio di propagazione dello stesso al suo interno e analogamente, pur tenendo conto che il carico d'incendio nelle aree in cui si utilizzano i radioisotopi deve essere mantenuto basso, qualora l'incendio si dovesse in ogni caso sviluppare all'interno di tali aree, gli ambienti esterni non ne dovrebbero essere interessati.

Si precisa anche che in tutte le aree a rischio è previsto un impianto di prevenzione incendi comprendente un impianto fisso di rivelazione e segnalazione automatica degli incendi, ed estintori portatili opportunamente distribuiti nelle diverse aree.

Il sistema di rilevazione e segnalazione automatica degli incendi è in grado di attivare il blocco dell'impianto di ventilazione automaticamente; mediante la chiusura delle serrande tagliafuoco, poste nelle canalizzazioni dell'impianto stesso, viene garantito il contenimento dei gas/fumi all'interno dei compartimenti interessati.

Tutti i segnali di allarme legati all'antincendio saranno sia locali sia remotizzati in un'area presidiata e le procedure di diffusione dei segnali di allarme saranno opportunamente regolamentate nel piano di emergenza del presidio ospedaliero.

Interventi di emergenza

Nel caso in cui dovesse scoppiare **un incendio controllabile** all'interno della struttura deve essere previsto un primo intervento diretto, mediante l'uso di estintori portatili, da parte degli operatori addetti. A tal fine gli operatori addetti saranno formati in modo da essere in grado di gestire una tale evenienza.

Un eventuale incendio non dovrebbe normalmente coinvolgere le sorgenti radioattive, che sono conservate all'interno della cella di frazionamento o nei contenitori di trasporto. Solo piccoli

quantitativi di radioattività possono essere presenti al di fuori della cella o dei contenitori di trasporto. In ogni caso le squadre di intervento e soccorso dovranno utilizzare i necessari mezzi di protezione (maschere di protezione, autorespiratori, tute protettive, ecc.) e dosimetrici (per esempio dosimetri elettronici tascabili).

Qualora invece l'incendio **non fosse controllabile** si dovrà evacuare la zona isolando il compartimento dalle aree circostanti e **gli ulteriori interventi successivi potranno avvenire solo dopo specifiche valutazione dei rischi e indicazione, da parte dell'esperto di radioprotezione, delle modalità operative e dei mezzi protettivi necessari.**

Modalità di valutazione del rischio

Di seguito sono descritte le modalità di valutazione del rischio associato alle situazioni che potrebbero presentarsi in caso d'incendio presso le strutture in cui sono impiegate le sorgenti radioattive.

Immissione di attività in ambienti interni

Per quanto riguarda il calcolo della concentrazione radioattiva in un ambiente a seguito del rilascio di radioattività all'interno dell'ambiente stesso s'ipotizza che la radioattività si distribuisca istantaneamente, per cui la concentrazione radioattiva è data da:

$$C = f \cdot Q / V \quad [1]$$

Essendo

Q = attività presente (Bq)

f = frazione rilasciata (FRF)

V = volume dell'ambiente (m³) in cui si disperdono i fumi radioattivi.

Nel caso in cui invece vi fosse una fuoriuscita di fumi da un compartimento, al cui interno sia stata rilasciata della radioattività, la concentrazione radioattiva C al tempo t nell'ambiente circostante il compartimento può essere valutata mediante la relazione seguente:

$$C(t) = f \cdot Q \times [1 - \exp(-\lambda_{\text{trasf}} \times t)] / V \quad [2]$$

essendo:

Q = attività presente nel compartimento (Bq)

f = frazione dell'attività presente rilasciata nel compartimento

λ_{trasf} = costante di trasferimento dal compartimento (frazione di attività trasferita nell'unità di tempo dal compartimento verso le aree circostanti).

V = volume dell'ambiente (m³).

I coefficienti utilizzati per il calcolo della dose da inalazione o immersione si considerano quelli indicati dal documento IAEA TECDOC-1162 o, qualora non indicati in questo documento, quelli indicati dal programma Hotspot ver. 3.1.2.

Per quanto riguarda la valutazione della dose da inalazione assorbita dai lavoratori si considera che

venga inspirato un quantitativo d'aria pari a $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$, mentre nel caso del personale delle squadre di intervento e soccorso, tenendo conto che tale personale indossa autorespiratori, non si considera la dose da inalazione, ma solo quella da immersione.

La compartimentazione presente (REI 120) dovrebbe essere in grado di evitare che un incendio, scoppiato all'esterno delle aree a rischio, si propaghi all'interno delle aree stesse per un tempo sufficiente a consentire il suo spegnimento da parte delle squadre di intervento. D'altra parte il carico di incendio previsto all'interno delle aree a rischio è sufficientemente basso da far sì che un eventuale incendio, scoppiato all'interno di tali aree, si estingua prima che venga meno la resistenza del compartimento al fuoco, garantendo quindi il contenimento delle sostanze radioattive.

In ogni caso, sempre in termini cautelativi, sarà effettuata una valutazione dell'esposizione di individui considerando anche la fuoriuscita delle sostanze radioattive dal compartimento.

Valutazione dell'esposizione di individui all'interno delle strutture in cui sono presenti le sostanze radioattive

I locali interni alla struttura di medicina nucleare sono dotati di impianto antincendio e la cella di frazionamento è di piombo rivestito con lamiera di acciaio e i componenti/cavi presenti sono di materiale ignifugo e autoestinguente. La probabilità di insorgenza di un incendio è quindi da ritenersi molto bassa.

Va anche detto che durante l'orario di lavoro, nei periodi in cui c'è presenza della maggior quantità di materiale radioattivo, i locali sono frequentati dai lavoratori, pertanto un eventuale focolaio sarebbe immediatamente rilevato e l'incendio non avrebbe modo di propagarsi, mentre al di fuori del normale orario di lavoro un incendio sarebbe comunque rilevato entro pochissimo tempo, per cui il pronto intervento del personale delle squadre di intervento porterebbe ad un immediato spegnimento del focolaio.

In ogni caso, qualora dovesse svilupparsi un incendio incontrollabile all'interno dei locali, l'impianto di rivelazione e segnalazione automatica degli incendi attiverebbe il blocco dell'impianto di ventilazione e la chiusura delle serrande tagliafuoco poste nelle canalizzazioni dell'impianto stesso consentendo il contenimento dei gas all'interno del compartimento.

Può essere considerata l'evenienza che i lavoratori, i quali, in base alle norme di comportamento in caso di incendio, devono allontanarsi immediatamente dalle aree interessate dall'incendio, prima di porsi in posizione protetta possano esporsi ai fumi radioattivi seppure per un tempo molto limitato.

In tale caso, minori quantitativi di radioattività, dell'ordine del 10% dell'attività massima detenuta, potrebbero essere presenti al di fuori delle celle calde o nel locale controllo di qualità o come rifiuto. Una valutazione della dose efficace assorbita da un lavoratore che dovesse esporsi ai fumi radioattivi prodotti da tali sorgenti per 10' prima di porsi in posizione sicura è mostrata nella Tab. 8.

Tab. 8

Dose agli operatori in medicina nucleare in caso di incendio									
Tempo di esposizione (min):		10							
Volume di dispersione (m ³):		1000							
Isotopo	Attività max presente (Bq)	Frazione presente al di fuori delle celle	Frazione rilasciata FRF	Attività rilasciata (Bq)	Concentrazione (Bq/m ³)	Frazione respirabile	hg (inalazione) (Sv/h/Bq/m ³)	hg (immersione) (Sv/h/Bq/m ³)	Dose efficace (mSv)
F-18	2,00E+10	1,00E-01	1,00E+00	2,0E+09	2,00E+06	1,00E+00	8,85E-11	1,64E-10	8,42E-02
I-123	1,11E+09	1,00E-01	1,00E+00	1,1E+08	1,11E+05	1,00E+00	1,13E-10	2,50E-11	2,55E-03
Tc-99m	1,00E+11	1,00E-01	1,00E-02	1,0E+08	1,00E+05	1,00E+00	2,90E-11	2,80E-11	9,49E-04
Mo-99	1,00E+11	1,00E-01	1,00E-02	1,0E+08	1,00E+05	1,00E+00	1,49E-09	3,40E-11	2,54E-02
Ga - 68	3,00E+09	1,00E-01	1,00E-02	3,0E+06	3,00E+03	1,00E+00	7,40E-11	1,90E-14	3,70E-05
Ge-68	3,00E+09	1,00E-01	1,00E-02	3,0E+06	3,00E+03	1,00E+00	2,10E-08	1,90E-14	1,05E-02
Y-90	4,50E+10	1,00E-01	1,00E-02	4,5E+07	4,50E+04	1,00E+00	2,30E-09	0,00E+00	1,73E-02
Sorgenti di taratura e calibrazione									
Co - 60	1,20E+02	0,00E+00	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	4,70E-08	5,60E-10	0,00E+00
Cs - 137	1,56E+07	5,00E-01	1,00E-02	7,81E+04	7,81E+01	1,00E+00	5,90E-08	1,30E-10	7,69E-04
Ba - 133	1,91E+06	1,00E+00	1,00E-02	1,91E+04	1,91E+01	1,00E+00	1,50E-08	7,80E-11	4,80E-05
Am - 241	2,80E+08	0,00E+00	1,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	1,20E-04	4,10E-12	0,00E+00
I - 129	1,80E+03	0,00E+00	5,00E-01	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	5,40E-08	1,80E-12	0,00E+00
⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga	3,87E+09	1,00E+00	1,00E-02	3,87E+07	3,87E+04	1,00E+00	2,10E-08	1,90E-14	1,35E-01
Totale dose efficace (mSv)									2,77E-01

La valutazione è stata effettuata utilizzando la relazione [1] considerando che la frazione della quantità di radioattività, presente al di fuori delle celle calde, rilasciata in ambiente si distribuisca istantaneamente su un volume d'aria di 1000 m³. In termini del tutto cautelativi e irrealistici è stato considerato una frazione respirabile pari 1 per tutte le sorgenti (il programma Hotspot ver. 3.1.2, indica il 5%). La dose efficace assorbita dal suddetto lavoratore sarebbe quindi pari a 0,277 mSv.

Relativamente al personale delle squadre di intervento e soccorso, considerando:

- la presenza nei locali del quantitativo massimo autorizzato di attività istantanea detenuta;
- che l'attività di cui sopra si disperda inizialmente nel reparto (1000 m³) e che una frazione dell'ordine del 50% istantaneamente dei fumi radioattivi possa fuoriuscire dal compartimento distribuendosi in un volume di almeno 2000 m³;
- che la frazione rilasciata è pari 1 per tutti i radioisotopi
- che l'intervento avvenga dopo 30' dal rilascio;
- che gli operatori intervengano con autorespiratore e pertanto la suscettibilità di esposizione per inalazione di fumi/polveri radioattive è trascurabile;
- che ciascun operatore, anche in caso di interventi complessi può stazionare nei pressi del focolaio, dove la concentrazione del radioisotopo è più elevata, al più mezz'ora

In Tab. 9 è riportata la valutazione della dose efficace per sommersione che può ricevere un operatore stazionando per mezz'ora in un'area con una concentrazione di radioisotopo in aria determinata con la formula [2].

Tab. 9

Dose agli operatori della squadra di emergenza in caso di incendio							
Tempo di esposizione (min):	30						
Frazione immessa (1/h):	0,5						
Volume di dispersione (m ³):	2000						
Isotopo	Attività max detenuta (Bq)	Frazione rilasciata FRF	Attività rilasciata (Bq)	Concentrazione (Bq/m ³)	Concentrazione media (Bq/m ³)	hg (immersione) (Sv/h/Bq/m ³)	Dose (mSv)
F-18	2,00E+10	1,00E+00	1,00E+10	1,11E+06	5,76E+05	1,64E-10	4,72E-02
I-123	1,11E+09	1,00E+00	5,55E+08	6,14E+04	3,20E+04	2,50E-11	4,00E-04
Tc-99m	1,00E+11	1,00E-02	5,00E+08	5,53E+04	2,88E+04	2,80E-11	4,03E-04
Mo-99	1,00E+11	1,00E-02	5,00E+08	5,53E+04	2,88E+04	3,40E-11	4,90E-04
Ga - 68	3,00E+09	1,00E-02	1,50E+07	1,66E+03	8,64E+02	1,90E-14	8,21E-09
Ge-68	3,00E+09	1,00E-02	1,50E+07	1,66E+03	8,64E+02	1,90E-14	8,21E-09
Y -90	4,50E+10	1,00E-02	2,25E+08	2,49E+04	1,30E+04	0,00E+00	0,00E+00
Sorgenti di taratura e calibrazione							
Co - 60	1,20E+02	1,00E+00	6,00E+01	6,64E-03	3,46E-03	5,60E-10	9,68E-10
Cs - 137	1,56E+07	1,00E+00	7,81E+06	8,63E+02	4,50E+02	1,30E-10	2,92E-05
Ba - 133	1,91E+06	1,00E+00	9,55E+05	1,06E+02	5,50E+01	7,80E-11	2,14E-06
Am - 241	2,80E+08	1,00E+00	1,40E+08	1,55E+04	8,06E+03	4,10E-12	1,65E-05
I - 129	1,80E+03	1,00E+00	9,00E+02	9,95E-02	5,18E-02	1,80E-12	4,67E-11
⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga	3,87E+09	1,00E+00	1,93E+09	2,14E+05	1,11E+05	1,90E-14	1,06E-06
Totale dose efficace (mSv)							4,86E-02

La dose efficace assorbita dal personale delle squadre di intervento e soccorso sarebbe quindi < 0,05 mSv.

Esposizione di individui all'interno del padiglione B

L'esposizione di individui all'interno del padiglione B può essere dovuta all'eventuale rilascio di radioattività all'interno dell'edificio stesso dall'area compartimentata, in cui si è sviluppato l'incendio. Si può infatti ipotizzare che, in caso di incendio all'interno del compartimento di interesse, vi possa essere una fuoriuscita di fumi radioattivi e che questi fumi si propaghino nelle aree interne del padiglione B.

Va anche detto che, in ogni caso, qualora l'edificio fosse interessato in generale dai fumi dell'incendio, si dovrà procedere all'evacuazione dall'edificio di tutti gli individui presenti (lavoratori e pazienti).

La valutazione della dose efficace assorbita dagli individui presenti nell'edificio può essere effettuata considerando che il compartimento non siano perfettamente ermetico e che, in caso di incendio al suo interno, possa fuoriuscire in un'ora una frazione pari al 5% dell'attività rilasciata nel compartimento. Si considera inoltre che il volume della zona della parte di edificio attigua all'incendio, in cui si distribuisce la radioattività, che fuoriesce dalla zona incendio, sia pari a 2000 m³ e che un individuo si esponga a tali fumi per 30' prima di evacuare l'edificio. Nella Tab. 10 sono mostrati i calcoli effettuati utilizzando la relazione [2].

Tab. 10

Valutazione dose da incendio nell'edificio B										
Tempo di esposizione (min):		30								
Frazione immessa (1/h):		0,05								
Volume di dispersione (m ³):		2000								
Isotopo	Attività max detenuta (Bq)	Frazione presente al di fuori delle celle	Frazione rilasciata FRF	Attività rilasciata (Bq)	Concentrazione (Bq/m ³)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Frazione respirabile	hg (inalazione) (Sv/h/Bq/m ³)	hg (immersione) (Sv/h/Bq/m ³)	Dose (mSv)
F-18	2,00E+10	1,00E-01	1,00E+00	2,00E+09	2,47E+04	1,24E+04	1,00E+00	8,85E-11	1,64E-10	1,57E-03
I-123	1,11E+09	1,00E-01	1,00E+00	1,11E+08	1,37E+03	6,88E+02	1,00E+00	1,13E-10	2,50E-11	4,75E-05
Tc-99m	1,00E+11	1,00E-01	1,00E-02	1,00E+08	1,23E+03	6,20E+02	1,00E+00	2,90E-11	2,80E-11	1,76E-05
Mo-99	1,00E+11	1,00E-01	1,00E-02	1,00E+08	1,23E+03	6,20E+02	1,00E+00	1,49E-09	3,40E-11	4,72E-04
Ga - 68	3,00E+09	1,00E-01	1,00E-02	3,00E+06	3,70E+01	1,86E+01	1,00E+00	7,40E-11	1,90E-14	6,88E-07
Ge-68	3,00E+09	1,00E-01	1,00E-02	3,00E+06	3,70E+01	1,86E+01	1,00E+00	2,10E-08	1,90E-14	1,95E-04
Y -90	4,50E+10	1,00E-01	1,00E-02	4,50E+07	5,56E+02	2,79E+02	1,00E+00	2,30E-09	0,00E+00	3,21E-04
Sorgenti di taratura e calibrazione										
Co - 60	1,20E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	4,70E-08	5,60E-10	0,00E+00
Cs - 137	1,56E+07	5,00E-01	5,00E-01	3,90E+06	4,82E+01	2,42E+01	1,00E+00	5,90E-08	1,30E-10	7,15E-04
Ba - 133	1,91E+06	1,00E+00	1,00E+00	1,91E+06	2,36E+01	1,18E+01	1,00E+00	1,50E-08	7,80E-11	8,92E-05
Am - 241	2,80E+08	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	1,20E-04	4,10E-12	0,00E+00
I - 129	1,80E+03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,00E+00	5,40E-08	1,80E-12	0,00E+00
⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga	3,87E+09	1,00E+00	1,00E+00	3,87E+09	4,77E+04	2,40E+04	1,00E+00	2,10E-08	1,90E-14	2,52E-01
Totale dose efficace (mSv)										2,55E-01

Dalle valutazioni effettuate risulta che i rischi di esposizione dei lavoratori e degli individui del pubblico in caso di incidente, che coinvolga le sostanze radioattive detenute, possono essere mantenuti entro livelli molto bassi operando innanzitutto sul contenimento del rischio in termini di prevenzione sia attiva che passiva. In particolare si dovranno sempre tenere le sorgenti radioattive non in uso nelle celle di manipolazione o nei loro contenitori di trasporto e, per quanto riguarda la prevenzione del rischio di incendio, si dovrà innanzitutto mantenere all'interno dei locali un basso carico d'incendio.

Nel caso in cui dovesse comunque avvenire un incendio, le valutazioni condotte portano alle seguenti conclusioni.

I mezzi antincendio presenti sono tali da ridurre al minimo tale rischio e consentire un pronto spegnimento di eventuali focolai. Qualora invece non si riuscisse a evitare lo svilupparsi di un incendio all'interno delle aree a rischio, dovranno essere seguite le procedure previste in caso di incendio con evacuazione delle aree stesse e, se del caso, anche dell'edificio B.

Le valutazioni effettuate, che sono, come visto, basate su ipotesi estremamente conservative, indicano che le dosi a cui sarebbero esposti i lavoratori sono stimate in 0,255 mSv, mentre gli operatori delle squadre di intervento e soccorso sarebbero suscettibili di assorbire una dose efficace di molto minore di 0,05 mSv.

Qualora invece l'incendio (sviluppo di fumi) interessasse anche l'edificio B la dose a cui sarebbero esposti gli individui presenti all'interno dell'edificio, prima del loro allontanamento dall'edificio stesso, sarebbe inferiore a 0,255 mSv.

Per quanto concerne la valutazione della dose efficace alla popolazione dovuta all'immissione in atmosfera di rifiuti aeriformi, il calcolo si basa sull'ipotesi che la concentrazione di contaminanti radioattivi al suolo possa essere descritta da un modello di dispersione di tipo Gaussiano.

Nel caso specifico di una struttura ospedaliera la concentrazione radioattiva dei fumi C può essere calcolata utilizzando la relazione riportata nel report NCRP 123 valida nel caso in cui vi sia la presenza di edifici che perturbano il flusso. In tal caso, considerando che il punto di emissione e quello di ricezione non siano sulla parete di uno stesso edificio e la sezione AG dello stabile, ovvero il prodotto tra l'altezza h_b e la larghezza h_w , sia tale per cui $x \leq 2.5 \cdot (AG)^{1/2}$ o la distanza $x \leq 100$ m, l'equazione utilizzata è seguente

$$C = Q / (\pi \cdot u \cdot h \cdot K) \quad (3)$$

essendo:

Q = rilascio di radioattività (Bq/s)

u = velocità del vento (fissata pari a 2 m/s)

h_b = altezza dell'edificio da cui vengono emessi i fumi o che influenza maggiormente il flusso dei fumi (m)

h_w = larghezza dell'edificio da cui vengono emessi i fumi o che influenza maggiormente il flusso dei fumi (m)

h = il valore minore tra h_b e h_w (10 m)

K (m) = 1

La valutazione della concentrazione radioattiva (Bq/m³) viene effettuata ipotizzando che un centesimo della radioattività venga liberata in un'ora, mentre la valutazione della dose efficace impegnata assorbita dagli individui esposti ai fumi radioattivi viene effettuata considerando che un individuo respiri i fumi prodotti dall'incendio per tutto il tempo del rilascio di attività (un'ora).

Pertanto per il calcolo della dose efficace alla popolazione, in funzione della concentrazione nel punto di ricezione, vengono considerati unicamente i contributi dovuti all'inalazione e all'immersione nella nube radioattiva. Utilizzando i fattori di conversione da inalazione e da immersione riportati nel documento IAEA TECDOC-1162 e supponendo che il gruppo critico della popolazione stazioni per l'intera ora in cui vengono emessi i contaminanti nel punto di ricezione (entro 100 metri dal punto di emissione), si ricava la dose efficace impegnata. I risultati delle valutazioni sono riportati in Tabella 11.

Tab. 11

Dose alla popolazione in caso di incendio								
h (m):	10							
Isotopo	Attività max detenuta (kBq)	Frazione presente al di fuori delle celle	Frazione rilasciata FRF	Frazione respirabile	Concentrazione nella zona entro 100 m (kBq/m ³)	hg (inalazione) (mSv/h/kBq/m ³)	hg (immersione) (mSv/h/kBq/m ³)	Dose efficace (mSv)
F-18	2,00E+07	1,00E-01	1,00E+00	5,00E-02	8,85E+00	8,85E-05	1,64E-04	1,49E-03
I-123	1,11E+06	1,00E-01	1,00E+00	5,00E-02	4,91E-01	1,11E-04	2,50E-05	1,50E-05
Tc-99m	1,00E+08	1,00E-01	1,00E-02	5,00E-02	4,42E-01	2,90E-05	2,80E-05	1,30E-05
Mo-99	1,00E+08	1,00E+00	1,00E-02	5,00E-02	4,42E+00	1,50E-03	3,40E-05	4,82E-04
Ga-68	3,00E+06	1,00E-01	1,00E-02	5,00E-02	1,33E-02	7,40E-05	1,90E-08	4,93E-08
Ge-68	3,00E+06	1,00E-01	1,00E-02	5,00E-02	1,33E-02	2,10E-02	1,90E-08	1,39E-05
Y-90	4,50E+07	1,00E-01	1,00E-02	5,00E-02	1,99E-01	2,30E-03	0,00E+00	2,29E-05
Sorgenti di taratura e calibrazione								
Co - 60	1,20E-01	0,00E+00	0,00E+00	5,00E-02	0,00E+00	4,70E-02	5,60E-04	0,00E+00
Cs - 137	1,56E+04	5,00E-01	5,00E-01	5,00E-02	1,73E-02	5,90E-02	1,30E-04	5,32E-05
Ba - 133	1,91E+03	1,00E+00	1,00E+00	5,00E-02	8,45E-03	1,50E-02	7,80E-05	6,99E-06
Am - 241	2,80E+05	0,00E+00	0,00E+00	5,00E-02	0,00E+00	1,40E+02	4,10E-06	0,00E+00
I - 129	1,80E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,00E-02	0,00E+00	5,40E-02	1,80E-06	0,00E+00
⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga	3,87E+06	1,00E+00	1,00E+00	5,00E-02	1,71E+01	2,10E-02	1,90E-08	1,80E-02
Totale dose efficace (mSv)								2,01E-02

Dalla Tabelle 11 si evidenzia che, per gli individui che stazionano entro una distanza di 100 m dal punto di emissione dei fumi, la dose efficace risulta essere inferiore a 20 µSv, ovvero molto inferiore al limite di dose annuale per gli individui della popolazione e quindi tale per cui l'allegato XXXI al D. Lgs 101/2020, non indica alcun tipo di intervento.

3) Evento sismico o crollo di edificio

Un possibile evento incidentale da prendere in considerazione è il crollo, a seguito anche di un evento sismico, dell'edificio, o di parte di esso, che coinvolga i depositi delle sorgenti radioattive della struttura. Deve però essere precisato che le pareti del locale camera calda e del locale somministrazione sono in calcestruzzo di spessore superiore a 10 cm, per cui dovrebbero comunque essere in grado di non subire particolari danni. Nel caso comunque che i contenitori delle sostanze radioattive vengano rotti con conseguente spargimento di queste ultime, esse rimarrebbero comunque localizzate nell'area interessata dal crollo, anche se la fuoriuscita dai contenitori di piombo di protezione potrebbe dar luogo ad una esposizione nell'area circostante. Considerata in ogni caso la presenza delle macerie il rateo di dose dovuto alla presenza delle sorgenti radioattive sarebbe abbastanza ridotto e tale da interessare un'area localizzata e limitata nello spazio (< 10 m). Quest'area dovrà essere delimitata e interdetta per il breve tempo necessario a consentire il decadimento della sostanza radioattiva.

Conclusioni relative all'art. 174

Si ritiene in conclusione che i rischi di esposizione dei lavoratori e degli individui della popolazione in caso di incidente che possa coinvolgere le sostanze radioattive detenute, possano essere mantenuti entro livelli molto bassi operando innanzitutto sul contenimento delle sorgenti radioattive

nell'ambito dei locali di normale stoccaggio, in termini di mezzi di prevenzione sia attiva che passiva. Qualora comunque dovesse avvenire un incidente, in particolare un incendio, tale da provocare l'emissione in ambiente delle sostanze radioattive detenute, le valutazioni sopra effettuate, che sono ovviamente basate su ipotesi estremamente conservative, indicano che le dosi a cui sarebbero esposti eventuali individui sono comunque estremamente contenute.

Le squadre di intervento dovranno essere rese edotte dei rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti e delle modalità operative da adottare e dovrà essere prevista la dotazione di mezzi di protezione idonei, in particolare di autorespiratori in caso di incendio.

Punto 3.7.j) – Criteri e modalità di attuazione degli adempimenti di cui all'art.130 ed all'art. 132 del presente decreto

Valutazione della dose individuale

Irradiazione esterna

La valutazione della dose efficace sarà effettuata mediante l'impiego di dosimetri a TLD, tarati in termini di equivalente di dose personale Hp (10), indossati in corrispondenza del taschino del camice. Inoltre, al fine di evidenziare possibili situazioni di pericolo, il personale addetto ad attività specifiche, potrà essere dotato anche di dosimetro digitale a lettura diretta con allarme acustico.

La dose equivalente alle mani e alla pelle sarà valutata mediante dosimetro ad anello (con rivelatore a TLD), tarato in termini di equivalente di dose superficiale, Hp (0,07).

La gestione della fornitura dei dosimetri e la riconsegna per la lettura è organizzata mediante ditta esterna.

Irradiazione interna

Considerati i rischi di contaminazione interna molto limitata e l'impossibilità tecnica di effettuare una valutazione dell'irradiazione interna nel caso dei radioisotopi utilizzati, non si ritiene di effettuare una valutazione sistematica dell'irradiazione interna. Solo nel caso di un eventuale impiego di ioduri sarà valutata, in base alla quantità di radioattività utilizzata, l'opportunità di una verifica sistematica della contaminazione interna.

Al fine di verificare la presenza di un'eventuale contaminazione individuale, il personale deve in ogni caso effettuare normalmente all'uscita della zona controllata un controllo con il monitor mani-piedi-vesti in dotazione. A tale proposito vengono fissati i seguenti livelli di intervento

Radioisotopo	Superfici corporee
^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I , ^{68}Ga , ^{90}Y	30 Bq/cm ²

Valutazioni della contaminazione interna saranno effettuate in caso di eventi di contaminazione ambientale e/o personale tali da far sospettare una contaminazione interna non trascurabile. In particolare, in caso di contaminazione ambientale e/o personale, sarà valutata l'incorporazione di materiale radioattivo per ingestione di una quantità di attività pari al valore della contaminazione superficiale della pelle (Bq/cm²) moltiplicato per 10 cm².

Le dosi efficaci impegnate derivanti dalle suddette valutazioni saranno registrate solo se superiori a 10 μSv . Qualora si sospetti la possibilità di contaminazioni interne più importanti, dell'ordine di 10 volte superiori del valore sopra indicato di 10 μSv , la valutazione potrà essere effettuata anche mediante misura della contaminazione delle urine o mediante eventuali altri mezzi che l'esperto di radioprotezione riterrà più adatti al caso specifico.

Valutazione della dose ambientale

La valutazione dell'esposizione ambientale viene effettuata in tempo reale, mediante monitor installati all'interno del centro con indicazione del rateo di dose.

Inoltre sarà effettuata una valutazione dell'esposizione ambientale al di fuori dei locali di diagnostica e nella area camera calda, misurando l'equivalente di dose ambientale $H^*(10)$ della radiazione fotonica.

Valutazione della contaminazione superficiale

Saranno effettuati controlli della contaminazione superficiale delle superfici di lavoro (tavolo di manipolazione, ecc.) mediante misura diretta con monitor o mediante "smear-test", qualora il fondo ambientale sia tale da non permettere l'effettuazione della misura mediante monitor oppure si voglia valutare la contaminazione trasferibile. Il controllo diretto della contaminazione superficiale sarà eseguito con monitor a contatore proporzionale ad ampia superficie (del tipo con rivelatore allo xenon o scintillatore plastico). Per quanto riguarda gli "smear-test", i controlli saranno effettuati su aree di 1000 cm^2 nei casi di pareti, pavimenti e su aree di 300 cm^2 nel caso di altre superfici (tavoli, superfici di lavoro) utilizzando speciali supporti a ciò predisposti o batuffoli di cotone inumiditi, che saranno misurati mediante rivelatore NaI (TI).

Sono fissati i seguenti livelli di intervento:

Radioisotopo	Zone sorvegliate e pubbliche	Zone controllate
^{18}F , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I , ^{68}Ga , ^{90}Y	30 Bq/cm^2	300 Bq/cm^2

Le misure saranno effettuate con frequenza di norma settimanale, da parte del personale TSRM o dalla Fisica Sanitaria. I dati saranno valutati da parte dell'esperto di radioprotezione.

Verifiche delle tecniche e dei dispositivi di protezione

Saranno effettuate le seguenti verifiche:

1. Verifica del buono stato di conservazione dei mezzi protettivi fissi, mobili e strutturali;
2. Verifica del buono stato di conservazione dei dispositivi di protezione individuale;
3. Verifica della presenza delle segnalazioni delle zone classificate e delle regolamentazioni degli accessi e delle norme di protezione e sicurezza;
4. Verifica dei dispositivi di sicurezza.

Le verifiche di cui ai punti 1, 2 e 3 saranno effettuate a vista. La verifica dei dispositivi di sicurezza sarà effettuata mediante prove dirette del funzionamento di tali sistemi.

Si terrà inoltre conto dei valori di dose individuale, nonché dei risultati della sorveglianza ambientale, al fine di valutare la necessità di ulteriori interventi radioprotezionistici nell'ambito del principio di ottimizzazione.

Verifica delle buone condizioni di funzionamento degli strumenti di misurazione

Nell'ambito delle attività svolte saranno utilizzati diversi strumenti radioprotezionistici per i vari scopi sopra indicati: misure di $H_p(10)$ e $H_p(0,07)$, misure di $H^*(10)$ e di kerma in aria, misure di contaminazione ambientale, misure di contaminazione personale. La strumentazione portatile, per la quale esiste una sorgente di riferimento utile presso i centri SIT, sarà sottoposta a taratura con periodicità triennale. Tutta la strumentazione sarà sottoposta annualmente (tolleranza: ± 2 mesi) a verifica delle buone condizioni di funzionamento al fine di verificare che la risposta dello strumento di misura sia congrua rispetto all'utilizzo previsto e che mantenga caratteristiche sufficientemente stabili nel tempo fra tarature successive. Nel primo caso il controllo consiste nella conferma metrologica mediante confronto con uno strumento tarato (presso centro accreditato) o mediante sorgenti radioattive di attività nota, mentre nel secondo caso viene effettuata la verifica della stabilità della risposta utilizzando una sorgente radioattiva di riferimento.

Norme e procedure interne di comportamento

Le norme interne di radioprotezione sono affisse nelle aree dove vengono espletate le pratiche radiologiche. Le norme sono state discusse e spiegate nell'ambito dei corsi di formazione ed informazione del personale.

Gestione delle verifiche di radioprotezione

Considerato il tipo di rischio preso in considerazione (irraggiamento esterno e contaminazione interna) la sorveglianza fisica della protezione verrà effettuata con le seguenti modalità:

1. verifica delle procedure di lavoro con gli operatori ed esame di eventuali proposte di modifica, tese ad ottimizzare le procedure stesse ed a minimizzare i rischi di esposizione;
2. verifica della presenza della segnaletica prevista all'interno ed all'esterno del Reparto;
3. verifica delle registrazioni di carico dei radionuclidi, di scarico dei reflui liquidi radioattivi e degli affidamenti dei rifiuti solidi a ditta autorizzata;
4. verifica ed eventuale ottimizzazione dei percorsi per la movimentazione delle sorgenti ed il trasferimento dei pazienti verso l'uscita o verso i reparti di degenza;
5. controlli di contaminazione:
 - verifica della contaminazione superficiale (fissa od asportabile) sulle superfici di lavoro, sulle poltroncine di attesa dei pazienti, sul lettino di misura
 - verifica della contaminazione asportabile dalle sorgenti di test
6. verifica della idoneità ed integrità delle schermature esistenti con valutazione dell'equivalente di dose ambiente nei locali in cui sussiste il rischio da irraggiamento esterno per mezzo di misure ambientali;

7. valutazione della dose efficace al personale ed ai Gruppi di Riferimento sulla base delle misure e delle verifiche eseguite, dei risultati della dosimetria personale ed ambientale, del carico di lavoro e della natura e della qualità delle radiazioni stesse.

Le misure e le valutazioni di cui sopra saranno la base per la verifica del rispetto dei limiti previsti nonché del raggiungimento degli obiettivi di progetto prefissati. I controlli di cui ai punti 1., 2., 3., 4., 5., 6. e 7. verranno effettuati con frequenza semestrale; per i controlli di contaminazione superficiale, in particolare, si terrà conto delle verifiche giornaliere eseguite dal personale all'uopo preposto. La valutazione delle dosi assorbite dai lavoratori di categoria 'A' verrà effettuata con frequenza Semestrale. Al di là degli interventi periodici, non si ravvisano situazioni, escluse gli incidenti o le contaminazioni di grosse proporzioni, per le quali sia previsto un coinvolgimento diretto dell'esperto di Radioprotezione. Il personale operatore avrà a disposizione i riferimenti per rintracciare nel più breve tempo possibile l'Esperto di Radioprotezione.

Punto 3.7.k) - indicazione delle modalità con cui si intende adempiere agli ulteriori pertinenti obblighi di cui all'art. 109 del presente decreto, con particolare riferimento al contenuto delle norme interne di sicurezza e protezione; indicazione delle modalità con cui si intende assicurare la formazione di cui agli articoli 110 e 111

Il programma di formazione relativo all'operatività del reparto si baserà su un insieme di attività integrate, volte al conseguimento delle competenze idonee al pieno sfruttamento delle tecnologie installate, in condizioni di sicurezza e protezione per gli operatori, con i seguenti obiettivi:

- efficiente impiego e produttività in campo clinico;
- qualità delle prestazioni offerte;
- eccellenza dell'attività di ricerca e didattica connesse alla produzione ed impiego dei radiofarmaci.

A tale scopo, si prevede che gli operatori addetti alle funzioni inerenti agli impianti siano selezionati sulla base del curriculum di studi di base, delle eventuali esperienze lavorative e del curriculum scientifico dimostrabile, delle attitudini ad operare in un ambiente caratterizzato da elevati contenuti innovativi.

È prevista una serie di attività formative e di aggiornamento che sono di seguito sintetizzate:

- fornitura di documentazione di base, quali manuali delle apparecchiature, testi di riferimento e selezione di articoli scientifici per documentazione iniziale e futuro riferimento;
- frequenza per formazione di base presso selezionati centri nazionali ed internazionali, per confronto e chiarificazione sui contenuti di base ed apprendimento delle principali metodiche operative;
- formazione specifica in loco e/o presso le ditte produttrici delle principali apparecchiature, per addestramento operativo sulle funzionalità e sulla esecuzione delle funzioni diagnostiche e di manutenzione ordinaria a cura dell'operatore;

- affiancamento degli operatori da parte di tecnici qualificati delle ditte fornitrici e di operatori scientifici qualificati provenienti da altre istituzioni nazionali in fase di installazione delle apparecchiature, prove funzionali e di collaudo ed avvio delle operazioni;
- aggiornamento continuativo nel periodo d'uso, rispondente ai requisiti dei programmi ECM del Ministero della Salute, per le diverse categorie e profili professionali degli operatori.

PARTE IV: INFORMAZIONI DI CUI AL PUNTO 3.8 – ALLEGATO XIV – D.LGS. 101/20

In questa sezione verranno riportate le valutazioni richieste ai sensi del punto 3.8, All. XIV per le attività di medicina nucleare, ovvero nello specifico:

- a) Descrizione dei dispositivi di contenimento degli escreti dei pazienti e valutazione della loro efficacia ai fini dell'applicazione del principio di ottimizzazione;
- b) Stima della quantità di escreti dei pazienti immessi nel sistema fognario direttamente dall'installazione all'esterno dell'installazione; **(precedentemente descritto nel punto 3.6a della presente relazione)**
- c) Dimostrazione che l'immissione di escreti dei pazienti nel sistema fognario direttamente dall'installazione rispetta i criteri di non rilevanza radiologica fissati con il decreto di cui all'art.2, comma 3; **(precedentemente descritto nel punto 3.6c della presente relazione)**
- d) Descrizione, limitatamente alle attività che comportano somministrazione di sostanze radioattive a scopo terapeutico, della procedura prevista all'atto della dimissione del paziente, ai fini del rispetto dei vincoli di dose di cui all'art.158;

Punto 3.8.a) – Descrizione dei dispositivi di contenimento degli escreti dei pazienti e valutazione della loro efficacia ai fini dell'applicazione del principio di ottimizzazione

L'impianto di stoccaggio dei rifiuti liquidi radioattivi è costituito da due fosse Imhoff, per la separazione della parte solida da quella liquida dei rifiuti e la degradazione biologica anaerobica, e da tre vasche di raccolta da 5000 litri ciascuna, in polietilene ad alta densità, collegate in parallelo. Le vasche per la raccolta dei rifiuti liquidi, destinate a raccogliere le acque provenienti dai lavelli a scarico controllato, dalle eventuali docce di decontaminazione ed i liquami provenienti dal bagno caldo, sono collocate in un locale al piano seminterrato. La conduzione dell'impianto di smaltimento è regolata completamente da un sistema computerizzato, nel locale Controllo Vasche, che gestisce la sequenza di riempimento delle fosse Imhoff e delle vasche di raccolta liquidi, il prelievo e la misura di campioni e lo smaltimento finale in fogna. Tutte le operazioni, ed in particolare i risultati delle misure sui campioni di liquido per la verifica delle condizioni di applicabilità dell'art. 54 del D.Lgs. 101/20 prima dello smaltimento, saranno dettagliatamente memorizzate sul computer di gestione dell'impianto.

Il dimensionamento delle vasche è stato effettuato tenendo conto del Carico di Lavoro e della tipologia dei radionuclidi impiegati e considerando anche che una vasca di 5500 litri nominale viene riempita fino a circa 5000 litri. In tali condizioni, si ha il riempimento di una singola vasca in circa 7 giorni. Pertanto, considerando l'impianto di stoccaggio dei rifiuti radioattivi composto da 3 vasche

in parallelo, quando la prima è piena automaticamente viene chiusa e i rifiuti biologici radioattivi vengono inviati nella seconda vasca, che a sua volta viene chiusa dopo 7 giorni. Ogni vasca rimane ferma, una volta riempita, per circa 14 giorni e al momento dello svuotamento i liquami della vasca piena vengono campionati ed analizzati con spettrometria gamma, per predisporla, svuotandola, nuovamente all'uso. Considerando i radionuclidi attualmente utilizzati tale linea d'impianto comporta un'efficienza definita come:

$$\varepsilon_i = 1 - \frac{A_{i,out}}{A_i}$$

ove:

$A_{i,out}$: Attività del radionuclide i-esimo contenuto nella vasca al momento dello svuotamento

A_i : Attività che sarebbe stata immessa nel sistema fognario in assenza del sistema di contenimento

Le valutazioni effettuate mostrano che il dimensionamento dell'impianto è tale da garantire un'efficienza prossima ad 1 per il radionuclide così come anche riassunto nel prospetto riportato di seguito.

Valutazione dell'abbattimento della radioattività nell'impianto di smaltimento

Numero di vasche :		3							
Capacità di ogni singola vasca (m3):		5							
Numero di pazienti/anno :		8900							
Vol/paziente (m3/paz.) :		0,025							
Settimane necessarie al riempimento:		1,1							
Intervallo di stoccaggio (settimane):		2,0							
Numero di svuotamenti/anno previsti:		25,4							

Radioisotopo	T _{1/2} (sett.)	N. pazienti sett.	Attività per pz. somministrata (MBq)	Attività sett. somministrata (MBq)	% attività escreta nelle prime 2 ore	Attività in vasca al termine del riempimento (MBq)	Attività in vasca allo svuotamento (MBq)	Concentrazione allo scarico (Bq/g)	Efficienza del sistema (ε)
F-18	0,011	65	370	24050,00	13,0%	49,14	2,27E-26	4,53E-27	1,00
Tc - 99 m	0,036	100	740	74000,00	51,0%	1951,44	1,53E-05	3,06E-06	1,00
I- 123	0,079	10	185	1850,00	15,0%	31,46	9,14E-03	1,83E-03	1,00
Ga - 68	0,007	3	200	600,00	35,0%	2,04	7,20E-45	1,44E-45	1,00

Punto 3.8 d) – Descrizione, limitatamente alle attività che comportano somministrazione di sostanze radioattive a scopo terapeutico, della procedura prevista all'atto della dimissione del paziente, ai fini del rispetto dei vincoli di dose di cui all'articolo 158.

Le operazioni previste all'atto della dimissione dei pazienti trattati con microsfere marcate con Y-90 a scopo terapeutico sono state già descritte. In particolare, il rate di dose che viene emesso dal paziente è basso e non comporta particolari problemi di radioprotezione nelle ore successive al trattamento per i familiari al rientro al domicilio. Al momento della dimissione, il paziente riceve dal medico specialista le istruzioni scritte volte a ridurre, per quanto ragionevolmente conseguibile, le dosi per le persone in diretto contatto con il paziente, nonché le informazioni sui rischi derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Come previsto dall'art.158, comma 10, queste informazioni vengono fornite prima di lasciare la struttura sanitaria.

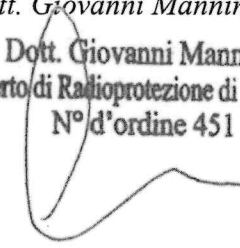
Conclusione/benestare

Si rilascia il benestare preventivo di competenza (art.130 D.lgs. 110/20) per la pratica radiologica di cui alla presente relazione, a condizione che siano rispettate le indicazioni di radioprotezione descritte.

Lì 15 maggio 2024

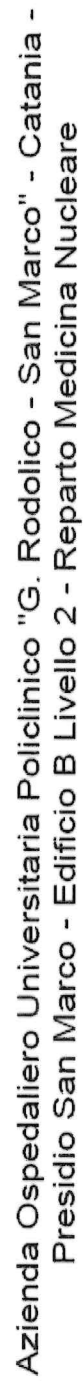
L'Esperto di Radioprotezione
(Dott. Giovanni Mannino)

Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 451



Allegati alla presente relazione

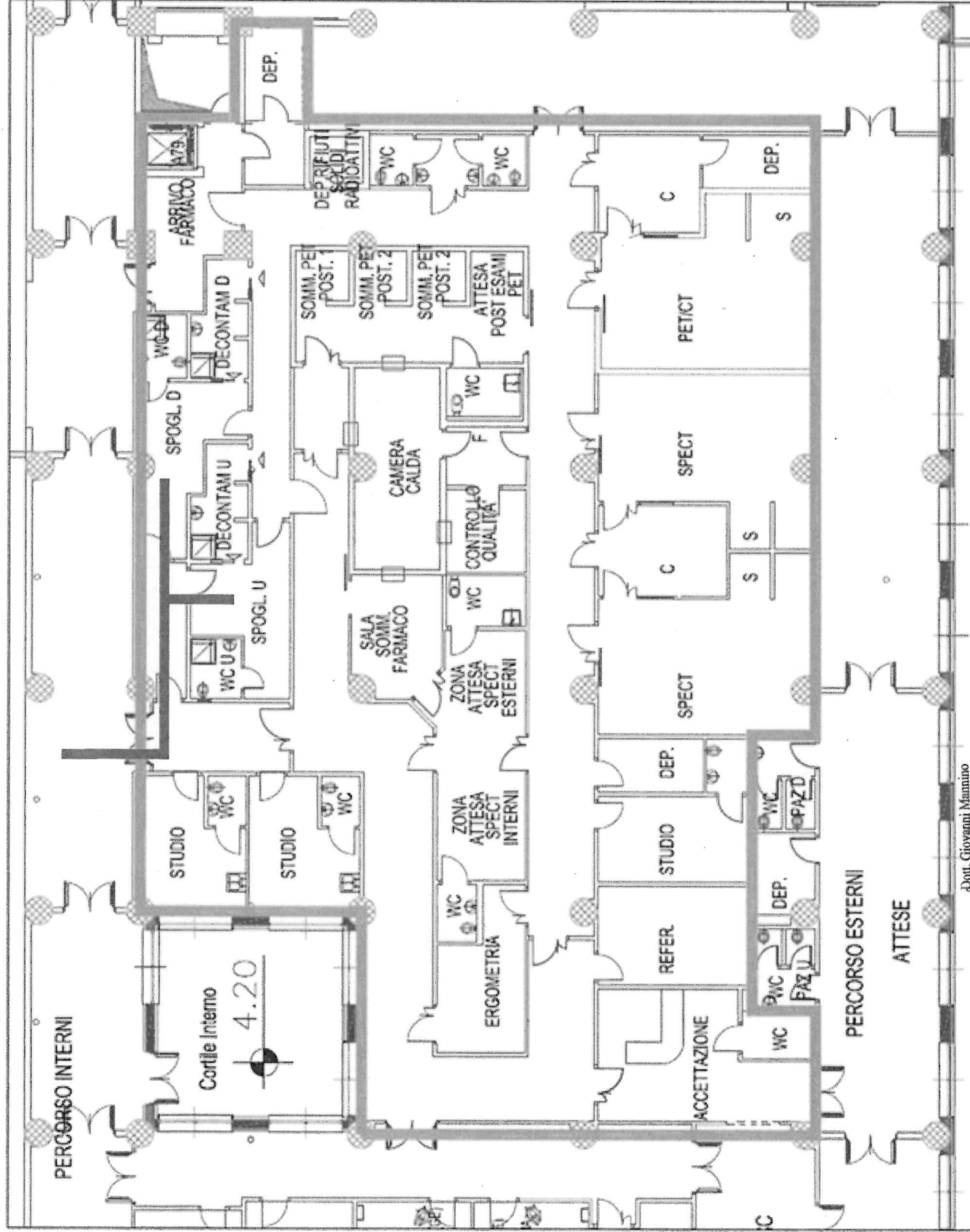
- (Allegato a) Planimetrie:
- Medicina Nucleare;
 - Depositi di stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi;
 - Sala Angiografica;
 - Sala vasche reflui radioattivi.
- (Allegato b) Prospetto dei radionuclidi che si intende detenere istantaneamente ed in ragione di anno solare.
- (Allegato c) Valutazione dell'impatto ambientale a seguito dell'allontanamento dei rifiuti solidi.
- (Allegato d) - d1) e d2) Valutazione dell'impatto ambientale a seguito dell'allontanamento dei rifiuti liquidi.



Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado



Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico - San Marco" - Catania -
Presidio San Marco - Edificio B Livello 2 - Reparto Medicina Nucleare

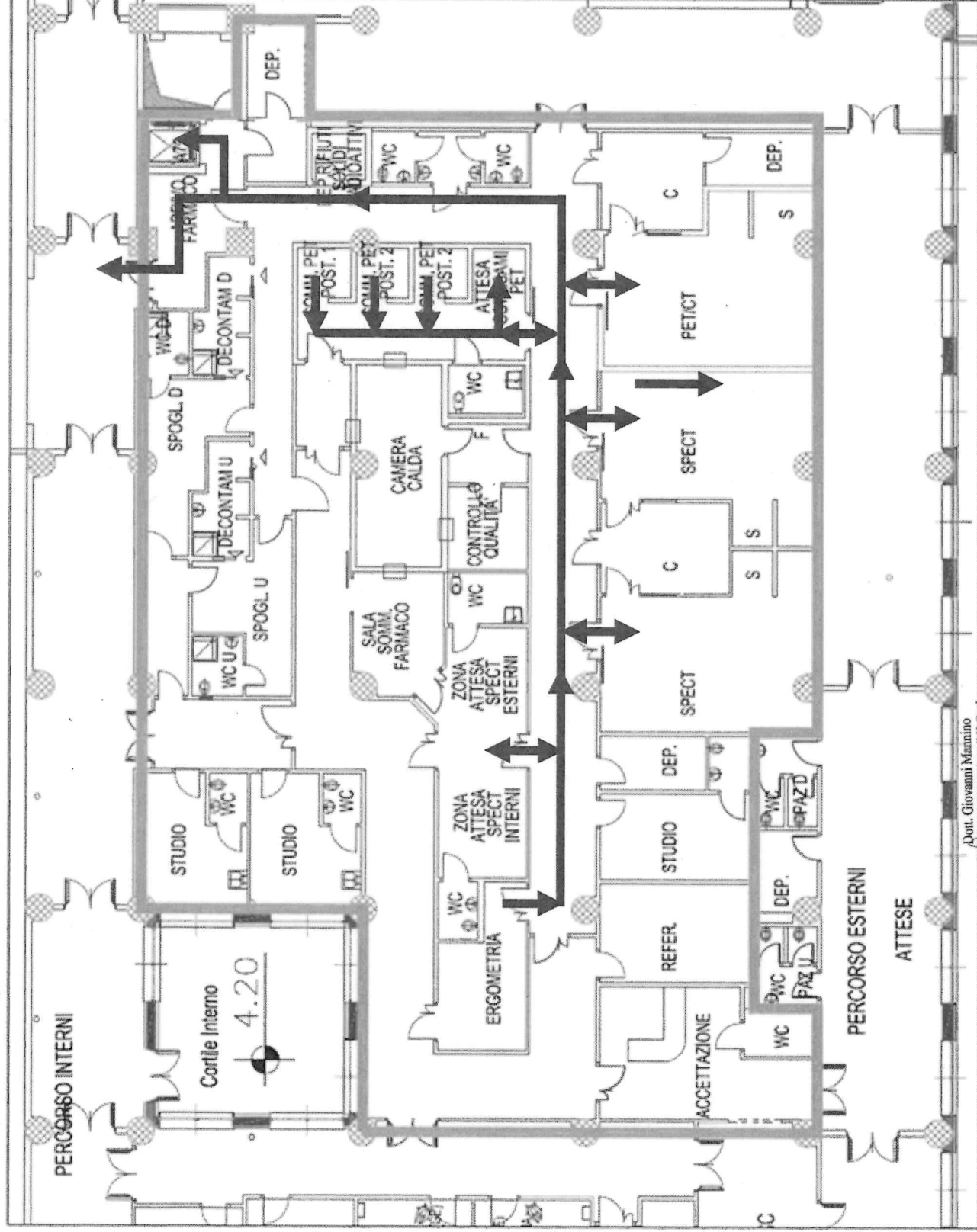


LEGENDA	
	Reparto di Medicina Nucleare
	Zona controllata
	Ingresso/Uscita in reparto dei Lavoratori





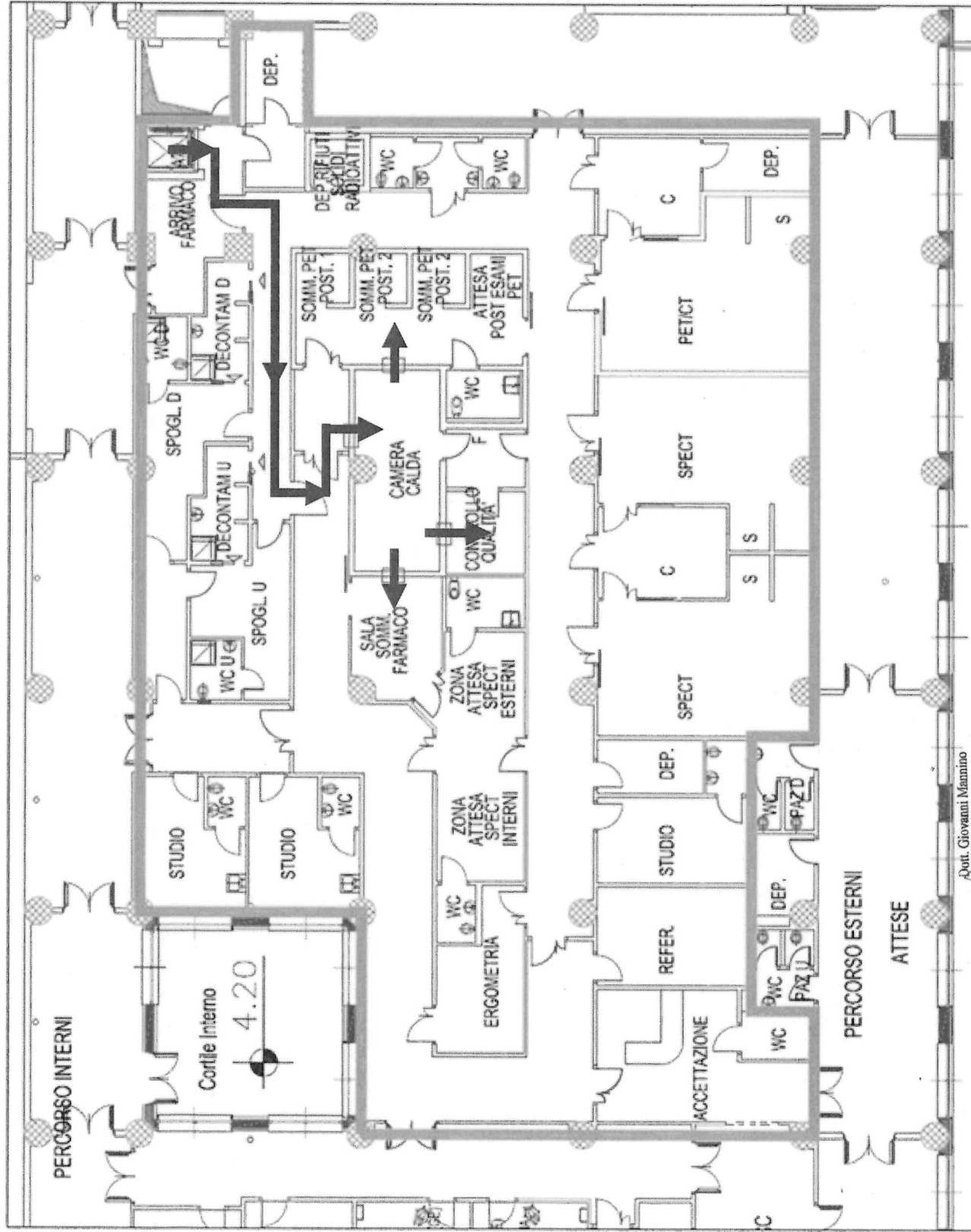
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico - San Marco" - Catania -
Presidio San Marco - Edificio B Livello 2 - Reparto Medicina Nucleare



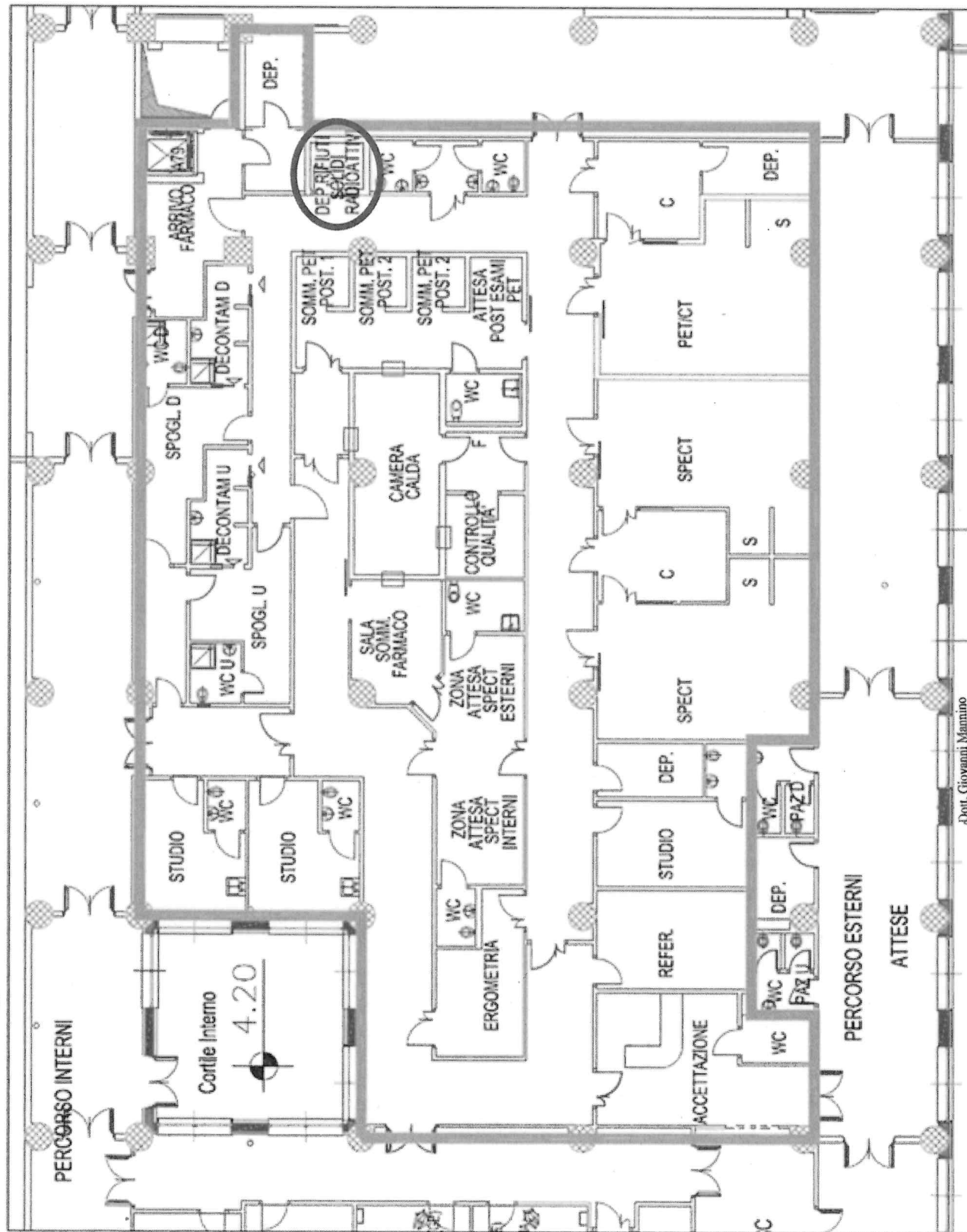
Dot. Giovanni Mannino
Esperto in Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 491

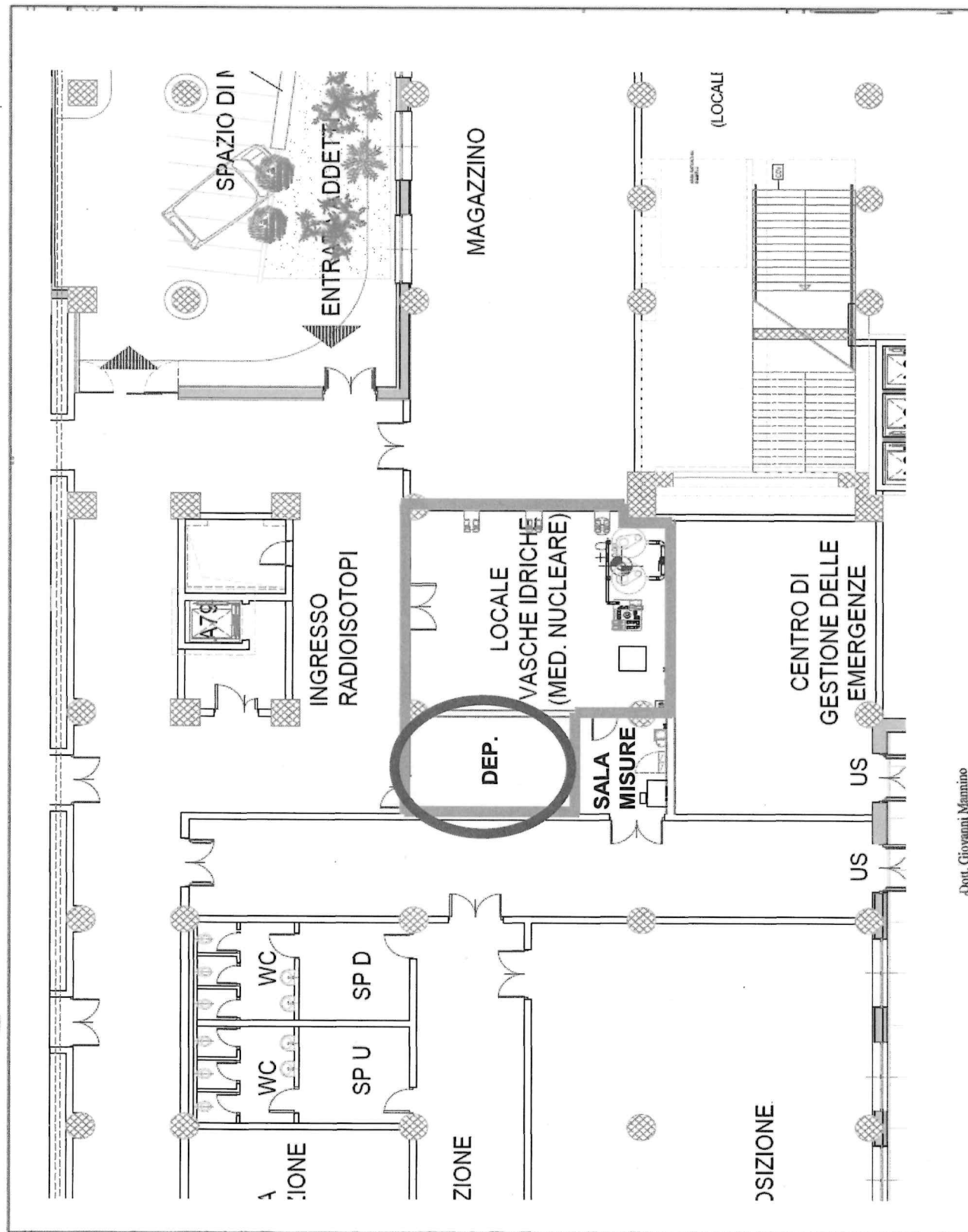
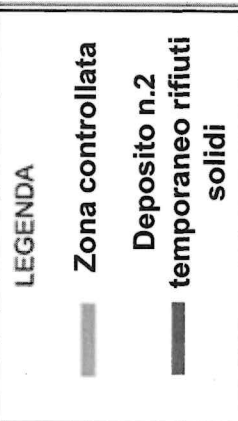


Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico - San Marco" - Catania -
Presidio San Marco - Edificio B Livello 2 - Reparto Medicina Nucleare



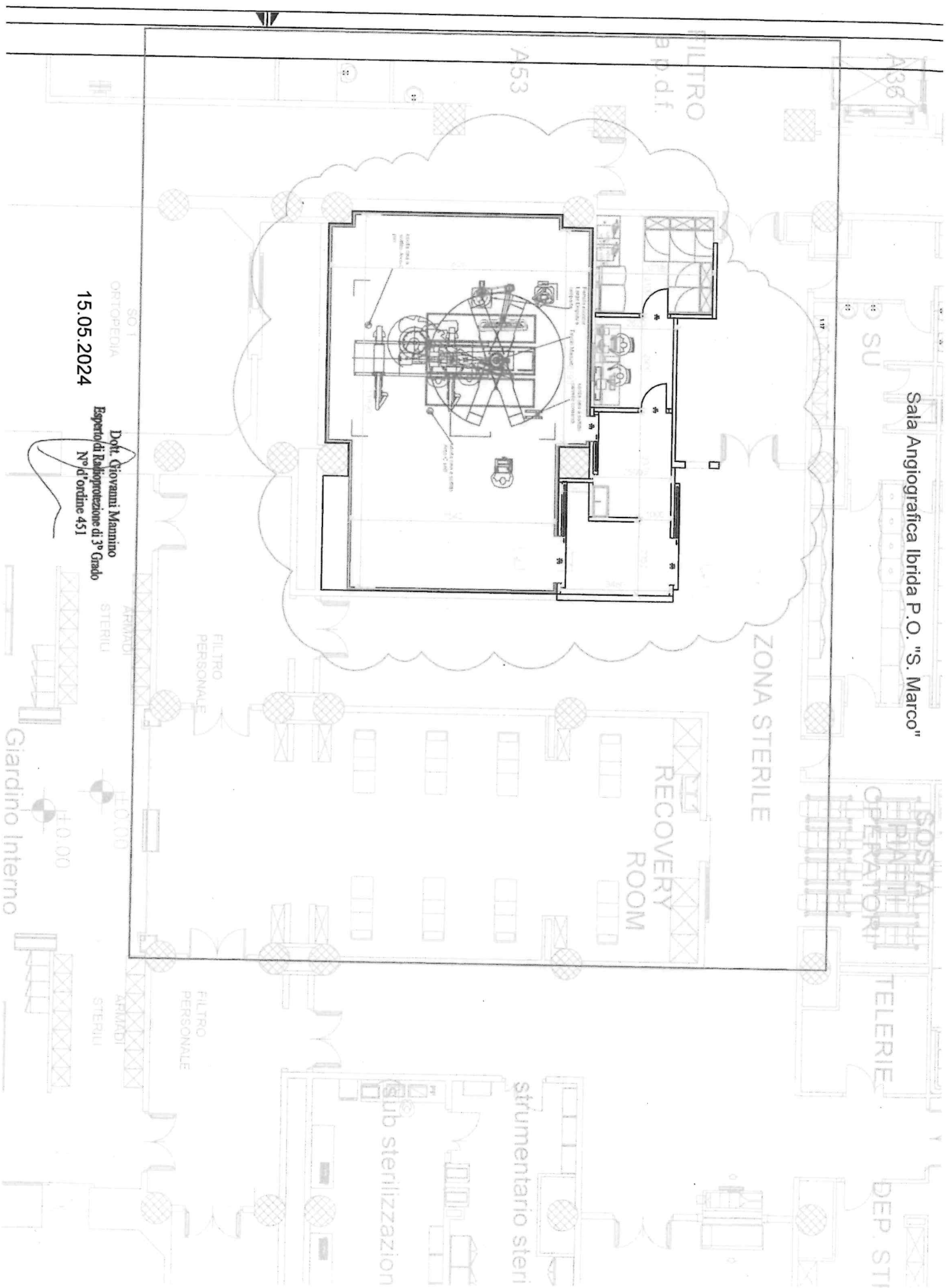
Dot. Giovanni Mammino
Esperto di Radioprotezione all'3° Ordine
N° d'ordine 439





Dot. Giovanni Mammino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 439

Sala Angiografica Ibrida P.O. "S. Marco"



15.05.2024

Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 451

Allegato b)

Prospetto dei radionuclidi detenuti istantaneamente ed in ragione di anno solare.

SORGENTI NON SIGILLATE

Radionuclide	Attività istantanea massima detenibile GBq	Attività massima detenibile in ragione di un anno solare GBq	Note
Mo-99	100	5000	(*) Diagnostica
Tc-99m	100	5000	(*) Diagnostica
I-123	1,11	55,5	Diagnostica
F -18	20	6000	Diagnostica
Ge - 68	3	5	(^) Diagnostica
Ga - 68	3	5	(^) Diagnostica
Y-90	10	500	Terapia

(*) Generatore di Tecnezio-99m costituito da una colonna di Molibdeno-99 (stato fisico solido) da cui il Tc-99m è estratto all'occorrenza (in genere almeno una volta al giorno) per eluizione.

(^) Generatore di Gallio - 68 costituito da una colonna di Germanio - 68 (stato fisico solido) da cui il Ga - 68 è estratto all'occorrenza (in genere almeno una volta al giorno) per eluizione.

SORGENTI SIGILLATE PER LA CALIBRAZIONE E TARATURA DELLE APPARECCHIATURE

Radionuclide	Attività massima presente in ogni istante (Bq)	Attività pervenuta in un anno solare (Bq)
85Sr	1,00E+05	1,00E+05
88Y	1,00E+05	1,00E+05
109Cd	1,00E+05	1,00E+05
113Sn	1,00E+05	1,00E+05
133Ba	1,00E+07	1,00E+07
139Ce	1,00E+05	1,00E+05
22Na	1,00E+07	1,00E+07
54Mn	1,00E+06	1,00E+06
57Co	1,60E+09	1,60E+09
60Co	1,00E+06	1,00E+06
68Ge/68Ga	1,00E+09	1,00E+09
137Cs	1,00E+08	1,00E+08
203Hg	1,00E+06	1,00E+06
241Am	4,00E+08	4,00E+08
129I	2,00E+03	2,00E+03

15.05.224

Dott. Giovanni M...
Esperto di Radioprotezione
N° d'ordine 451

Allegato c

Valutazione della dose all'individuo rappresentativo della popolazione a seguito dell'immissione in ambienti di rifiuti solidi inceneriti

Condizioni al contorno

$f = 0,25$
 $u \text{ (m/s)} = 2$
 $H \text{ (m)} = 70$ altezza del camino
 $h \text{ (m)} = 25$ altezza dell'edificio che ospita il camino
 $P \text{ (m}^2\text{)} = 0,00001$ per un recettore situato a 100 m

Radioisotopo	Attività impiegata (MBq)	Frazione immessa in ambiente	Attività immessa in ambiente (MBq)	Concentrazione (MBq/m ³)	SF (μSv/(Bq/m ³))	Dose efficace [μSv]
Tc - 99m	3,70E+06	0,0001	3,70E+02	1,47E-11	1,6	2,35E-05
F - 18	1,20E+06	0,0001	1,20E+02	4,76E-12	4,1	1,95E-05
I - 123	9,25E+04	0,0001	9,25E+00	3,67E-13	7,6	2,79E-06
Ga - 68	5,55E+04	0,0001	5,55E+00	2,20E-13	3,0	6,60E-07
Y - 90	1,50E+05	0,0001	1,50E+01	5,95E-13	280	1,66E-04

Peso medio contenitore (kg) 5

Concentrazione proposta per l'allontanamento (kBq/kg) 10

Numero medio di alipak/paziente 2

Radioisotopo	Numero di pazienti per anno	Numero di Alipak per anno	Attività immessa in ambiente (Bq/anno)	Attività immessa in ambiente (Bq/s)	Concentrazione (Bq/m ³)	SF (μSv/(Bq/m ³))	Dose efficace (μSv)
Tc - 99m	5000	10000	5,00E+08	1,59E+01	1,98E-05	1,60	3,17E-05
F - 18	3250	6500	3,25E+08	1,03E+01	1,29E-05	4,10	5,28E-05
I - 123	250	500	2,50E+07	7,93E-01	9,91E-07	7,60	7,53E-06
Ga - 68	150	300	1,50E+07	4,76E-01	5,95E-07	3,00	1,78E-06
Y - 90 (terapia)	50	100	5,00E+06	1,59E-01	1,98E-07	280,00	5,55E-05

Attività Totale (MBq)	870,00
-----------------------	--------

Dose Efficace Totale (μSv)	0,0001
----------------------------	--------

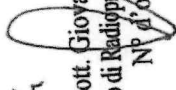
Dott. Giovanni Manzoni
 Esperto di Radioprotezione di 1° livello
 N° d'ordine 481

Valutazione dell'impatto ambientale conseguente all'allontanamento incontrollato di rifiuti solidi

Radioisotopo	pazienti/anno	Attività somministrabile [Bq/anno]	Attività immessa in ambiente [Bq/anno]	Q [Bq/s]	C [Bq/m ³]	SF [μSv/(Bq/m ³)]	Dose efficace [μSv]
Tc - 99m	5000	3,70E+12	3,70E+09	117,33	1,47E-04	1,60	2,35E-04
F - 18	3250	1,20E+12	1,20E+09	38,05	4,76E-05	4,10	1,95E-04
I - 123	250	9,25E+10	9,25E+07	2,93	3,67E-06	7,60	2,79E-05
Ga - 68	150	5,55E+10	5,55E+07	1,76	2,20E-06	3,00	6,60E-06
Y - 90 (terapia)	50	1,50E+11	1,50E+08	4,76	5,95E-06	280,00	1,66E-03

Dose Efficace tot [μSv]	0,0021
--------------------------------	---------------

15.05.2024


 Dott. Giovanni Mannino
 Esperto di Radioprotezione di 3° Gr.
 N° d'ordine 451

IMPIANTO DI SMALTIMENTO RIFIUTI RADIOATTIVI P.O. "SAN MARCO"

Numero di vasche :	3
Capacità di ogni singola vasca (m3):	5
Numero di pazienti/anno :	8900
Vol/paziente (m3/paz.) :	0,025
Settimane necessarie al riempimento:	1,1
Intervallo di stoccaggio (settimanae):	2,0
Numero di svuotamenti/anno previsti:	25,4

Radioisotopo	T _{1/2} (sett.)	N. pazienti sett.	Attività per pz. somministrata (MBq)	Attività sett. somministrata (MBq)	% attività escreta nelle prime 2 ore	Attività in vasca al termine del riempimento (MBq)	Attività in vasca allo svuotamento (MBq)	Concentrazione allo scarico (Bq/g)	Efficienza del sistema (ε)
F-18	0,011	65	370	24050,00	13,0%	49,14	2,27E-26	4,53E-27	1,00
Tc - 99 m	0,036	100	740	74000,00	51,0%	1951,44	1,53E-05	3,06E-06	1,00
I- 123	0,079	10	185	1850,00	15,0%	31,46	9,14E-03	1,83E-03	1,00
Ga - 68	0,007	3	200	600,00	35,0%	2,04	7,20E-45	1,44E-45	1,00

Attività totale annua allo scarico (MBq)	0,233
---	-------

Concentrazione allo scarico (kBq/Kg)	0,002
---	-------

15.05.2024
Dott. Giovanni
Esperto di Radioprotezione
N° d'ordine 48

81

Valutazione dosimetrica dovuta all'immissione in ambiente dei reflui liquidi radioattivi - Scenario di trasferimento in acque superficiali -

Portata del corso (m ³ /s):	6,72
--	------

1. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente dalle vasche

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario dalle vasche (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)
F-18	5,76E-25	0,000	1,4E-10	0,000
Tc - 99 m	3,89E-04	0,000	3,3E-11	0,000
I- 123	2,32E-01	0,001	2,2E-10	0,000
Ga - 68	1,83E-43	0,000	2,1E-10	0,000

Coefficiente dosimetrico (SF) - NCRP 123 Tab C.1, pag. 139

2. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente direttamente dal sistema fognario dell'ospedale

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente dall'ospedale (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)	Dose efficace totale (μSv/anno)	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente (GBq/anno)
F-18	4,81E+03	22,697	1,4E-10	0,003	0,043	210,98
Tc - 99 m	2,00E+05	942,800	3,3E-11	0,031		
I- 123	5,92E+03	27,935	2,2E-10	0,006		
Ga - 68	3,00E+02	1,416	2,1E-10	0,000		
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,708	3,8E-09	0,003		

3. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente direttamente dal domicilio

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente dal domicilio (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)	Dose efficace totale (μSv/anno)	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente (GBq/anno)
F-18	1,92E+04	90,788	1,4E-10	0,013	0,163	843,32
Tc - 99 m	7,99E+05	3771,200	3,3E-11	0,124		
I- 123	2,37E+04	111,739	2,2E-10	0,025		
Ga - 68	1,20E+03	5,662	2,1E-10	0,001		

15.05.2024
Dott. Giovanni Maria
Esperto di Radioprotezione di 3
N° d'ordine 463

Valutazione dosimetrica dovuta all'immissione in ambiente dei reflui liquidi radioattivi - Scenario di trasferimento in acque marine -

Portata del corso (m ³ /s):	6,72
--	------

1. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente dalle vasche

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario dalle vasche (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)
F-18	5,76E-25	0,000	1,1E-10	0,000
Tc - 99 m	3,89E-04	0,000	2,0E-11	0,000
I- 123	2,32E-01	0,001	3,0E-11	0,000
Ga - 68	1,83E-43	0,000	2,4E-10	0,000

Coefficiente dosimetrico (SF) - NCRP 123 Tab C.2, pag. 179

2. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente direttamente dal sistema fognario dell'ospedale

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente dall'ospedale (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)
F-18	4,81E+03	22,697	1,1E-10	0,002
Tc - 99 m	1,48E+04	69,837	2,0E-11	0,001
I- 123	3,70E+02	1,746	3,0E-11	0,000
Ga - 68	1,20E+02	0,566	2,4E-10	0,000
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,708	3,2E-09	0,002

OSPEDALE Dose efficace totale (μSv/anno)	0,006
Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente (GBq/anno)	20,25

3. Valutazione della dose efficace dovuta all'attività immessa in ambiente direttamente dal domicilio

Radioisotopo	Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente dal domicilio (MBq/anno)	Concentrazione media (Bq/m ³)	Screening Factor SF (Sv/Bq/m ³)	Dose efficace impegnata (μSv/anno)
F-18	1,92E+04	90,788	1,1E-10	0,010
Tc - 99 m	7,99E+05	3771,200	2,0E-11	0,075
I- 123	2,37E+04	111,739	3,0E-11	0,003
Ga - 68	1,20E+03	5,662	2,4E-10	0,001

DOMICILIO Dose efficace totale (μSv/anno)	0,090
Attività annua immessa nel sistema fognario direttamente (GBq/anno)	843,32

Dott. Giovanni M. ...
Esperto di Radioprotezione di
N° d'ordine

15.05.2024

Vatuzione della dose assorbita dai lavoratori di un impianto di depurazione

a) Dose da irradiazione esterna

Bacino di utenza del depuratore (persone):	500000
Produzione rifiuti/anno procapite (kg secco):	20
Residuo secco annuo trattato (kg/anno):	10000000
Densità del residuo secco (kg/m ³):	1600
Rapporto residuo secco/umido:	0,05
Fattore di occupazione (su 1000 ore anno):	0,114
Tempo trattamento fanghi (g):	20

Isotopo	Attività pervenuta al depuratore (MBq/anno)	λ_{fis} (d ⁻¹)	Fattore di correzione per decadimento	Concentrazione media fango umido (Bq/kg)	Coefficiente dosimetrico per irraggiamento* (Sv/anno per Bq/kg)	Dose efficace [μ Sv/anno]
F-18	4,81E+03	9,09	0,006	1,32E-01	1,47E-06	2,21E-02
Tc - 99 m	2,00E+05	2,76	0,018	1,81E+01	1,39E-07	2,86E-01
I- 123	5,92E+03	1,26	0,040	1,18E+00	1,79E-07	2,39E-02
Ga - 68	3,00E+02	14,72	0,003	5,10E-03	1,48E-06	8,59E-04
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,26	0,192	1,44E-01	1,14E-07	1,87E-03
Totale [μ Sv/anno]						0,34

Note:

* FGR 15 (Tab. 4 -5)

150522 Dott. Giovanni Maa.
Esperto di Radioprotezione di 3.
N° d'ordine 451

b) Dose da inalazione

Rate annuale di inalazione (m³/anno):

8400

Fattore di risospensione (kg/m³):

1,0E-07

Fattore di occupazione (su 2000 ore anno):

0,228

Isotopo	Attività pervenuta al depuratore (MBq/anno)	λ_{fis} (d ⁻¹)	Fattore di correzione per decadimento	Concentrazione media fango umido (Bq/m ³)	Attività inalata (Bq/anno)	Coefficiente dosimetrico per inalazione (Sv/Bq)	Dose efficace impegnata [μ Sv]
F-18	4,81E+03	9,09	0,006	1,32E-01	2,53E-05	9,30E-11	2,36E-09
Tc - 99 m	2,00E+05	2,76	0,018	1,81E+01	3,47E-03	2,90E-11	1,01E-07
I- 123	5,92E+03	1,26	0,040	1,18E+00	2,25E-04	1,10E-10	2,48E-08
Ga - 68	3,00E+02	14,72	0,003	5,10E-03	9,76E-07	8,10E-11	7,90E-11
Y - 90 (terapia)	1,50E+02	0,26	0,192	1,44E-01	2,76E-05	1,70E-09	4,69E-08
Totale [μSv/anno]							1,75E-07

Dose efficace totale [μSv/anno]	
	2,21E-02
	2,86E-01
	2,39E-02
	8,59E-04
	1,87E-03
Totale [μSv/anno]	0,34

1505 22/9
 Dott. Giovanni Marzulli
 Esperto di Radioprotezione di 1°
 No d'ordine 451

Regione Sicilia
Azienda Ospedaliero Universitaria
Policlinico "G. Rodolico – San Marco"

NORME INTERNE DI
Protezione e Sicurezza per il personale esposto
alle radiazioni ionizzanti

(ai sensi dell'art. 109 – D.Lgs. n. 101/2020 s.m.i.)

<<<<<>>>>>

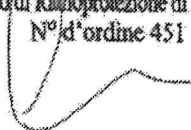
U.O. Medicina Nucleare

Il personale dipendente del Servizio di Medicina Nucleare, gli apprendisti, gli studenti e in generale, tutti coloro che per motivi di lavoro sono autorizzati ad operare o sono presenti nelle zone ove si manipolano o si utilizzano sorgenti radioattive non sigillate, hanno l'obbligo di uniformarsi e di far rispettare le norme di seguito riportate.

Redatte dall'Esperto di Radioprotezione

(dott. Giovanni Mannino)

Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 451



Approvate dal Responsabile del Servizio

(dott.ssa Sara Baldari)

GENERALITA'

Lo scopo che si prefiggono le presenti norme è quello di ridurre l'irradiazione, ove ragionevolmente possibile, a valori minimi rispetto ai limiti di dose stabiliti per i lavoratori esposti. Alle norme sotto-elencate deve attenersi tutto il personale radioesposto.

1. Il dosimetro non va esposto intenzionalmente alle radiazioni ionizzanti, va tenuto con la massima cura e deve essere regolarmente consegnato ad ogni cambio. Ogni persona sottoposta a controllo dosimetrico per la valutazione della dose assorbita da irradiazione globale esterna è obbligata in servizio a portare il dosimetro personale appeso al camice di lavoro, all'altezza del petto. Per quanto riguarda il controllo dosimetrico di parti del corpo, l'apposito dosimetro, se assegnato, va portato in corrispondenza di tali parti. E' necessario che nessun oggetto sia posto davanti al dosimetro.
2. Il dosimetro personale deve essere utilizzato e custodito con cura evitandone il deterioramento. Non deve essere scambiato con quelli di altre persone o essere usato per scopi diversi da quelli per cui sono stati assegnati. Durante l'assenza dell'operatore deve essere conservato lontano da sorgenti radioattive. L'eventuale smarrimento deve essere immediatamente comunicato all'ufficio di radioprotezione presso il Servizio di Fisica Sanitaria per la sostituzione.
3. Il personale femminile ha l'obbligo di denunciare il proprio stato di gravidanza appena ne venga a conoscenza.
4. Tutto il personale è tenuto a osservare le presenti norme e quelle specifiche per tipologia di attività. La responsabilità di eventuali inosservanze ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.

NORME INTERNE DI RADIOPROTEZIONE

Norme generali di Medicina Nucleare

Tutto il personale che opera entro il Servizio di Medicina Nucleare deve attenersi alle seguenti norme:

1. Rispettare le norme di protezione e sicurezza per il personale esposto.
2. Verificare che i dispositivi di sicurezza, di protezione e di decontaminazione siano sempre in perfetta efficienza.
3. È obbligatorio l'uso degli indumenti di lavoro all'interno del reparto. Tutti gli operatori del Servizio devono essere muniti di appropriati indumenti da lavoro: camici, casacche, grembiuli, pantaloni, calzature o quanto altro previsto dal corredo in dotazione; nel caso di manipolazione o contatto con sorgenti radioattive munirsi di guanti monouso.
4. Usare tutte le precauzioni atte ad evitare la dispersione di sostanze radioattive.
5. Curare la registrazione di carico e scarico dei materiali radioattivi.
6. È proibito scaricare nel sistema fognario o nei rifiuti ospedalieri convenzionali qualunque tipo di sostanza radioattiva.
7. È necessario controllare con frequenza giornaliera gli indicatori luminosi che segnalano il riempimento delle vasche.

8. I rifiuti radioattivi devono essere raccolti conservati negli appositi contenitori schermati rispettando scrupolosamente le indicazioni fornite dal Servizio di Fisica Sanitaria e dalla ditta autorizzata allo smaltimento.
9. Deposito temporaneo di rifiuti radioattivi: in tale vano devono essere stoccati, in attesa di smaltimento, secondo le istruzioni impartite dall'esperto di radioprotezione, tutti i residui radioattivi. È fatto divieto allo smaltimento di rifiuti senza il preventivo benestare dello esperto di radioprotezione.
10. Prima dello smaltimento dei rifiuti radioattivi accertarsi dell'avvenuto controllo da parte del personale del Servizio di Fisica Sanitaria.
11. È obbligatorio seguire e far rispettare i percorsi previsti al fine di contenere al minimo il tempo di permanenza del personale in ambienti con presenza di sorgenti radioattive o pazienti a cui è già stato somministrato il radiofarmaco.
12. Al termine delle operazioni di manipolazione, verificare la presenza di eventuale contaminazione corporea, mediante gli appositi Monitors.
13. È fatto obbligo al personale di sottoporsi almeno una volta al giorno e comunque ogni volta che si esce dalla Zona Controllata, al monitoraggio delle mani, delle calzature e degli indumenti di lavoro per verificare la presenza di eventuali contaminazioni mediante gli appositi Monitors.
14. In caso di contaminazione radioattiva seguire quanto indicato nelle norme specifiche in caso d'incidente.
15. Leggere le istruzioni fornite dalle ditte e i dettagli tecnici sull'impiego delle attrezzature e delle sostanze radioattive verificandone il grado di pericolosità prima dell'uso.
16. I preparati vanno conservati all'interno degli appositi contenitori schermati.
17. Prima della somministrazione di radioattivi provvedere all'istruzione del paziente sul comportamento da tenere.
18. Per limitare i rischi di contaminazione, il personale entro la Zona Controllata deve osservare le seguenti precauzioni:
 - a) non mangiare, non fumare e non bere;
 - b) non toccare telefoni, maniglie, strumenti con le mani o i guanti contaminati;
 - c) non usare frigoriferi, che normalmente contengono sostanze radioattive per conservare prodotti alimentari e viceversa
 - d) limitare per quanto possibile l'uso di effetti personali: borsette, pettini, cosmetici, ecc..;
 - e) controllare frequentemente, tramite gli appositi strumenti per la misura della contaminazione, le mani, le calzature e gli indumenti di lavoro.
19. Il personale deve rimanere vicino ai pazienti somministrati solo per il tempo necessario all'assistenza e/o all'esecuzione delle operazioni di lavoro connesse alle indagini.
20. L'accesso al Servizio è regolamentato; consentire l'ingresso solo al personale autorizzato ed ai pazienti sottoposti ad indagine.
21. I pazienti portatori di radioattività devono permanere nei locali all'uopo predisposti ed utilizzare i servizi igienici ad essi riservati.
22. Il personale deve controllare che i pazienti non escano dalla sala di attesa calda a loro destinata senza autorizzazione.
23. Visitatori, accompagnatori, membri del personale estranei al Servizio ed i dipendenti da terzi (operai, tecnici della manutenzione, ecc..) non possono accedere alle zone controllate senza l'autorizzazione del Responsabile del Servizio di Medicina Nucleare e dell'Esperto di Radioprotezione o del personale del Servizio di Fisica Sanitaria.
24. La presenza di ogni tipo di sorgente radioattiva deve sempre essere chiaramente segnalata mediante gli opportuni cartelli.

25. Non trasferire materiale radioattivo al di fuori della Zona Controllata senza l'autorizzazione dell'Esperto di Radioprotezione od in sua assenza del personale del Servizio di Fisica Sanitaria.
26. La somministrazione dei radiofarmaci deve essere di norma eseguita nell'apposito locale. Qualora il tipo d'indagine lo richieda, la somministrazione può essere eseguita nelle sale di diagnostica; in tal caso, le sostanze radioattive devono essere opportunamente schermate durante il trasporto.
27. La somministrazione per iniezione, deve essere effettuata impiegando siringhe schermate. Rimuovere con cura il cappuccio di protezione dell'ago e deporlo nell'apposito supporto di sostegno. Effettuata l'iniezione reinserire l'ago della siringa entro il cappuccio con l'ausilio del supporto di sostegno, al fine di evitare punture accidentali.
28. Durante la somministrazione per via orale munirsi di guanti. Mettere a disposizione del paziente tovaglioli e bicchieri monouso ed acqua per favorire la deglutizione. Istruire il paziente sul modo di assumere il radiofarmaco (capsule o soluzione) ed assisterlo durante l'operazione.

NORME SPECIFICHE DI PROTEZIONE PER IL PERSONALE ADDETTO ALLE OPERAZIONI DI CAMERA CALDA E ALLA PREPARAZIONE DEI RADIOFARMACI

1. Rispettare le norme generali di radioprotezione della Medicina Nucleare.
2. L'accesso alla camera calda è limitato a:
 - a) personale responsabile delle preparazioni dei radiofarmaci;
 - b) personale addetto al controllo di qualità dei radiofarmaci;
 - c) personale addetto alla somministrazione;
 - d) personale addetto al trasporto dei radiofarmaci;
 - e) personale del Servizio di Fisica Sanitaria.
3. Tutti i radiofarmaci, prodotti diagnostici o sostanze radioattive di altro tipo in arrivo al Servizio di Medicina Nucleare devono essere immediatamente depositati in camera calda e dopo la loro verifica sistemati a seconda dei casi nel banco di manipolazione o negli appositi frigoriferi. La documentazione relativa deve essere conservata per la registrazione sul registro di carico e scarico.
4. Effettuare tutte le operazioni di preparazione sotto le cappe appositamente previste ed attrezzate.
5. Accertarsi che il sistema di ventilazione della cappa sia regolarmente funzionante.
6. Utilizzare vassoi o bacinelle di contenimento e tenere sempre a disposizione carta assorbente.
7. Limitare il tempo di preparazione allo stretto necessario, ricordando che il tempo è un importante fattore di protezione. In particolare, estrarre le mani dalle cappe quando non sia strettamente necessario mantenervele (per esempio, durante la misura di un preparato al calibratore di attività).
8. Durante le preparazioni mantenere sempre ogni sorgente di radiazioni alla maggior distanza possibile da mani e avambracci, ricordando che la distanza è un importante fattore di protezione. In particolare, impiegare dispositivi automatici in dotazione per la manipolazione.
9. Durante le operazioni di preparazione schermare flaconi, siringhe ecc.. mediante gli accessori in dotazione, ricordando che la schermatura è un importante fattore di protezione. In particolare, porre i flaconi entro portaflaconi schermati con tappo chiuso o

- dotati di tappo con orifizio, atto a permettere l'esposizione solo parziale del contenuto. Porre le siringhe entro le apposite protezioni prima di aspirarvi il radiofarmaco. Sistemare le siringhe pronte per la somministrazione nei contenitori schermati.
10. Non pipettare per nessun motivo soluzioni radioattive con la bocca.
 11. Limitare al minimo indispensabile la produzione di rifiuti radioattivi.
 12. Qualsiasi oggetto impiegato nel corso delle operazioni di manipolazione delle sostanze radioattive (quali ad esempio, pinze, flaconi, protezioni e schermature), deve essere considerato come potenzialmente contaminato. Prima di ogni suo riutilizzo al di fuori delle cappe di preparazione, esso deve pertanto essere accuratamente controllato con l'apposita strumentazione di misura.
 13. Durante le operazioni di preparazione dei radiofarmaci, tutti i flaconi, siringhe ecc.. devono essere etichettati e/o numerati onde evitare incertezze o scambi di radiocomposti.
 14. Tutte le preparazioni dei radiofarmaci devono essere effettuate in conformità alle istruzioni fornite dal fabbricante.
 15. Tutte le preparazioni pronte per la somministrazione al paziente devono essere controllate al calibratore di attività. L'attività di ogni singola dose non deve discostarsi per più del 10% dal valore prescritto dal Medico Nucleare.
 16. Durante le operazioni di preparazione dei radiofarmaci controllare con frequenza i livelli di contaminazione personale ed ambientale mediante l'apposita strumentazione di misura.
 17. Al termine delle operazioni di preparazione dei radiofarmaci:
 - a) tutte le superfici devono essere lasciate in perfette condizioni di ordine e di pulizia;
 - b) le cappe di manipolazione e la cella calda devono essere accuratamente chiuse;
 - c) l'operatore addetto deve controllarsi accuratamente mani, abiti, calzature mediante gli appositi Monitors al fine di rilevare eventuali contaminazioni.

NORME SPECIFICHE IN CASO D'INCIDENTE

Definizione di incidente

Per gli scopi delle presenti norme si definisce incidente qualunque situazione anomala che può dar luogo ad un rischio da radioattività aggiuntivo.

Data l'imprevedibilità degli incidenti si riportano prescrizioni di carattere generale che vanno integrate da parte dell'Esperto di Radioprotezione e del Servizio di Fisica Sanitaria nel caso in cui si verifichi un incidente.

Raccomandazione generale

Chiunque a qualunque titolo venga a conoscenza dell'incidente deve obbligatoriamente avvertire i colleghi presenti al momento, allo scopo di evitare l'estensione della situazione di pericolo, e avviare le procedure di primo intervento.

1. Prima di procedere verificare accuratamente l'esistenza di contaminazione delle persone e/o dei loro indumenti.
2. In presenza di contaminazione delle superfici e/o delle apparecchiature, ma in assenza di contaminazione individuale, provvedere:
 - ad isolare immediatamente l'area;
 - a mettere in atto le azioni necessarie ad evitare il diffondersi della contaminazione;
 - ad avviare le operazioni di decontaminazione;
 - contattare l'Esperto di Radioprotezione e il personale del Servizio di Fisica Sanitaria.
3. In caso di contaminazione individuale seguire le istruzioni specifiche.

ISTRUZIONI SPECIFICHE IN CASO DI CONTAMINAZIONE ESTERNA DELLE PERSONE.

Avvertenze generali

1. Ogni volta che una contaminazione radioattiva viene rilevata sulle persone o sugli indumenti personali deve essere immediatamente avvertito l'Esperto di Radioprotezione o il personale del Servizio di Fisica Sanitaria, che controllerà l'esecuzione di decontaminazione sotto elencate.
2. Avviare le operazioni di decontaminazione superficiale mediante lavaggio delle parti del corpo contaminate, cercando di evitare la diffusione della contaminazione al corpo intero, utilizzando i detergenti specifici in dotazione. In caso di contaminazione estesa procedere all'effettuazione di una doccia.
3. Ricordare che una eventuale doccia va effettuata solo dopo il controllo sanitario; non devono sottoporsi a doccia le persone che presentano ferite, ustioni o abrasioni della pelle.

A) Contaminazione localizzata non complicata da ferite

Nel caso si rilevi contaminazione superficiale, seguire le seguenti indicazioni:

1. Mani: i trattamenti sotto indicati devono essere adottati progressivamente, qualora persista contaminazione.
 - 1.1 Lavare con sapone neutro, esente da abrasivi e con cura particolarmente tra le dita, intorno e sotto le unghie (durata 2-3 minuti). Sciacquare con acqua possibilmente tiepida (1 minuto) Di nuovo lavare con sapone (2 min.) e risciacquare (1 min.). Monitoraggio.
 - 1.2 Lavaggio con sapone o spazzola morbida evitando ogni abrasione (2 minuti). Sciacquare per 1 minuto. Ripetere per due volte le operazioni da 1.1 a 1.3. Monitoraggio.
 - 1.3 Lavaggio con soluzione diluita (3-5%) di clorossidante (tipo Amuchina o ipoclorito di sodio) o acido citrico (durata: 2 minuti). Sciacquare per 1 minuto. Ripetere un'altra volta l'operazione. Ungere con lanolina o pasta all'ossido di zinco. Lavare con sapone, spazzolare delicatamente e sciacquare (due volte). Monitoraggio.
2. Altre parti del corpo: stesse modalità come per le mani (punti da 1.1 a 1.3). Non praticare come primo procedimento una doccia, ma decontaminare prima le regioni interessate. In particolare in caso di contaminazione isolata dei capelli, evitare la doccia e praticare uno shampoo al sapone, seguito al bisogno, da un altro con soluzione diluita (3-5%) di clorossidante o acido citrico.
3. Occhi e mucose (bocca, naso, orecchio...): lavare con acqua fresca corrente, o meglio con soluzione fisiologica (NaCl = 0.9%) in grande quantità; importante operare con urgenza e per lungo tempo.

B) Contaminazione diffusa non complicata da ferite

Qualora la contaminazione rilevata sia diffusa, avvisare il personale del Servizio di Fisica Sanitaria e procedere alla decontaminazione:

1. Spogliare il soggetto, separando gli indumenti da lavoro (camice, tute, guanti, ecc.) dagli abiti civili e questi ultimi dalla biancheria. Attenzione a non trasferire la contaminazione dai vestiti alla pelle.

2. Se possibile praticare monitoraggio prima della doccia purché non si perda tempo eccessivo. Se non si è proceduto al monitoraggio è opportuno eseguire uno shampoo prima della doccia.
3. Doccia tiepida, saponata, spazzolata leggera, sciacquatura (da ripetere 3 volte). Durata totale: 15 minuti. Lavare accuratamente le pieghe cutanee, il contorno delle unghie, zone in cui la contaminazione può rimanere oscurata. Tagliare le unghie a zero. Asciugare con biancheria pulita. Monitoraggio.
4. Se persiste contaminazione: indossare abiti puliti. L'Esperto di Radioprotezione valuta il livello di contaminazione residua e se necessario provvede ad informare il Medico Autorizzato.

C) Contaminazione localizzata complicata da ferita lieve

Far sanguinare sotto acqua corrente con la massima sollecitudine. Provvedere ad una prima medicazione ed inviare al Pronto Soccorso.

D) Contaminazione localizzata complicata da ustione

1. Lavare con soluzione fisiologica ($\text{NaCl} = 0.9\%$) o con acqua corrente e con la massima sollecitudine: 5 minuti. Monitoraggio.
2. Astenersi in ogni caso dall'applicare sostanze grasse o coloranti. Dopo il primo soccorso proteggere la parte ustionata con garza sterile e inviare al Pronto Soccorso per completare il trattamento.

E) Ferita grave associata a contaminazione esterna

Evitare ogni iniziativa imprudente. Avvisare con urgenza il Responsabile del Servizio di Medicina Nucleare, l'Esperto di Radioprotezione e il Medico Autorizzato. In attesa di disposizioni applicare solo le misure urgenti di pronto soccorso: tamponamento per le emorragie e respirazione artificiale in caso di asfissia.

NORME SPECIFICHE DI RADIOPROTEZIONE PER L'IMPIEGO DEL MONITOR MANI-PIEDI-VESTI

1. Rispettare le norme generali di radioprotezione della Medicina Nucleare.
2. Verificare giornalmente che:
 - a) lo strumento sia regolarmente in funzione;
 - b) salendo sullo strumento si accenda la spia START;
 - c) il display della sonda-vesti riporti il valore 0;
 - d) al termine della misura venga emesso il suono *"misura conclusa nessuna contaminazione rilevata"*.
3. Tutto il personale del Servizio di Medicina Nucleare, ogni volta che esce dalla Zona Controllata, deve effettuare un controllo della contaminazione superficiale con il Monitor più vicino.
4. Se lo strumento rileva una qualsiasi contaminazione il personale deve eseguire le seguenti operazioni:
 - a) registrare e firmare, nel registro dei controlli della contaminazione superficiale, i valori indicati nei display dello strumento, relativi ai conteggi delle sonde;

- b) eseguire quanto indicato nelle istruzioni specifiche in caso di contaminazione esterna delle persone;
 - c) raccogliere, in appositi contenitori, gli indumenti di lavoro contaminati, posizionarli nel deposito materiale radioattivo, ed avvisare il personale del Servizio di Fisica Sanitaria;
 - d) registrare nuovamente la contaminazione residua nel medesimo registro indicato sopra.
5. Gli addetti alla manipolazione e/o somministrazione devono monitorarsi prima dell'uscita dalla camera calda e dalla sala somministrazione e registrare i valori in caso di contaminazione come elencato al punto 4.

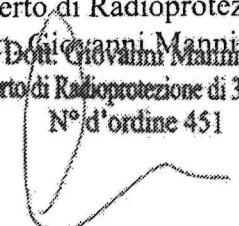
Le norme interne sopra riportate devono essere osservate unitamente a quanto disposto dall'art.118 del D.Lgs. n.101 del 31/07/2020 smi (di seguito riportate) e possono essere integrate e/o parzialmente modificate con appositi ordini di servizio.

OBBLIGHI DEI LAVORATORI **(ex dall'art.118 del D.Lgs 101/2020 smi)**

I lavoratori devono:

- a) 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;
- b) usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;
- c) 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 eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
- d) non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i dispositivi, e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione;
- e) non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza;
- f) sottoporsi agli accertamenti preventivi, periodici e straordinari secondo le disposizioni del datore di lavoro e del medico addetto alla sorveglianza medica;
- g) 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; analoga dichiarazione deve essere resa per eventuali attività pregresse;
- h) i lavoratori esterni sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente le zone controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati.

L'Esperto di Radioprotezione
Dott. Giovanni Mannino
Esperto di Radioprotezione di 3° Grado
N° d'ordine 451



**Azienda Ospedaliero Universitaria
Policlinico “G. Rodolico – San Marco”**

RELAZIONE DI RADIOPROTEZIONE

*Esercizio professionale Specialistico della Radiodiagnostica e radiologico
complementare*

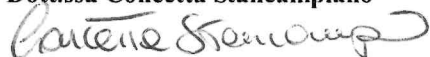
(Art. 109 - comma 2 del Decreto Legislativo 101/2020)

Questa relazione, svolta in adempimento al disposto dell'art. 109 comma 2 del Decreto Legislativo n. 101 del 31 Luglio 2020 e s.m.i. (da qui in avanti indicato come “Decreto”), costituisce anche parte del “documento di cui all’art. 28, comma 2, lettera a), del D. Lgs n. 81 del 9 aprile 2008 (integrato e corretto dal D.Lgs 106/2009) per gli aspetti concernenti il rischio da radiazioni ionizzanti; essa contiene le valutazioni e le indicazioni di sorveglianza fisica atte ad assicurare la protezione dei lavoratori e delle persone del pubblico.

(Data: 16.10.2024)

**L'Esperto di Radioprotezione
(II Grado n. 2516)**

Dott.ssa Concetta Stancampiano



Premessa

Ai fini della corretta gestione del rischio radiologico per le pratiche previste si procederà ai seguenti adempimenti ai sensi dell'art. 109 comma 2 del Decreto:

- a. la descrizione della natura e la valutazione dell'entità dell'esposizione anche al fine della classificazione di radioprotezione dei lavoratori nonché la valutazione dell'impatto radiologico sugli individui della popolazione a seguito dell'esercizio della pratica;
- b. le indicazioni di radioprotezione incluse quelle necessarie a ridurre le esposizioni dei lavoratori in tutte le condizioni di lavoro e degli individui della popolazione conformemente al principio di ottimizzazione.

1. Descrizione della natura e valutazione dell'entità dell'esposizione anche al fine della classificazione di radioprotezione dei lavoratori e valutazione dell'impatto radiologico sugli individui della popolazione a seguito dell'esercizio della pratica [art. 109, comma 2, lett. a)]

Presso le UU.OO di Anestesia e Rianimazione, Cardiologia, Chirurgia Toracica, Chirurgia Vascolare, Complesso Operatorio Centrale, Day Surgery, Gastroenterologia, Nefrologia, Neurochirurgia, Ortopedia, Terapia del Dolore e Urologia vengono attualmente condotte pratiche comportanti l'impiego di apparecchiature con tubo radiogeno utilizzate a scopo di radiologia complementare all'esercizio clinico della professione riportate nell'elenco allegato (All. 1) aggiornato alla data di stesura della presente relazione. Esse vengono per grafie. La collocazione, nei locali, di tutte le apparecchiature RX e quella dei locali adiacenti sono riportate nelle planimetrie allegate.

Le specifiche attività, sono di seguito elencate:

- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche anestesilogiche;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche chirurgiche di tipo vascolare;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche chirurgiche di tipo neurochirurgico;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche chirurgiche di tipo ortopedico;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche chirurgiche ed endoscopiche di tipo urologico;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche chirurgiche ed endoscopiche di tipo toracico;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche di endoscopia digestiva;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche di elettrofisiologia;
- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche di nefrologia;

- esercizio professionale specialistico della radiologia interventistica contestuale alle pratiche di terapia del dolore.

Il rischio correlato all'utilizzo di apparecchiature radiogene è il rischio di irraggiamento esterno dovuto ai raggi X di diagnostica. Tutte le attività sono svolte da personale qualificato di vario livello, adeguatamente preparato ed istruito anche sui rischi derivanti dall'impiego delle radiazioni ionizzanti. Le apparecchiature sono utilizzate seguendo le norme interne di protezione e sicurezza.

I fattori occupazionali dei locali limitrofi sono posti ovunque pari ad 1, eccetto che:

- Stanze di utilizzo per esami e trattamento dei pazienti dove è pari a 1/2;
- Corridoi e servizi igienici del personale dove è pari a 1/5;
- Porte dei corridoi dove è pari a 1/8;
- Servizi igienici pubblici, aree esterne, rispostigli, sale di attesa dove è pari a 1/20.

I valori indicati sono stati assegnati secondo le indicazioni fornite dalla pubblicazione *NCRP n. 147 "Structural shielding design for medical X-Ray imaging facilities", 2004.*

Per le pareti esterne è "ragionevole" ipotizzare una normale "non" occupazione.

Per i fattori di uso, si ha $U=1$ ovunque per la diffusa, mentre per la radiazione diretta è $U=1$ in tutte quelle direzioni dove insiste il fascio primario. Sono considerate come "barriere" le pareti che delimitano i locali ove sono installate le apparecchiature radiologiche, porte e soffitti compresi.

La consistenza delle pareti, con la schermatura aggiuntiva in Pb, ove necessita, applicata anche alle porte di accesso delle SALE RX e del soffitto è stata valutata preliminarmente, sotto il profilo radioprotezionistico, in relazione alle distanze dai tubi radiogeni, ai fattori di uso (U), ai fattori di occupazione (T) e con l'ipotesi di un carico di lavoro massimo pari a 1000 mA*min/settimana (80/90 kV) per le apparecchiature portatili e fisse, per le TC si ipotizza un carico di lavoro di 40 pazienti settimana (140 kV); per l'apparecchio O-Arm si ipotizza un carico di lavoro di 12 pazienti/settimana (120 kV), per la sala ibrida si ipotizzano 600 pazienti/anno.

Si garantisce, in tal modo, in misura soddisfacente il rispetto del limite di dose per le persone del pubblico (1 mSv/anno). Per quanto attiene alle pratiche comportanti l'impiego degli apparecchi radiogeni, sono presenti le seguenti aree radiologiche:

Per tutte le apparecchiature radiologiche è stato rilasciato il benestare preventivo, ed è stata eseguita la prima verifica di radioprotezione. Per tutte le pratiche comportanti l'impiego di apparecchiature con tubo radiogeno di cui all'All. I è stata data comunicazione preventiva agli organi di competenza, ai sensi dell'art. 22 del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. e dell'art. 46 del Decreto.

Per la classificazione dei lavoratori ai sensi del art. 133 del Decreto si deve tener conto del rischio specifico, in questo caso soltanto quello di esposizione esterna legato alle normali attività programmate, la cui intensità dipende dalle componenti che determinano il campo ed è **esclusa qualsiasi forma di contaminazione**.

I rischi connessi all'impiego di fasci di raggi X sono limitati solo al periodo di reale erogazione di radiazioni ionizzanti da parte degli apparecchi. Quindi non vi è alcuna emissione di radiazioni ionizzanti: ad apparecchio spento, e comunque ad apparecchio acceso, quando non è attivato il sistema di erogazione (pulsante, pedale, ecc.).

La valutazione della entità del rischio radiologico, in condizioni normali [normale attività lavorativa programmata] è connessa alle caratteristiche degli apparecchi radiogeni e in particolare alla energia

delle radiazioni prodotte [kV applicati ai tubi radiogeni], nonché al loro maggiore o minore uso, esprimibile come Carico di Lavoro [mA*min /settimana o anno].

Il valore dei kV e mA impiegati nei diversi esami radiologici sono variabili e, nel criterio di calcolo del Carico di Lavoro, viene introdotto un fattore di sicurezza, f , non inferiore a 1.5, variabile in relazione al grado di incertezza presente nella stima del numero di esami radiologici, dei tempi di esposizione, del numero dei radiogrammi, dei kV e dei mA per ciascuno esame radiologico indicati dal Datore di Lavoro. Il fattore di sicurezza tiene conto, anche, del contributo dovuto alle esposizioni potenziali o conseguenti a eventi anomali e malfunzionamenti che possono determinare la esigenza di un aumento dei tempi di esposizione o la ripetizione dell'esame, producendo così un possibile incremento della dose ricevuta in condizioni normali, ovvero un aumento non prevedibile del Carico di Lavoro.

Nella valutazione del rischio si tiene anche conto della posizione assunta dall'Operatore che esegue l'esame, della destinazione degli ambienti limitrofi, della distanza dell'Operatore e di tali luoghi dalla sorgente, della orientazione del fascio diretto emergente dal Paziente, delle schermature strutturali e aggiuntive, nonché degli indumenti protettivi personali.

La valutazione del rischio viene effettuata con l'utilizzo dei metodi di calcolo consigliati dall'ICRP e di eventuali indicazioni di altri organismi internazionali (ICRU, NCRP, ecc.) o più restrittive. Le dosi per i lavoratori e per la popolazione [individui e individuo rappresentativo] saranno valutate tramite opportuni coefficienti di conversione da kerma in aria a Dose Efficace. L'eventuale esposizione parziale del corpo [mani, pelle, cristallino, ecc.] sarà valutata, ove necessario, tramite opportuni coefficienti di conversione da kerma in aria a Dose media assorbita dall'organo o tessuto. Le esecuzioni di ciascun esame radiologico sono preliminarmente giustificate e condotte nel rispetto del principio di ottimizzazione.

Presso le UU. OO. oggetto di questa relazione le pratiche possono essere classificate in tre categorie legate al rischio di utilizzo delle apparecchiature radiologiche durante le attività programmate:

- Attività a basso rischio radiologico: attività in cui risulta garantita all'operatore la possibilità di mantenersi all'esterno della sala radiologica, dietro schermature strutturali con visiva anti-X;
- Attività a medio rischio radiologico: attività in cui, durante l'erogazione delle radiazioni, gli operatori sostano quasi sempre presso il paziente e le protezioni sono garantite dai dispositivi di protezione individuale e da schermi mobili. Le apparecchiature radiologiche sono utilizzate quasi esclusivamente in regime di scopia pulsata, con bassa corrente anodica.
- Attività ad alto rischio radiologico: attività in cui, durante l'erogazione delle radiazioni, gli operatori sostano quasi sempre presso il paziente e le protezioni sono garantite dai dispositivi di protezione individuale e da schermi mobili. Le apparecchiature radiologiche sono utilizzate in regime di scopia pulsata, grafia e sottrazione d'immagine.

I criteri per la classificazione dei lavoratori esposti indicati all'art. 133 del Decreto sono i seguenti:

Dose efficace:

- $1 \text{ mSv} < E \leq 6 \text{ mSv}$ per i lavoratori esposti classificati in categoria B;
- $> 6 \text{ mSv}$ per i lavoratori esposti classificati in categoria A.

Dose equivalente per il cristallino:

- $> 15 \text{ mSv}$ per i lavoratori esposti classificati in categoria A.

Dose equivalente per le estremità:

- $50 \text{ mSv} < H \leq 150 \text{ mSv}$ per i lavoratori esposti classificati in categoria B;
- $> 150 \text{ mSv}$ per i lavoratori esposti classificati in categoria A.

Per la classificazione dei lavoratori vengono seguiti i criteri descritti nel documento della Regione Lombardia – Settore Sanità allegato alla nota del Servizio Igiene Pubblica – Settore Sanità della Giunta Regionale della Lombardia del 20.12.1995 (prot. 328781/G). In conformità a tale documento un lavoratore sarà classificato “esposto di categoria B” qualora la stima della dose efficace media annuale e/o delle dosi equivalenti medie a cristallino, mani e pelle assorbibili, relative al gruppo professionale di appartenenza, su cui è distribuito il carico di lavoro, risulti superiore a 1/3 dei limiti di dose per lavoratori non esposti. Sarà invece classificato “esposto di categoria A” qualora la stima delle dosi medie sopra indicate risulti superiore a 1/3 dei valori di dose per cui un lavoratore deve essere classificato “esposto di categoria A”. I valori così fissati tengono conto di eventuali eventi anomali e/o malfunzionamenti e di una distribuzione non perfettamente omogenea del carico di lavoro.

Il rischio radiologico connesso alle attività effettuate utilizzando le apparecchiature radiogene e la conseguente dose assorbibile è legata ai seguenti elementi:

- l'intensità e l'energia di emissione delle sorgenti di radiazione;
- il carico di lavoro delle apparecchiature radiologiche;
- il carico di lavoro radiologico individuale;
- la posizione degli operatori rispetto alla sorgente di radiazioni;
- il potere schermante offerto dalle barriere primarie e secondarie;
- il potere schermante offerto dagli indumenti protettivi.

Intensità ed energia delle sorgenti

Per le macchine radiogene, l'entità del rischio è correlata con l'intensità, l'energia e la qualità della radiazione emessa, con le modalità di emissione radiogena, con l'intensità del campo di radiazione diffusa generato.

Carico di lavoro

Per valutare questa quantità si considera il numero degli esami effettuati nell'arco di un anno.

Il numero medio di esami annuo è aumentato del 30% come margine di sicurezza rispetto sia ad un possibile incremento dell'attività sia ad una possibile ripetizione degli esami. Viene inoltre definito il carico di lavoro individuale determinando il tempo medio di esposizione del singolo operatore.

Posizione degli operatori rispetto alla sorgente radiogena

Sono determinanti alcuni fattori quali:

- la distanza dell'operatore dalla sorgente di radiazione;
- la distanza di particolari organi (quali estremità superiori e cristallino) dalla sorgente di radiazione;
- l'esposizione di particolari parti del corpo al fascio primario.

Potere schermante dei dispositivi di protezione collettivi e individuali

Si tiene conto delle caratteristiche delle barriere fisse o mobili/pensili presenti negli ambienti dove sono impiegate le apparecchiature radiogene e del loro potere di attenuazione della radiazione X in

funzione della tensione utilizzata, della possibilità di usare Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) (grembiuli, collari, guanti, occhiali ecc.) in relazione al tipo di esame da effettuare.

La dose efficace assorbibile dal lavoratore esposto viene valutato applicando la formula *[Valutazione preventiva della esposizione, classificazione delle zone e valutazione delle dosi assorbite in fase di esercizio in ambito radiologico" del Collegio di Radioprotezione in Ambito Sanitario (luglio 2020)]*

$$E(kV, mAs) = \frac{K_a (1m, kV, mAs) \times K_{conv}}{d(m)^2}$$

si stima la dose efficace assorbibile dal lavoratore esposto ad una distanza d dal paziente, assumendo un carico di lavoro espresso (kV_p e mAs) per ciascuna apparecchiatura radiologica.

Con K_a (1 m, kV, mAs) si indica il kerma in aria diffuso ad 1 m e con K_{conv} il coefficiente di conversione da kerma in aria a dose efficace (Tab. A2 ICRP 116). Quest'ultimo si può assumere pari a 1,44, corrispondente al massimo valore in configurazione AP (ipotesi particolarmente cautelativa, in quanto spesso in radiologia interventistica l'irraggiamento non è completamente frontale, anzi è prevalentemente laterale).

In termini generali la valutazione del fattore K_a può essere effettuata sulla base di:

- conoscenza del carico di lavoro e della tipologia di apparecchiatura impiegata;
- misure dirette;
- dati di letteratura.

La valutazione sarà diversa a seconda se è previsto che l'operatore stia dietro barriera fissa o se stazioni in prossimità del paziente.

Nel primo caso il valore di K_a coincide con l'obiettivo di progetto, nel secondo caso per valutare i campi di radiazione in prossimità del paziente possono essere impiegate le informazioni contenute nella pubblicazione NCRP 147 o i dati sperimentalmente verificati durante la prima verifica.

Per quanto riguarda il rischio di esposizione degli individui di riferimento della popolazione a seguito dell'attività svolta, si evidenzia che le valutazioni di dose nelle aree circostanti le sale, in cui vengono effettuati gli esami e procedure RX, indicano una dose annua per gli individui che operano con continuità in tali aree inferiore a 0,5 mSv. Considerando che il fattore di occupazione per eventuali individui della popolazione (pazienti, accompagnatori, visitatori) che dovessero stazionare nelle suddette aree è sicuramente molto ridotto, la dose a tali individui della popolazione è valutabile ampiamente inferiore a 250 μ Sv/anno, in altre parole il vincolo di dose per singola pratica raccomandato nel report NCRP n. 116 per gli individui della popolazione

2. Indicazioni di radioprotezione incluse quelle necessarie a ridurre le esposizioni dei lavoratori in tutte le condizioni di lavoro e degli individui della popolazione conformemente al principio di ottimizzazione [art. 109, comma 2, lett. b)]

a) Individuazione, delimitazione, segnalazione, classificazione delle zone e regolamentazione dell'accesso ai fini della radioprotezione, norme di radioprotezione e segnalazione delle sorgenti di radiazioni

I locali dove vengono detenute ed impiegate le apparecchiature radiologiche sono indicati con apposita segnaletica e regolamentati da norme interne e sono definiti, durante l'erogazione raggi, come appresso riportato.

Endoscopia

Sala Litotriassia	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala di Endoscopia urologica	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala di Endoscopia toracica	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala di Endoscopia digestiva	=>	ZONA CONTROLLATA

Blocco Operatorio

Sala Operatoria 1 (Neurochirurgia)	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Operatoria 2 (Neurochirurgia)	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Operatoria 4	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Operatoria 7	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Operatoria 8	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Ibrida	=>	ZONA CONTROLLATA

Blocco Operatorio – Day Surgery

Sala Operatoria 3	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Operatoria 4	=>	ZONA CONTROLLATA

Ortopedia

Sala Gessi	=>	ZONA CONTROLLATA
Sala Radiologica	=>	ZONA CONTROLLATA

Radiologia

Sala Angiografia	=>	ZONA CONTROLLATA
------------------	----	------------------

Tutti gli ambienti limitrofi ai suddetti locali sono definiti zone di libero accesso per le persone del pubblico. Quando l'apparecchiatura non è in uso, le zone classificate risultano libere da vincoli di natura radioprotezionistica.

In ottemperanza a quanto previsto dal punto. 4.2 dell'All. XXII del Decreto, le zone classificate risultano delimitate, segnalate e le modalità di accesso ad esse sono regolamentate, così come riportato all'interno delle norme interne di protezione e sicurezza.

Copia di tali norme è consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori, ed in particolare all'interno delle zone classificate, come previsto dall'art. 109, comma 6, lett. c).

Tutte le sorgenti di radiazioni ionizzanti risultano segnalate mediante apposito contrassegno, come previsto dall'art. 109, comma 6, lett. f) del D. Lgs. 101/2020.

Inoltre, ai fini del rispetto dell'obbligo di ottimizzazione della protezione posto in capo al Datore di Lavoro dall'art. 122, commi 1 e 3, del D. Lgs. 101/2020, si riporta quanto segue:

- tutte le attività oggetto della presente relazione sono condotte nell'ambito delle norme di buona tecnica da personale adeguatamente formato ai fini della radioprotezione;
- tutte le attività oggetto della presente relazione vengono svolte utilizzando apparecchiature radiologiche sottoposte a controllo di qualità secondo quanto previsto dal Titolo XIII del D. Lgs. 101/2020;

- le apparecchiature radiologiche mobili risultano dotate di segnalazioni acustiche/luminose di emissione radiazioni;
- le sale radiologiche nelle quali sono installate apparecchiature radiologiche fisse sono dotate di dispositivi luminosi a doppia luce (luce bianca continua e luce rossa lampeggiante) indicanti, rispettivamente, la fase di accensione generatore e quella di erogazione radiazioni, applicati su tutte le porte di accesso;
- nelle sale angiografiche sono disponibili paratie pensili a soffitto, a protezione del tronco e del cristallino dell'operatore, tendina anti-X applicata al lettino porta paziente, a protezione delle estremità inferiori dell'operatore e paratie mobili.

b) Classificazione dei lavoratori interessati, mezzi di sorveglianza dosimetrica e dispositivi di protezione individuali

Il personale avente titolo ad operare nelle zone ove sussiste rischio da radiazioni ionizzanti e suscettibile di una esposizione superiore ad un qualsiasi limite fissato per le persone del pubblico deve essere classificato personale esposto e per essi è prevista la dosimetria individuale e la sorveglianza sanitaria, ai sensi ed in conformità di quanto prescritto dal Decreto.

L'elenco del personale esposto insieme con le schede dosimetriche e i documenti sanitari si trovano presso gli uffici della UOSD di Fisica Sanitaria di questa AOUP.

Al fine della classificazione del personale si farà riferimento alle schede conoscitive debitamente compilate, trasmesse all'Esperto di Radioprotezione, e alla categoria di appartenenza.

Si classificano i Lavoratori addetti come segue:

Mansione Lavoratore	Class.	Dosimetri Assegnati	DPI
Medico Anestesista	B	BAD	Camice, Collare
Medico Cardiologo	A	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
CPSI (UO Cardiologia)	A	BAD, CRI, EST	Camice, Collare
Medico Chirurgo Vascolare	A	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
Medico Chirurgo Toracico	B	BAD, CRI, EST	Camici, Collare; Occhiali
Medico Gastroenterologo	A	BAD, CRI, EST	Camice, Collare; Occhiali
Medico Nefrologo	B	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
Medico Neurochirurgo	B	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
Medico Ortopedico	A	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
Medico Anestesista Terapia del dolore	B	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
Medico Urologo	B	BAD, CRI, EST	Camice, Collare, Occhiali
CPSI Blocco Operatorio	B	BAD	Camice; Collare
OSS Endoscopia	B	BAD	Camice; Collare

Tale classificazione, suddivisa per categoria professionale, verrà valutata ed eventualmente modificata sulla base delle indicazioni fornite dal Datore di Lavoro e dai preposti nelle schede di attività individuale. Le classificazioni di radioprotezione sopra riportate continueranno comunque ad essere oggetto di periodica rivalutazione, sulla base degli esiti della sorveglianza dosimetrica individuale.

B

Il personale deve essere munito di dosimetro individuale (corpo intero - BAD), da indossare sopra il camice piombifero all'altezza del torace. Il dosimetro deve essere possibilmente del tipo TLD, con frequenza di lettura mensile. Il personale che di norma esegue osservazioni in regime di scopia è opportuno che disponga, oltre a quello di base, di un dosimetro per le estremità (EST) ed all'occorrenza un dosimetro al cristallino (CRI).

Per quanto riguarda i lavoratori non operanti nell'ambito della specifica attività a rischio le schermature previste assicureranno il rispetto del limite di dose per i lavoratori non esposti.

La valutazione della dose individuale dei lavoratori classificati esposti viene eseguita dall'Esperto di Radioprotezione con frequenza semestrale/annuale sulla base delle letture dosimetriche periodiche a mezzo TLD e verificandone la coerenza con i risultati della sorveglianza ambientale di radioprotezione eseguita ai sensi dell'art. 130, comma 1, lett. c) del Decreto.

Le valutazioni delle dosi individuali ricevute dai lavoratori classificati esposti sono trasmesse dall'Esperto di Radioprotezione al Medico Autorizzato, con la frequenza prevista dall'art. 130, comma 8, del Decreto, ed al Datore di Lavoro, con la frequenza stabilita dall'art. 131, comma 1, lett. c) del Decreto.

Tutti i lavoratori sottoposti a sorveglianza dosimetrica individuale devono essere informati in merito ai risultati delle valutazioni di dose effettuate dall'Esperto di Radioprotezione che lo riguardino direttamente, con frequenza annuale, nel rispetto del disposto posto in capo al Datore di Lavoro dall'art. 109, comma 6, lett. g) del Decreto.

Per quanto riguarda la valutazione della dose equivalente al cristallino si raccomanda, in accordo con le indicazioni del Rapporto ISTISAN 21/1 *"Indicazioni operative per l'ottimizzazione della radioprotezione nelle procedure di radiologia interventistica, Aggiornamento del Rapporto ISTISAN 15/41"*, di indossare un dosimetro per la misura di $H_p(3)$, da portare sulla fronte o lateralmente (in base alla posizione relativa operatore- centro diffusore). Se per l'operatore è previsto l'utilizzo di occhiali anti-X, il dosimetro dovrà essere applicato nell'asta dal lato più vicino al tubo radiogeno, al di fuori della protezione anti-X offerta dagli occhiali protettivi. Di conseguenza la lettura del dosimetro dovrà essere corretta per l'attenuazione offerta dall'utilizzo di occhiali anti-X. Nel valutarne l'attenuazione più che il valore della schermatura nominale (tipicamente 0.75 mm Pb) occorre considerare la vestibilità del modello scelto, il livello di aderenza al volto dell'operatore, la geometria di irradiazione, nonché la frequenza di utilizzo degli occhiali. Si è stabilito di assumere un fattore di trasmissione della dose incidente pari al 50%, fattore desunto cautelativamente tra i più alti fattori di trasmissione riportati in letteratura e recentemente riassunti nella pubblicazione *"Valutazione dose equivalente al cristallino"* del Collegio di Radioprotezione in Ambito Sanitario (luglio 2020). Tale scelta del fattore di trasmissione risulta essere molto cautelativa.

Ai fini del rispetto dell'obbligo di ottimizzazione della protezione posto in capo al Datore di Lavoro dall'art. 122, comma 2, del Decreto, vengono proposti i vincoli di dose di seguito riportati per l'esposizione professionale e del pubblico, il cui eventuale superamento comporta l'adozione di provvedimenti mirati a ripristinare il rispetto degli stessi.

Tabelle I – Vincolo di dose efficace individuale

Classificazione dei lavoratori	Frequenza della valutazione	Dose efficace (mSv)
Cat. B	annuale	2
Cat. A	semestrale	3

Tabelle II – Vincolo di dose equivalente individuale alle mani

Classificazione dei lavoratori	Frequenza della valutazione	Dose equivalente (mSv)
Cat. B	annuale	50
Cat. A	semestrale	75

Tabelle III – Vincolo di dose equivalente individuale al cristallino

Classificazione dei lavoratori	Frequenza della valutazione	Dose equivalente (mSv)
Cat. A	semestrale	7

Tabella IV - Vincolo di dose per equivalente di dose ambientale

aree esterne	sale comandi	aree di lavoro
0,5 mSv/anno	1 mSv/anno	(*)

(*) non viene fissato alcun vincolo (serve per verificare il carico di lavoro)

Conclusioni

Dalle valutazioni, fin qui condotte, tenuto conto delle indicazioni di radioprotezione, vincolanti per il Datore di Lavoro, si può concludere rilevando che, in atto, la conformazione strutturale e le schermature già esistenti, costituiscono sufficiente garanzia per il rispetto dei Limiti di Dose per anno solare fissati per i Lavoratori, gli Apprendisti, gli Studenti e gli Individui della Popolazione, come individuati e definiti dalla vigente Normativa in materia di radioprotezione. La presente relazione sostituisce la precedente emessa in data 31.03.2023.

Allegati:

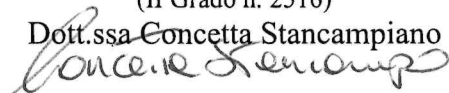
- I. Elenco aggiornato delle apparecchiature radiologiche detenute e impiegate nello svolgimento delle pratiche di esercizio professionale specialistico e complementare della radiodiagnostica.
- II. Planimetrie aggiornate con indicazioni delle zone limitrofe.

Catania, il 16.10.2024

L'Esperto di Radioprotezione

(II Grado n. 2516)

Dott.ssa Concetta Stancampiano





Azienda Ospedaliera Universitaria Policlinico
"G. Rodolico – San Marco"
Via Santa Sofia, 78 Catania 95123

ELENCO DELLE APPARECCHIATURE RADIOLOGICHE PER ATTIVITA' COMPLEMENTARI DETENUTE PRESSO

Presidio Ospedaliero "San Marco" Ed. B
Viale Carlo Azeglio Ciampi, 95121 Catania CT

(Aggiornamento del 16.10.2024)

Sale di Endoscopia**Sala Endoscopia-Toracica****IMPIANTO N. 1**

Tipologia:	ARCO a C
Marca:	GE
Modello:	OEC 9800 PLUS
S/n:	8S-7116CMH
Tubo RX- model:	VARIAN RAD-99B
Tubo RX - s/n:	38240-8Z

Sala Endoscopia-Urologia**IMPIANTO N. 2**

Tipologia:	ARCO a C
Marca:	GE
Modello:	BRIVO OEC 785 ESSENTIAL
S/n:	B3SS1900072

Endoscopia Urologica - Sala Litrotrissia – NON IN USO**IMPIANTO N. 3****TUBO INTEGRATO LITROTRITORE**

Tubo RX- model:	RX CEI O X/110-5
Tubo RX - s/n:	790184

Ortopedia**Sala Gessi****IMPIANTO N. 4**

Tipologia:	ARCO a C
Marca:	SIMAD
Modello:	MOONRAY
S/n:	11/13-08410
Tubo RX- model:	SIMAD-RTM 70
Tubo RX - s/n:	80N190

Sala Radiologica**IMPIANTO N. 5**

Tipologia:	Polifunzionale
Marca:	MEDITECH
Modello:	VILLA LEM PLUS IC 180
S/n:	52976
Tubo Rx-Model:	IAE RTC-700HS
Tubo RX - s/n:	72B00A

Blocco Operatorio**IMPIANTO N. 6**

Tipologia:	ARCO a C
Marca:	PHILIPS
Modello:	VERADIUS 718131
S/n:	218

IMPIANTO N. 7

Tipologia: ARCO a C
Marca: SIEMENS
Modello: ARCADIS AVANTIC
S/n: 32590

IMPIANTO N. 8

Tipologia: ARCO a C
Marca: GE
Modello: ELITE MINIVIEW
S/n: BB55S1700141HL

IMPIANTO N. 9

Tipologia: O ARM
Marca: BRAINLAB
Modello: LOOP-X
S/n: 2022-IRm121

IMPIANTO N. 10

Tipologia: ARCO a C
Marca: EUROCOLUMBUS
Modello: ALIEN X
S/n: 2196

IMPIANTO N. 11

Tipologia: ARCO a C
Marca: GE
Modello: OEC ELITE
S/n: FAXXXX00026

IMPIANTO N. 12

Tipologia: TC Portatile
Marca: NEUROLOGICAL CORPORATION
Modello: BODY TOM NL4000
S/n: 00115

IMPIANTO N. 13

Tipologia: Angiografo Biplano
Marca: SIEMENS
Modello: ARTIS Q BIPLAN
S/n: TUBO A/626102373; TUBO B/651132371

UOC Neurochirurgia**Sala TC – Reparto Degenze****IMPIANTO N. 14**

Tipologia: TC Portatile
Marca: NEUROLOGICAL CORPORATION
Modello: CARE TOM NL3000
S/n: 00193

Sala operatoria Day Surgery**IMPIANTO N. 15**

Tipologia:	ARCO a C
Marca:	GE
Modello:	BRIVIO OEC 785
S/n:	B3SS1700171

IMPIANTO N. 16 - NON IN USO

Tipologia:	ENDORALE
Marca:	SIRONA
Modello:	HELIO DENTO PLUS X105XG SELECT
S/n:	6411479

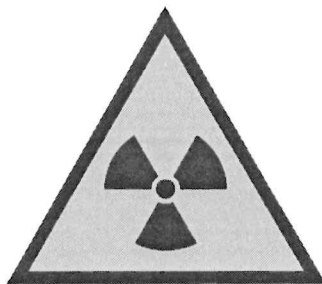


Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
Catania

NORME INTERNE

**Protezione e Sicurezza per il personale esposto
al rischio da radiazioni ionizzanti durante l'uso di apparecchiature
a raggi X per attività complementari**

(ai sensi dell'art. 109 punto 6 lettera c – D. Lgs. n. 101/2020)



Il personale medico, paramedico, tecnico ed ausiliario del Servizio di Radiologia e in generale tutti coloro che per motivi di lavoro sono autorizzati ad operare o sono presenti nelle regioni in cui sono detenute e si impiegano apparecchiature a raggi x, hanno l'obbligo di uniformarsi e di far rispettare le norme di seguito riportate.

L'Esperto di Radioprotezione
Dott.ssa Concetta Stancampiano

Concetta Stancampiano

Il Responsabile
delle Apparecchiature radiologiche

Il Datore di Lavoro

NORME DI RADIOPROTEZIONE

Lo scopo che si prefiggono le presenti norme è quello di ridurre l'irradiazione, ove ragionevolmente possibile, a valori minimi rispetto ai limiti di dose stabiliti per i lavoratori esposti. Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme e quelle specifiche per tipologia di attività. La responsabilità di eventuali inosservanze ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.

ADEMPIMENTI DI RADIOPROTEZIONE

I lavoratori che svolgono attività che li espongono al rischio da radiazioni ionizzanti

DEVONO

(art. 118 D. Lgs. 101/2020)

1. Prendersi cura della propria salute e sicurezza e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui ricade gli effetti delle sue azioni od omissioni, conformemente alla sua formazione, alle istruzioni e ai mezzi forniti dal datore di lavoro
2. Contribuire, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento degli obblighi previsti a tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro;
3. Osservare le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti, ai fini di protezione collettiva e individuale, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;
4. Usare secondo le specifiche istruzioni ricevute i dispositivi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;
5. Segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto la mancanza, l'insufficienza o il mancato funzionamento dei dispositivi di sicurezza di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
6. Astenersi nel compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza propria o di altri lavoratori;
7. Sottoporsi alla sorveglianza sanitaria ai sensi del D.lgs. 101/2020
8. Partecipare ai programmi di formazione e di addestramento organizzati dal datore di lavoro
9. I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li espongano al rischio da radiazioni ionizzanti, informano ciascun datore di lavoro delle attività che svolgono o hanno svolto in passato presso gli altri, ai fini di quanto previsto all'art. 116
10. I lavoratori esterni di categoria A sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente le zone controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati.
11. Fermo restando l'applicazione delle norme speciali concernenti la tutela delle lavoratrici madri, le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, ad attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un mSv durante il periodo della gravidanza.

12. È fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gravidanza, non appena accertato.
13. È altresì vietato adibire le donne che allattano ad attività comportanti un rischio di contaminazione.

ISTRUZIONI PER L'USO DEI DOSIMETRI PERSONALI

1. Il controllo dosimetrico personale, laddove previsto, è di norma eseguito mediante un dosimetro individuale da portare al petto (usualmente in corrispondenza dell'emitore sinistro). Per attività particolari possono essere assegnati ulteriori dosimetri da portare alle mani o al polso (dosimetri ad anello o a bracciale) e/o in corrispondenza di organi particolari (cristallino);
2. I dosimetri devono essere utilizzati solo dal lavoratore a cui sono stati assegnati: essi non possono essere ceduti o prestati ad altri inoltre gli stessi dosimetri non devono essere utilizzati per eventuali attività svolte per conto di altri datori di lavoro;
3. I dosimetri devono essere portati in modo da non essere mai schermati, in tutto o in parte da oggetti personali quali penne, tesserini, bracciali, orologi, etc;
4. In presenza di indumenti protettivi, camice anti-X il dosimetro body deve essere portato sopra il camice in corrispondenza dell'emitore sinistro;
5. Il dosimetro al polso deve essere portato sull'arto più prossimo alla fonte radiogena sotto il guanto sterile, il dosimetro al cristallino sul capo o sugli occhiali anti-X secondo le prescrizioni dell'Esperto di Radioprotezione;
6. I dosimetri assegnati devono essere impiegati e conservati con cura; in particolare, quando non sono utilizzati, devono essere riposti in luoghi lontani da fonti di radiazioni ionizzanti, di calore e di umidità. È vietata qualunque manomissione che possa deteriorarli. Qualora si verificasse un deterioramento degli stessi o lo smarrimento oppure in caso di esposizione involontaria, deve essere data comunicazione al Responsabile del Servizio/Reparto.
7. Osservare le procedure stabilite per il cambio periodico dei dosimetri. Ad ogni scadenza del periodo di utilizzo, i dosimetri verranno sostituiti a cura del Ufficio di Radioprotezione tramite incaricati di ogni struttura.

APPARECCHIATURE RADIOLOGICHE FISSE PER GRAFIA

Il personale addetto è tenuto al rispetto delle norme nonché all'osservanza degli *adempimenti di radioprotezione per i lavoratori e delle istruzioni per l'uso dei dosimetri personali*.

1. Prima di eseguire l'esame radiologico il medico specialista deve valutare la possibilità di utilizzare tecniche sostitutive a quelle espletate con radiazioni ionizzanti che siano almeno altrettanto efficaci dal punto di vista diagnostico e comportino un rischio minore alla persona;
2. L'uso dell'apparecchiatura radiologica è consentito esclusivamente al personale autorizzato;
3. Il personale preposto deve controllare periodicamente il buon funzionamento del sistema di formazione dell'imaging radiologico;
4. L'operatore deve eseguire l'esame dalla propria postazione tenendo il paziente sotto controllo dall'apposita visiva anti-X e comunicando tramite interfono;

5. Prima d'iniziare un'indagine diagnostica comportante l'uso di sorgenti radiogene, il personale preposto all'esecuzione dell'esame ha l'obbligo di allontanare dalla sala tutte le persone non strettamente indispensabili all'esecuzione dello stesso ammettendo i pazienti, nelle sale radiologiche, uno alla volta. Deve, inoltre, assicurarsi che tutte le porte d'accesso alla sala diagnostica siano tassativamente e inderogabilmente chiuse e che il segnalatore luminoso di emissione radiazione posto all'esterno dei locali segnalati sia in funzione;
6. Se l'operatore è sottoposto al controllo dosimetrico individuale, prima di iniziare l'attività deve verificare di essere munito dei dosimetri individuali assegnati che devono essere portati secondo le specifiche istruzioni e per tutta la durata dell'attività;
7. È vietato rimuovere o modificare, senza previa autorizzazione, i dispositivi di segnalazione, di sicurezza e di misurazione;
8. Segnalare immediatamente al Datore di Lavoro e all'Esperto di Radioprotezione le deficienze dei mezzi di protezione e sicurezza, nonché altre eventuali condizioni di pericolo di cui si venga a conoscenza;
9. Prestare sempre molta attenzione al fatto che una volta cessata l'azione sul pedale o sul pulsante, cessi contemporaneamente l'erogazione dei raggi X. In caso di guasto agire sull'interruttore centrale spegnendo subito l'apparecchiatura segnalando l'accaduto al Responsabile del Servizio il quale provvederà ad avvisare l'Esperto di Radioprotezione;
10. Al termine dell'impiego, l'apparecchio radiologico deve essere spento e scollegato dall'alimentazione elettrica oppure il comando di accensione deve essere bloccato.

Radioprotezione del Paziente

1. Il personale preposto dello svolgimento dell'indagine radiologica deve sempre fare riferimento alle modalità condivise di esecuzione specifiche per l'apparecchiatura utilizzata e la pratica di cui trattasi. In particolare, al fine di ottenere la massima informazione clinica con la minor dose al paziente, il personale preposto deve predisporre i dati di esposizione (kVp, mA, tempo, DFP campo, etc) in base alle caratteristiche anatomiche del paziente, al tipo d'indagine da eseguire, all'impianto radiologico e alla modalità di imaging impiegata;
2. Prima dell'esecuzione dell'indagine radiografica assicurarsi che il sistema di diaframmazione sia perfettamente funzionante e centrato con il sistema di rilevazione; a tal proposito limitare sempre al massimo, compatibilmente con le esigenze diagnostiche, l'irradiazione alla sola regione anatomica d'interesse;
3. Eseguire, per ogni indagine, soltanto i radiogrammi necessari alla soluzione del quesito diagnostico. Evitare di dover ripetere i radiogrammi, per inesatta valutazione preventiva dei dati o per altra negligenza richiedendo un controllo di qualità quando il risultato dell'esame non soddisfa lo specialista;
4. PRIMA DELL'ESECUZIONE DEGLI ESAMI CHE COMPORTANO L'IMPIEGO DI RADIAZIONI IONIZZANTI SU PERSONE DI GENERE FEMMINILE, INFORMARSI SEMPRE SULLO STATO DI GRAVIDANZA EVENTUALMENTE IN ATTO. Nei casi di accertata gravidanza si possono eseguire indagini radiologiche in situazioni di urgenza o casi di necessità accertata da parte del medico specialista in assenza di indagini diagnostiche alternativa. In tale secondo caso l'esame può essere eseguito previa valutazione dosimetrica da parte dello Specialista in Fisica Medica. Inoltre, nei casi di accertata gravidanza si possono eseguire, sotto

stretto controllo dello specialista radiologo, alcune indagini radiologiche che non interessino minimamente feto/utero della paziente;

5. L'assistenza al paziente da parte di persone appartenenti alla popolazione (accompagnatori del paziente) durante l'esecuzione di esami diagnostici è indicata soltanto in caso di assoluta necessità. Detta funzione di assistenza potrà essere svolta dagli accompagnatori solo su base volontaria, previa informazione e acquisizione scritta di consenso; tali accompagnatori dovranno essere dotati di adeguati dispositivi di protezione individuali che gli operatori dovranno verificare siano debitamente indossati. Gli accompagnatori dovranno essere edotti sui rischi da radiazioni ionizzanti e sulla posizione da assumere durante l'esecuzione dell'esame. In ogni caso, il fascio diretto non deve essere rivolto verso chi collabora all'esecuzione dell'esame. Tale funzione di assistenza è assolutamente preclusa a donne in stato di gravidanza e ai minori di anni 18. In tutti gli altri casi il compito di assistere i pazienti durante indagini diagnostiche è assolto da personale classificato esposto ai fini della radioprotezione dotato di tutti gli indumenti protettivi disponibili.

L'Esperto di Radioprotezione
Dott.ssa Concetta Stancampiano

Il Responsabile
delle Apparecchiature radiologiche

Il Datore di Lavoro



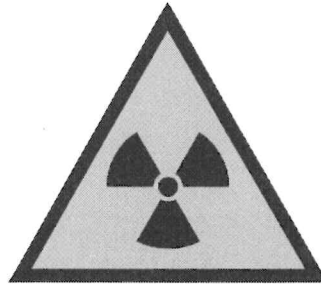
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
Catania

Presidio Ospedaliero "San Marco"
Viale Carlo Azeglio Ciampi – 95121 CATANIA

NORME INTERNE

**Protezione e Sicurezza per il personale esposto
al rischio da radiazioni ionizzanti durante l'uso di apparecchiature
a raggi X per attività complementari**

(ai sensi dell'art. 109 punto 6 lettera c – D. Lgs. n. 101/2020)



Il personale medico, paramedico, tecnico ed ausiliario del Servizio di Radiologia e in generale tutti coloro che per motivi di lavoro sono autorizzati ad operare o sono presenti nelle regioni in cui sono detenute e si impiegano apparecchiature a raggi x, hanno l'obbligo di uniformarsi e di far rispettare le norme di seguito riportate.

L'Esperto di Radioprotezione
Dott.ssa Concetta Stancampiano
Concetta Stancampiano

Il Responsabile
delle Apparecchiature radiologiche

Il Datore di Lavoro

NORME DI RADIOPROTEZIONE

Lo scopo che si prefiggono le presenti norme è quello di ridurre l'irradiazione, ove ragionevolmente possibile, a valori minimi rispetto ai limiti di dose stabiliti per i lavoratori esposti. Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme e quelle specifiche per tipologia di attività. La responsabilità di eventuali inosservanze ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti.

ADEMPIMENTI DI RADIOPROTEZIONE

I lavoratori che svolgono attività che li espongono al rischio da radiazioni ionizzanti

DEVONO

(art. 118 D. Lgs. 101/2020)

1. Prendersi cura della propria salute e sicurezza e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro, su cui ricadono gli effetti delle sue azioni od omissioni, conformemente alla sua formazione, alle istruzioni e ai mezzi forniti dal datore di lavoro
2. Contribuire, insieme al datore di lavoro, ai dirigenti e ai preposti, all'adempimento degli obblighi previsti a tutela della salute e sicurezza dei luoghi di lavoro;
3. Osservare le disposizioni e le istruzioni impartite dal datore di lavoro, dai dirigenti e dai preposti, ai fini di protezione collettiva e individuale, a seconda delle mansioni alle quali sono addetti;
4. Usare secondo le specifiche istruzioni ricevute i dispositivi di sicurezza, di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro;
5. Segnalare immediatamente al datore di lavoro, al dirigente o al preposto la mancanza, l'insufficienza o il mancato funzionamento dei dispositivi di sicurezza di protezione e di sorveglianza dosimetrica, nonché le eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza;
6. Astenersi nel compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza propria o di altri lavoratori;
7. Sottoporsi alla sorveglianza sanitaria ai sensi del D.lgs. 101/2020
8. Partecipare ai programmi di formazione e di addestramento organizzati dal datore di lavoro
9. I lavoratori che svolgono, per più datori di lavoro, attività che li espongano al rischio da radiazioni ionizzanti, informano ciascun datore di lavoro delle attività che svolgono o hanno svolto in passato presso gli altri, ai fini di quanto previsto all'art. 116
10. I lavoratori esterni di categoria A sono tenuti ad esibire il libretto personale di radioprotezione all'esercente le zone controllate prima di effettuare le prestazioni per le quali sono stati chiamati.
11. Fermo restando l'applicazione delle norme speciali concernenti la tutela delle lavoratrici madri, le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, ad attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un mSv durante il periodo della gravidanza.
12. È fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gravidanza, non appena accertato.
13. È altresì vietato adibire le donne che allattano ad attività comportanti un rischio di contaminazione.

ISTRUZIONI PER L'USO DEI DOSIMETRI PERSONALI

1. Il controllo dosimetrico personale, laddove previsto, è di norma eseguito mediante un dosimetro individuale da portare al petto (usualmente in corrispondenza dell'emitorace sinistro). Per attività particolari possono essere assegnati ulteriori dosimetri da portare alle mani o al polso (dosimetri ad anello o a bracciale) e/o in corrispondenza di organi particolari (cristallino).
2. I dosimetri devono essere utilizzati solo dal lavoratore a cui sono stati assegnati: essi non possono essere ceduti o prestati ad altri inoltre gli stessi dosimetri non devono essere utilizzati per eventuali attività svolte per conto di altri datori di lavoro.
3. I dosimetri devono essere portati in modo da non essere mai schermati, in tutto o in parte da oggetti personali quali penne, tesserini, bracciali, orologi, etc.
4. In presenza di indumenti protettivi, camice anti-X il dosimetro body deve essere portato sopra il camice in corrispondenza dell'emitorace sinistro.
5. Il dosimetro ad anello deve essere indossato sulla mano più esposta alle radiazioni e può essere rivolto anche verso l'interno del palmo della mano qualora questo sia più esposto. In caso di utilizzo di guanti di protezione, anche di lattice, il dosimetro deve essere indossato sotto il guanto. il dosimetro al polso deve essere portato sull'arto più prossimo alla fonte radiogena sotto il guanto sterile, il dosimetro al cristallino sul capo o sugli occhiali anti-X secondo le prescrizioni dell'Esperto di Radioprotezione.
6. I dosimetri assegnati devono essere impiegati e conservati con cura; in particolare, quando non sono utilizzati, devono essere riposti in luoghi lontani da fonti di radiazioni ionizzanti, di calore e di umidità. È vietata qualunque manomissione che possa deteriorarli. Qualora si verificasse un deterioramento degli stessi o lo smarrimento oppure in caso di esposizione involontaria, deve essere data comunicazione al Responsabile del Servizio/Reparto.
7. Osservare le procedure stabilite per il cambio periodico dei dosimetri. Ad ogni scadenza del periodo di utilizzo, mensile, i dosimetri verranno sostituiti a cura del Ufficio di Radioprotezione tramite incaricati di ogni struttura.

FLUOROSCOPIA NELLE ATTIVITA' RADIODIAGNOSTICHE COMPLEMENTARI

Il personale addetto è tenuto al rispetto delle norme nonché all'osservanza degli *adempimenti di radioprotezione per i lavoratori e delle istruzioni per l'uso dei dosimetri personali*.

1. L'impiego dell'apparecchio radiogeno è consentito unicamente in fluoroscopia; l'esecuzione di esami radiografici è di esclusiva competenza del personale abilitato di Radiologia.
2. Se l'operatore è sottoposto al controllo dosimetrico individuale, prima di iniziare l'attività deve verificare di essere munito dei dosimetri individuali assegnati che devono essere portati secondo le specifiche istruzioni e per tutta la durata dell'attività.
3. Verificare che i dispositivi di sicurezza siano in perfetta efficienza ed i mezzi protettivi personali (camici, collari, etc.) siano sempre disponibili.
4. Le radioscopie devono essere quanto più brevi possibili, devono essere eseguite con tecnica pulsata, se disponibile e con la minima apertura del diaframma e con la minima intensità di corrente compatibile con le esigenze diagnostiche; cessando l'erogazione di raggi X quando è necessario ottenere l'immagine radioscopica fissa sul monitor. Tutto il personale presente in sala deve indossare il camice anti-X e gli eventuali altri indumenti anti-X (occhiali, collari, etc.) stabiliti dall'Esperto di Radioprotezione secondo il rischio di esposizione connesso alle mansioni di ogni operatore.
5. In sala deve essere presente solo il personale strettamente necessario all'esecuzione dell'esame.
6. Gli aspetti pratici per l'esecuzione dell'esame radiografico possono essere delegati dal medico specialista al tecnico sanitario di radiologia. Qualsiasi difetto e non perfetto funzionamento dell'apparecchio radiologico che implichi la possibilità di una sovraesposizione va segnalato al responsabile dell'impianto radiologico.
7. Gli apparecchi radiogeni mobili, dotati di norma di uno stativo ad arco a "C", devono essere utilizzati preferibilmente con il tubo radiogeno sotto il paziente e l'intensificatore di brillantezza sopra, regolandone l'altezza in modo che lo schermo dell'IB sia il più vicino possibile al paziente.
8. Utilizzare il dispositivo di controllo automatico dell'esposizione.
9. Le attività radiodiagnostiche complementari all'esercizio clinico possono essere svolte dal medico chirurgo in possesso della specializzazione nella disciplina in cui rientra l'intervento stesso. Gli aspetti pratici per l'esecuzione della procedura o di parte di essa possono essere delegati dallo specialista al tecnico di radiologia medica o all'infermiere o all'infermiere pediatrico, ciascuno nell'ambito delle rispettive competenze professionali.
10. Durante l'emissione del fascio di raggi X ogni operatore deve allontanarsi il più possibile dal campo di radiazione compatibilmente con le esigenze dell'esame. Deve essere evitata l'esposizione al fascio diretto delle mani o di altre parti del corpo.
11. Il sanitario addetto al funzionamento dell'apparecchiatura deve avvisare prima di ogni esposizione per consentire agli operatori non indispensabili alla esecuzione della procedura di allontanarsi.
12. Al termine dell'impiego l'apparecchio deve essere spento e, secondo le possibilità, scollegato dalla rete o bloccato il comando di accensione.

TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA (TC)

Il personale addetto è tenuto al rispetto delle norme nonché all'osservanza degli *adempimenti di radioprotezione per i lavoratori delle istruzioni per l'uso dei dosimetri personali*.

1. Se l'operatore è sottoposto al controllo dosimetrico individuale, prima di iniziare l'attività deve verificare di essere munito dei dosimetri individuali assegnati che devono essere portati secondo le specifiche istruzioni e per tutta la durata dell'attività.
2. Prima di iniziare l'esame è necessario accertarsi che nella sala dove è impiegata l'apparecchiatura sia presente solo il paziente e che la porta d'accesso sia chiusa.
3. L'operatore deve eseguire l'esame dalla sala comandi tenendo il paziente sotto controllo dall'apposita visiva anti-X.
4. Gli operatori sanitari che eseguono interventi specialistici TC guidati dovranno di norma accedere alla sala radiologica solo al termine della scansione, in assenza di emissione di raggi X.
5. Il personale che dovesse restare in sala durante la scansione per inderogabili esigenze cliniche deve essere munito di grembiule in gomma piombifera e deve stazionare di fianco al gantry.
6. In caso di emergenza attivare l'apposito pulsante (di norma di colore rosso) presente sulla console di comando.

L'Esperto di Radioprotezione
Dott.ssa Concetta Stancampiano

Il Responsabile
delle Apparecchiature radiologiche

Il Datore di Lavoro



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

RELAZIONE

(Art. 109 comma 2 del D.Lgs. 31 Luglio 2020 n° 101)

DESCRIZIONE DELLA NATURA E VALUTAZIONE DELL'ENTITÀ DELL'ESPOSIZIONE ANCHE AL FINE DELLA CLASSIFICAZIONE DI RADIOPROTEZIONE DEI LAVORATORI NONCHÉ LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO RADIOLOGICO SUGLI INDIVIDUI DELLA POPOLAZIONE A SEGUITO DELLA SOSTITUZIONE DEL MAMMOGRAFO INSTALLATO IN MAMMOGRAFIA 2.

P.O. "San Marco"

U.O.C. di DIAGNOSTICA PER IMMAGINI

- PREMESSA

Lo scrivente dott. Carmelo Greco, incaricato della sorveglianza fisica della radioprotezione presso l'U.O.C. di DIAGNOSTICA PER IMMAGINI, nella presente relazione, redatta ai sensi dell'art. 109 comma 2 del D.Lgs. 101/2020, trascrive i risultati dell'analisi preventiva, dallo stesso compiuta, dei rischi radiologici che saranno posti in essere con la progettata sostituzione e successivo impiego, nella succitata Struttura, del Mammografo marca LORAD/HOLOGIC installato in sala Mammografia 2 con un nuovo Mammografo marca IMG GIOTTO, e fornisce inoltre indicazioni sulle misure protettive attuate o da attuare per la sicurezza degli operatori addetti e, più in generale, degli individui della popolazione.

Questa relazione, così come previsto al comma 5 dell' art. 109, costituisce il documento di cui all'art.28, comma 2, lettera a), del D.Lgs. 81/08 e s.m.i., per gli aspetti relativi ai rischi di esposizione alle radiazioni ionizzanti.

- DESCRIZIONE DEI LUOGHI E DEGLI AMBIENTI SOGGETTI AL RISCHIO DELLE RADIAZIONI IONIZZANTI

I locali interessati alla pratica radiologica, oggetto della presente, sono ubicati: nell'U.O.C. di Diagnostica per immagini, nella Radiologia di Pronto Soccorso e nei reparti di degenza, dove all'occorrenza vengono utilizzati i portatili per esami a letto.

Per la descrizione degli ambienti e delle aree circostanti, con la destinazione d'uso, lo scrivente rimanda agli stralci planimetrici.

- DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RADIAZIONI IONIZZANTI

Le apparecchiature radiologiche in atto sono:

- U.O.C. di Diagnostica per Immagini:

- TAC 1 - CT marca **GE Healthcare**, modello **REVOLUTION HD**, matricola n° **HDDGV1700028CN**. Tubo radiogeno marca **GE**, tipo **Performix HD**, n° **242716GI9**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 140 kV e 835 mAs.

greco



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

- TAC 2 - CT marca NEUSOFT, modello NEUVIZ 16, n° N16E110007. Tubo radiogeno marca PHILIPS, modello DU 5008C, n° 73091. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 140 kV e 800 mAs.
- Diagnostica RX 1 - Pensile marca GENERL MEDICAL MERATE S.P.A., modello EIDOS 3000. Tubo radiogeno marca IAE tipo RTC 600 HS, n° 71P157, con fuochi 0.6 e 1.2 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 800 mA.
- Diagnostica RX 2 - Telecomandato marca GENERL MEDICAL MERATE S.P.A., modello OPERA T90ce. Tubo radiogeno marca IAE tipo RTC 600 HS, n° 71P190, con fuochi 0.6 e 1.2 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 800 mA.
- Diagnostica RX 2 - Ortopantomografo-Cefalometro marca SOREDEX, modello CRANEX 3+ CHEPH, matricola n° H53832. Tavolo di comando, abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 81 kV, 10 mA, temporizzatore 0.4 - 3.2 sec in modalità cefalometrica.
- Diagnostica RX 3 - Pensile marca GENERL MEDICAL MERATE S.P.A., modello EIDOS 3000. Tubo radiogeno marca IAE tipo RTC 600 HS, n° 71Z252, con fuochi 0.6 e 1.2 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 800 mA.
- Angiografia - Angiografo marca GE Medical Systems, modello INNOVA OPTIMA IGS 330, matricola n° DV5SS1800029HL. Tubo radiogeno tipo 2216450, n° 213423GI7. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 1000 mA.
- Mammografia 1 - Mammografo marca HOLOGIC, modello SELENIA DIMENSION, matricola n° 81305121616. Tubo radiogeno marca VARIAN, tipo M-113T, n° 33135-Q2, con fuochi 0.1 e 0.3 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 39 kV e 450 mAs.
- Mammografia 2 - Nuovo apparecchio - Mammografo marca IMS GIOTTO, modello Giotto Class serie 30000, matricola n° 230312124. Tubo radiogeno marca IAE, tipo XK1016 T, n° 68A03M, con fuochi 0.1 e 0.3 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 35 kV e 487 mAs.
- Stereotassi - Apparecchio Stereotassi marca LORAD A HOLOGIC COMPANY, modello MULTICARE PLATINUM, matricola n° 31501050936. Tubo radiogeno marca VARIAN, tipo M 149, n° H 26809, con fuoco 0.25 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 34 kV e 400 mAs.
- Stereotassi - MOC marca GE MEDICAL SYSTEM LUNAR, modello 8743, matricola n° 71578. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 76 kV e 3 mA.

- Radiologia di Pronto Soccorso:

- PS Diagnostica RX 1 - Telecomandato marca GENERL MEDICAL MERATE S.P.A., modello OPERA T90ce. Tubo radiogeno marca IAE tipo RTC 600 HS, n° 71P188, con fuochi 0.6 e 1.2 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 800 mA.

Pro



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico – San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

- PS Diagnostica RX 2 – Pensile marca **GENERL MEDICAL MERATE S.P.A.**, modello **EIDOS 3000**. Tubo radiogeno marca **IAE** tipo **RTC 600 HS**, n° **71P153**, con fuochi 0.6 e 1.2 mm. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 150 kV e 800 mA.

- PS TAC – CT marca **GE Healthcare**, modello **REVOLUTION HD**, matricola n° **HDDGV1700027CN**. Tubo radiogeno marca **GE**, tipo **PERSEUS**, n° **228978GI3**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 140 kV e 835 mAs.

- Reparti di degenza, dove normalmente stazionano e vengono utilizzati i portatili:

- UTIN - Portatile da corsia marca **TECHNIX**, modello **ACCORD DR** con recettore, matricola n° **932-17-007-025**. Tubo radiogeno marca **IAE**, tipo **X 22**, n° **13S960**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 125 kV e 320 mAs.

- Rianimazione - Portatile da corsia marca **TECHNIX**, modello **ACCORD DR** con recettore, matricola n° **932-17-008-026**. Tubo radiogeno marca **IAE**, tipo **X 22**, n° **13S941**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 125 kV e 320 mAs.

- Pediatria - Portatile da corsia marca **SIEMENS**, modello **POLYMOBIL PLUS**, matricola n° **10191 S16**. Tubo radiogeno marca **SIEMENS**, tipo **X22**, n° **19775**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 125 kV e 128 mA.

- MCAU - Portatile da corsia marca **SIEMENS**, modello **POLYMOBIL PLUS**, matricola n° **10741 S16**. Tubo radiogeno marca **SIEMENS**, tipo **X22**, n° _____. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 125 kV e 128 mA.

- Radiologia (a disposizione per altri reparti) - Portatile da corsia marca **IMD**, modello **BASIC 4006**, matricola n° **003/04/00091**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 120 kV e 320 mAs.

- Radiologia (a disposizione per altri reparti) - Portatile da corsia marca **FUJIFILM**, modello **FDR Go Plus**, matricola n° **MQ00012C3039**. Tubo radiogeno marca **SHIMADZU CORPORATION**, tipo **0.7/1. 3U163C**, n° **12183**. Tavolo di comando abilitato ad erogare parametri massimi nominali di 133 kV e 320 mAs.

- LIVELLI DI ESPOSIZIONE ATTORNO ALLE SORGENTI RADIOGENE E ANALISI DEI RISCHI RADIOLOGICI CONNESSI CON IL LORO IMPIEGO

A base delle valutazioni proteximetriche sono stati ipotizzati i seguenti carichi di lavoro:

- 100 mAmin/sett per ogni Pensile,
- 500 mAmin/sett per ogni Telecomandato,
- 1000 mAmin/sett per l'Angiografo,
- 10000 mAmin/sett per ogni Tomografo Computerizzato,
- 180 mAmin/sett per la MOC,
- 90 mAmin/sett per l'Ortopantomografo – Cefalometro,
- 600 mAmin/sett per ogni Mammografo,
- 10 mAmin/sett per la Stereotassi,
- 20 mAmin/sett per ogni Portatile.

pres



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico - San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

I fattori occupazionali (T) dei locali limitrofi alle Sale in cui verranno poste in attività le apparecchiature sono posti ovunque pari ad 1.

Per i fattori di uso, si ha $U=1$ ovunque per la diffusa, mentre per la radiazione diretta è $U=1$ nella direzione dove insiste il fascio primario.

Sono considerate come "barriere" le pareti che delimitano i locali dove si utilizzano le apparecchiature radiologiche, porte, pavimento e soffitto compresi. La loro consistenza, sotto il profilo radioprotezionistico, è stata valutata in relazione alla posizione dei tubi radiogeni, ai fattori di uso (U), ai fattori di occupazione (T) e con l'ipotesi dei carichi di lavoro sopra indicati.

Altra considerazione deve essere fatta sulla *attenuazione che le radiazioni emesse subiscono nell'attraversare i materiali* frapposti sul loro cammino. Tale attenuazione non solo dipende, come è facile intuire, dal materiale frapposto (spessore, densità e composizione), ma anche dalla qualità del fascio radiogeno, nel senso che più energetico è il fascio, più il materiale attraversato diventa "trasparente". Cosa che, ad esempio, viene sensibilmente evidenziata dalla diversa attenuazione offerta da uno schermo (es. un muro) al fascio primario (più energetico) rispetto a quella offerta al fascio (meno energetico) diffuso dal paziente o da un oggetto: in questo secondo caso l'attenuazione risulta infatti essere molto più elevata. In letteratura, peraltro, sono facilmente reperibili grafici e tabelle di trasmissione dei fasci di raggi X in vari materiali.

Sulla base dei superiori dati e valutazioni e *nell'ipotesi di condizioni normali di lavoro, anche impegnative*, lo scrivente, presso il Presidio Sanitario di che trattasi, reputa sufficiente l'osservanza di semplici norme comportamentali interne di sicurezza per garantire un livello di radioprotezione fisica soddisfacente.

Anche ipotizzando *malfunzionamenti o incidenti*, quali quello dell'inceppamento dell'interruttore uomo-morto, o dell'involontario comando di emissione raggi, i conseguenti indebiti irraggiamenti, considerati i tempi di reazione dell'operatore e la probabilità che tali eventi possano verificarsi, possono reputarsi suscettibili di provocare un rischio radiologico di modesta entità, senz'altro valutabile contenuto entro accettabili livelli, sia per lo stesso operatore addetto all'impiego delle fonti radiogene, che per le persone estranee, presenti negli ambienti limitrofi ai siti di attivazione delle stesse.

In particolare, in termini di *dose efficace assorbita dagli individui della popolazione* (eventualmente presenti negli ambienti adiacenti i locali ospitanti gli apparecchi radiologici), lo scrivente, tenendo in debito conto i *fattori "distanza"* sussistenti tra le fonti radiogene e le postazioni da essi occupate, nonché gli *spessori delle opere murarie interposte*, ritiene di potere concludere che essi abbiano ad assorbire livelli inferiori a 1 mSv/anno.

Al fine poi di verificare la corrispondenza tra i valori teorici ed i dati reali, si utilizzeranno dosimetri ambientali, da collocare in posizioni ben definite. Le dosi assorbite verranno periodicamente verificate dallo scrivente.

- CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI DI LAVORO E DEI LAVORATORI

Tenuto conto delle valutazioni dosimetriche esposte nel paragrafo precedente, lo scrivente ritiene di individuare, quali *zone soggette a rischio radiologico, unicamente gli stessi locali* in cui verranno attivate le macchine radiogene (solo durante l'attivazione) e di classificarli, ai sensi dell'art. 133, comma 7, del D.Lgs. 101/2020, quali **ZONA CONTROLLATA**.

Proes



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico – San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

Relativamente ai lavoratori addetti all'impiego delle macchine radiogene, lo scrivente ritiene altresì che essi possano essere considerati quali lavoratori ESPOSTI in Categoria B e in Categoria A al rischio specifico, ai sensi dell'art. 133, comma 3 e 4, del D.Lgs. 101/2020.

- VINCOLI DI DOSE PROPOSTI PER L'OTTIMIZZAZIONE

Sono considerati lavoratori non esposti i soggetti che non siano suscettibili di superare uno qualsiasi dei limiti di esposizione per anno solare stabiliti per gli individui della popolazione, cioè:

- 1 mSv di dose efficace;
- 15 mSv di dose equivalente per il cristallino;
- 50 mSv di dose equivalente per la pelle.

Sono considerati lavoratori esposti in Categoria B i soggetti che non siano suscettibili di superare uno qualsiasi dei limiti di esposizione per anno solare stabiliti per i lavoratori esposti in Categoria A, cioè:

- 6 mSv di dose efficace;
- 15 mSv di dose equivalente per il cristallino;
- 150 mSv di dose equivalente per la pelle, mani, avambracci, piedi e caviglie.

Ai fini dell'ottimizzazione della protezione, ai sensi dell'art. 122, comma 2, del D.Lgs. 101/2020, per l'esercizio della pratica, si adottano i seguenti vincoli di dose:

- Vincolo di dose per lavoratori classificati esposti in Categoria A: 4000 μ Sv/anno;
- Vincolo di dose per lavoratori classificati esposti in Categoria B: 2000 μ Sv/anno;
- Vincolo di dose per lavoratori classificati non esposti: 500 μ Sv/anno;
- Vincolo di dose per individui della popolazione: 250 μ Sv/anno.

- INDICAZIONI SULLE MODALITÀ DI ATTUAZIONE DEGLI OBBLIGHI DI RADIOPROTEZIONE DI CUI ALL'ART. 109 DEL D.LGS. 101/2020

Sulla base di quanto esposto nei precedenti paragrafi della presente relazione, lo scrivente, in ossequio alle disposizioni di cui agli artt. 109 e 130, del D.Lgs. 101/2020, richiama il Datore di lavoro all'osservanza degli obblighi di radioprotezione imposti a suo carico secondo le seguenti indicazioni:

- segnalare le porte d'accesso ai locali con gli apparecchi radiologici con l'apposito cartello ammonente il pericolo dei raggi X e specificante la dicitura ZONA CONTROLLATA;
- assicurarsi che le macchine radiogene siano contrassegnate dello specifico rischio;
- vigilare che l'accesso ai suddetti locali avvenga sotto suo specifico consenso;
- predisporre, sulla base della bozza fornita dallo scrivente, le norme interne di protezione e sicurezza al rischio di radiazioni e che copia sia consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori, e in particolare nelle zone classificate;
- far partecipare gli operatori ai previsti programmi di formazione sulla radioprotezione;

puo



REGIONE SICILIANA
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
"G. Rodolico – San Marco"
-Catania-

U.O.S.D. di Fisica Sanitaria

Tel. 095 4794554

- far mettere in atto tutte le procedure di giustificazione e ottimizzazione degli esami radiodiagnostici;
- dotare il Personale Esposto di dosimetri individuali e dei mezzi di protezione individuali.

- BENESTARE DI RADIOPROTEZIONE

A conclusione di quanto fin qui esposto, lo scrivente, in qualità di Esperto di Radioprotezione dell'U.O.C. di Diagnostica per Immagini del P.O. San Marco, fa presente di avere in data odierna rilasciato il **benestare** di radioprotezione, previsto dall'art. 130, comma 1, lettera b, del D.Lgs. 101/2020, al previsto impiego degli apparecchi a raggi X descritti nelle precedenti note, per attività di radiodiagnostica, con le caratteristiche e modalità indicate nella presente relazione.

Catania, **5 Giugno 2023**

L'Esperto di Radioprotezione

Dott. Carmelo Greco

Carmelo Greco

Dott. Carmelo Greco

Esperto di Radioprotezione

Gr. III n° 660

Il Responsabile degli impianti radiologici

Dott. Placido Romeo

Il Datore di lavoro

**NORME INTERNE DI PROTEZIONE E SICUREZZA
NELL'IMPIEGO DEGLI APPARECCHI RADIOLOGICI**

Le seguenti Norme sono state predisposte ai sensi dell'art. 109, comma 6 lettera c) del D.Lgs. 101/2020.

Copia di dette Norme deve essere consultabile nei luoghi frequentati dai lavoratori,
e in particolare nelle zone classificate

Alla loro osservanza sono tenute tutte le persone coinvolte nell'impiego degli apparecchi radiografici.

A) NORME GENERALI
(estratte dagli artt. 111 e 118 del D.Lgs. 101/2020)

A-1) I LAVORATORI DEVONO:

- a) 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.
- b) Usare secondo le specifiche istruzioni i dispositivi di sicurezza, i mezzi di protezione e di sorveglianza dosimetrica predisposti o forniti dal datore di lavoro.
- c) 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 eventuali condizioni di pericolo di cui vengono a conoscenza.
- d) Non rimuovere né modificare, senza averne ottenuto l'autorizzazione, i dispositivi e gli altri mezzi di sicurezza, di segnalazione, di protezione e di misurazione.
- e) Non compiere, di propria iniziativa, operazioni o manovre che non sono di loro competenza o che possono compromettere la protezione e la sicurezza.

A-2) DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER LE LAVORATRICI:

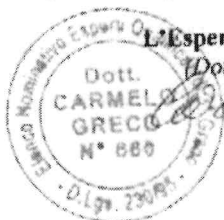
- a) Le donne gestanti non possono svolgere attività in zone classificate o, comunque, attività che potrebbero esporre il nascituro ad una dose che ecceda un millisievert durante il periodo della gravidanza.
- b) È fatto obbligo alle lavoratrici di notificare al datore di lavoro il proprio stato di gestazione, non appena accertato.

B) NORME OPERATIVE DI SICUREZZA

- 1) Il pericolo di esposizione alle radiazioni ionizzanti sussiste solo a generatore acceso.
- 2) L'operatore deve assicurarsi che siano chiuse tutte le porte della Sala in cui viene posto in attività l'apparecchio a raggi X.
- 3) Durante l'esecuzione delle procedure radiologiche nessuna persona, oltre al paziente e agli operatori strettamente indispensabili, deve trovarsi all'interno della Sala in cui viene posto in attività l'apparecchio a raggi X (ZONA CONTROLLATA).
- 4) Dovendo lavorare in ZONA CONTROLLATA, durante l'emissione dei raggi X, compatibilmente con le necessità del caso, gli operatori devono disporsi quanto più lontano possibile dal fascio radiogeno diretto. Essi dovranno indossare gli appositi indumenti personali di protezione anti-X. Ogni carenza dei dispositivi di sicurezza e protezione deve essere immediatamente segnalata al datore di lavoro.
- 5) Il personale sottoposto a controllo dosimetrico è obbligato a portare sempre il proprio dosimetro personale, secondo le disposizioni impartite.
- 6) Al termine dell'erogazione deve essere sempre inattivato l'apparecchio.
- 7) L'apparecchio deve essere usato esclusivamente per gli scopi cui è destinato, evitando ingiustificate erogazioni di radiazioni.
- 8) La Sala ospitante l'apparecchiatura radiologica deve essere chiusa a chiave in assenza del personale addetto.

L'Esperto di Radioprotezione

(Dott. Carmelo Greco)



Il Datore di lavoro

(Dott. Gaetano Sirna)



Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico- San Marco"
U.O.S.D. Fisica Sanitaria

Prot. n. del

Al Responsabile del Servizio Prevenzione e Protezione

Tipologia di Personale

Direttore

Dott. Mannino Giovanni 4552

Ufficio di Radioprotezione e Medico Autorizzato

P.O. San Marco

CPS. Inf. Fiumara Barbara 4568

P.O. G. Rodolico

CPS Inf. Marino Angela 4569 2943

Personale Tecnico – Segreteria UO

CPS TSRM Arcidiacono Teresa 4553

Dirigenti Fisici

Dott. Greco Carmelo 4554

Dott.ssa La Monaca Viviana 2846

Dott. Salamone Vincenzo 1307

Dott.ssa Stancampiano Concetta 4567

Contatti:

fisicasanitaria@ao-ve.it

fisicasanitaria@pec.policlinico.unict.it

radioprotezione@policlinico.unict.it

Oggetto: Nominativi e contatti: Esperto di Radioprotezione, Esperti di Sicurezza in Risonanza Magnetica e Medico Autorizzato

Come da accordi verbali intercorsi si inoltra quanto richiesto.

Esperto di Radioprotezione	Dott. Vincenzo Salamone	UOSD Radioterapia oncologica UOC Radiologia diagnostica e interventistica UOC Clinica Odontoiatrica UOSD Fisica Sanitaria	P.O. Rodolico
	Dott. Giovanni Mannino	UOC Medicina Nucleare UOSD Cardiologia	P.O. San Marco
		UOSD Radiologia Cast UOC Cardiologia UOC Chirurgia Vascolare e Trapianti UOC Anestesia e Rianimazione III Blocco Operatorio Ed. 8	P.O. Rodolico
	Dott. Carmelo Greco	UOC Radiologia	P.O. San Marco
		UOC Radiologia diagnostica e interventistica - PS UOC Clinica Oculistica - Brachiterapia Blocco Operatorio Ed. 3 UO Chirurgia Pediatrica	P.O. Rodolico
	Dott.ssa Viviana Anna La Monaca	UOC Clinica Ortopedica UOC Gastroenterologia UOC Clinica Urologica UOC Anestesia e Rianimazione I UOC Chirurgia II Blocco Operatorio ED. 1	P.O. Rodolico
	Dott.ssa Concetta Stancampiano	UOSD Ortopedia UOSD Terapia del Dolore UOC Urologia UOC Neurochirurgia UOC Chirurgia Toracica UOC Nefrologia e Dialisi UOC Anestesia e Rianimazione II UOC Chirurgia Vascolare Blocco Centrale Operatorio Blocco Operatorio Day Surgery	P.O. San Marco



Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico "G. Rodolico- San Marco"
U.O.S.D. Fisica Sanitaria

Medico Autorizzato	Dott. Antonino Scaltrito		P.O. Rodolico P.O. San Marco
Esperto di Sicurezza in Risonanza Magnetica	Dott. Vincenzo Salamone	UOC Radiologia diagnostica e interventistica	P.O. Rodolico
	Dott. Giovanni Mannino	UOC Radiologia (RM 3 T)	P.O. San Marco
		UOSD Radiologia Cast	P.O. Rodolico
	Dott. Carmelo Greco	UOC Radiologia	P.O. San Marco

Contatti mail: fisicasanitaria@ao-ve.it

Tel.: 0954794553-4552-4567

Catania il 17.03.2025

Il Direttore
UOSD Fisica Sanitaria
Dott. Giovanni Mannino
Azienda Ospedaliero Universitaria Policlinico
G. Rodolico - San Marco
CATANIA
U.O. di Fisica Sanitaria
Dirigente Responsabile Dott. Giovanni Mannino