



COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE

Bruxelles, 23.02.1998
COM(1998) 87 def.

**Comunicazione della Commissione riguardante l'applicazione della direttiva
96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme
fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei
lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti**

**Comunicazione della Commissione riguardante l'applicazione della direttiva
96/29/Euratom del Consiglio del 13 maggio 1996 che stabilisce le norme
fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei
lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti**

Ai fini dell'applicazione della direttiva 96/29/Euratom del Consiglio, del 13 maggio 1996, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti¹, la Commissione, previa consultazione del gruppo di esperti scientifici di cui all'articolo 31 del Trattato Euratom, desidera comunicare la seguente nota informativa:

I. Osservazioni generali

La comunicazione è intesa a coadiuvare gli Stati membri nel recepimento nell'ambito della legislazione nazionale della direttiva 96/29/Euratom del Consiglio, del 13 maggio 1996, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti, in appresso denominata "Direttiva". La Direttiva revoca, con effetto al 13 maggio 2000, le direttive precedenti sulle norme fondamentali di sicurezza².

Essa dev'essere considerata alla stregua di un documento di riferimento, dato che gli Stati membri sono vincolati soltanto dalle disposizioni della Direttiva.

L'esposizione alle radiazioni ionizzanti può avere effetti nocivi per la salute dell'uomo. La direttiva stabilisce norme intese a proteggere la popolazione e i lavoratori contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti, senza con questo limitare le applicazioni benefiche delle pratiche che implicano una esposizione a tali radiazioni. La Commissione riconosce che tutte le parti in causa nel campo della protezione dalle radiazioni devono esprimere giudizi di valore riguardo all'importanza relativa dei diversi tipi di rischio e ad un corretto equilibrio di rischi e vantaggi.

¹ GU L 159, 29.6.1996, pag. 1.

² In particolare: direttiva 80/836/Euratom (GU L 246, 17.9.1980, pag. 1) modificata dalla direttiva 84/467/Euratom (GU L 265, 5.10.1984, pag. 4).

Ai sensi dell'articolo 30 del Trattato che istituisce la Comunità europea per l'energia atomica, la Comunità europea è tenuta a definire norme fondamentali di sicurezza per la protezione della popolazione e dei lavoratori contro i pericoli derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Queste norme sono state espresse sotto forma di direttive del Consiglio.

Le direttive in questione sono sempre state fondate sulle raccomandazioni della Commissione internazionale per la protezione radiologica (ICRP) e della Commissione internazionale per le unità e misure delle radiazioni (ICRU). Queste organizzazioni sono riconosciute sul piano internazionale per le loro valutazioni delle conoscenze nei rispettivi campi.

La pubblicazione dell'ICRP su cui si basa la direttiva del 1996 è la pubblicazione n. 60, che contiene le raccomandazioni generali più aggiornate elaborate dall'ICRP per tener conto dei continui sviluppi che si verificano nel settore delle conoscenze scientifiche e in quello dell'esperienza amministrativa. Questi sviluppi hanno avuto un carattere evolutivo e non hanno cambiato in modo fondamentale il sistema di protezione raccomandato nella pubblicazione n. 26 dell'ICRP, su cui era fondata la direttiva del 1980/1984.

Fino al 1984 le norme fondamentali della sicurezza sono state il solo strumento di legislazione derivata basata sull'articolo 31 del Trattato Euratom. Da quel momento le norme fondamentali, pur restando, insieme con il trattato Euratom stesso, l'elemento centrale del sistema di protezione contro le radiazioni della Comunità europea, sono state integrate da un numero di strumenti giuridici specifici³.

-
- ³ - Decisione del Consiglio 87/600/Euratom del 14 dicembre 1987 concernente le modalità comunitarie di uno scambio rapido di informazioni in caso di emergenza radioattiva
GU n. L 371, 30.12.1987, pag. 76
- Regolamento del Consiglio (Euratom) n. 3954/87 del 22 dicembre 1987 che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di livelli anormali di radioattività a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva
GU n. L 371, 30.12.1987, pag. 11. Regolamento emendato dal Regolamento (Euratom) n. 2218/89 (GU n. L 211, 22.7.1989, pag. 19)
- Direttiva del Consiglio 89/618/Euratom del 27 novembre 1989 concernente l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radioattiva
GU n. L 357, 7.12.1989, pag. 31
- Direttiva del Consiglio 90/641/Euratom del 4 dicembre 1990 concernente la protezione operativa dei lavoratori esterni esposti al rischio di radiazioni ionizzanti nel corso del loro intervento in zona controllata
GU n. L 349, 13.12.1990, pag. 21
- Direttiva del Consiglio 92/3/Euratom del 3 febbraio 1992 relativa alla sorveglianza ed al controllo delle spedizioni di residui radioattivi tra gli Stati membri e di quelle verso la Comunità e fuori da essa
GU n. L 35, 12.2.1992, pag. 24
- Regolamento del Consiglio (Euratom) n. 1493/93 dell'8 giugno 1993 sulle spedizioni di sostanze radioattive tra gli Stati membri
GU n. L 148 del 19.6.1993, pag. 1
- Direttiva del Consiglio 97/43/Euratom del 30 giugno 1997 riguardante la protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse ad esposizioni mediche e che abroga la direttiva 84/466/Euratom
GU n. L 180, 9.7.1997, pag. 22

La Direttiva non influisce sugli obblighi generali relativi alla protezione dei lavoratori, quali ad esempio indicati nella direttiva 89/391/CEE che riguarda l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro⁴. Nel caso di disposizioni in reciproco contrasto, si considera prevalente la Direttiva dell'Euratom sulle direttive CE⁵.

Una delle caratteristiche più importanti della direttiva è la distinzione tra pratiche e interventi. Le pratiche riguardano quelle attività umane che possono aumentare l'esposizione a radiazioni; gli interventi sono le attività umane che impediscono o diminuiscono l'esposizione a radiazioni. Altre nuove caratteristiche sono un maggiore riconoscimento del fatto che alcune esposizioni dovute alle attività lavorative in relazione a sorgenti naturali di radiazioni risultano abbastanza significative da essere degne di attenzione, l'impiego di vincoli di dose per ottimizzare la protezione, i concetti di eliminazione e di esposizione potenziale. Il progresso delle conoscenze scientifiche ha consentito di formulare nuovi concetti e nuove unità di misura nel campo della dosimetria e della radioprotezione. Esso ha consentito anche di abbassare i limiti di dose, oltre a ridefinire i valori per l'applicazione delle norme sulla notifica e sull'autorizzazione di pratiche, oltre a definire nuovi parametri per la valutazione delle dosi dovute alle radiazioni esterne, in particolare quelle imputabili ai neutroni, e alle dosi dovute all'assunzione di radionuclidi.

⁴ GU L 183, 29.6.1989, pag. 1.

⁵ cfr. articolo 232 (2) del Trattato CE.

II. Osservazioni su alcuni articoli della Direttiva⁶

a) TITOLO I

Definizioni

Articolo 1

Le definizioni si riferiscono ai termini impiegati nella Direttiva. Per ulteriori definizioni si rimanda all'allegato II. Ove necessario, sono fornite indicazioni riguardo alla loro interpretazione nei commenti agli articoli in questione:

- i) *"Esposizione accidentale"*. Questo tipo di esposizione non è più limitata ai casi in cui risulta superato uno dei limiti di dose stabiliti per i lavoratori esposti.
- ii) *"Esposizione di emergenza"*. Questo termine non deve essere confuso con *"esposizioni soggette ad autorizzazione speciale"* per esposizione di emergenza si intende l'esposizione di un volontario che esegue azioni di protezione di carattere urgente (cfr. articolo 52). Un'esposizione soggetta ad autorizzazione speciale è l'esposizione attentamente pianificata di un lavoratore di categoria A, che dovrebbe essere un volontario che esegue operazioni determinate in circostanze eccezionali (cfr. articolo 12).
- iii) *"Dose equivalente"* e *"dose efficace"*. La direttiva impiega le quantità raccomandate nella pubblicazione ICRP n. 60, che sostituiscono le quantità precedenti "equivalente di dose" e "(equivalente di) dose efficace". Giova notare che l'ICRP raccomanda che "è giustificato trattare come additive le grandezze pesate usate dalla ICRP a tempi diversi, nonostante che la ICRP abbia fatto uso di valori di fattori di peso diversi. La ICRP non ritiene che si debba cercare di correggere i fattori precedenti. È anche giustificato sommare valori di equivalente di dose con dosi equivalenti e valori di equivalente di dose efficace con dosi efficaci, senza alcun aggiustamento".
- iv) Il nuovo concetto di *"detrimento sanitario"* comprende la probabilità di un cancro mortale, di gravi effetti ereditari, di un cancro non mortale e della relativa riduzione della durata della vita.
- v) *"Esperto qualificato"*. Orientamenti quanto alla formazione di base o alla formazione aggiuntiva per esperti qualificati sono forniti in allegato I alla presente comunicazione.

⁶ Gli articoli cui è fatto riferimento in questa comunicazione sono quelli della Direttiva 96/29/Euratom del Consiglio, del 13 maggio 1996.

- vi) *“Impresa”*. Gli obblighi fissati al titolo VI per la protezione operativa dei lavoratori esposti e le relative disposizioni per le zone di lavoro sono legati all’impresa che ha la responsabilità giuridica delle pratiche di lavoro. In un dato luogo di lavoro possono essere effettuate varie pratiche da parte di imprese o datori di lavoro differenti. Giova notare in questo contesto che la Direttiva non pregiudica gli obblighi dei datori di lavoro di cui alla Direttiva del Consiglio 89/391/CEE del 12 giugno 1989 concernente l’attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro⁷.

b) TITOLO II

Campo di applicazione

Articolo 2

La Direttiva non si applica all’esposizione al radon nelle abitazioni, caso per il quale esiste una raccomandazione della Commissione⁸, né alle esposizioni dovute alle sorgenti di radiazioni naturali, essenzialmente non controllabili.

c) TITOLO III

Notifica e autorizzazione di pratiche

Articolo 3

Per “notifica” si intende la presentazione di un documento allo scopo di avvisare o di informare le competenti autorità riguardo all’intenzione di attuare una determinata pratica. L’articolo 3(2) e l’allegato I specificano le circostanze in cui le autorità competenti possono decidere che la notifica non è necessaria. Agli Stati membri è consentito di scostarsi dai valori stabiliti nella tabella A dell’allegato I in circostanze eccezionali e se condizioni specifiche sono rispettate.

Articolo 4

Per “autorizzazione” preventiva si intende il permesso rilasciato individualmente per iscritto o tramite atto normativo da parte dell’autorità competente, ad eseguire una determinata pratica. Essa implica l’esame da parte delle competenti autorità dei singoli casi presentati.

⁷ GU n. L 183, 29.6.1989, pag. 1

⁸ Raccomandazione della Commissione (90/143/Euratom) del 21 febbraio 1990 sulla tutela della popolazione contro l’esposizione al radon in ambienti chiusi (GU L 80, 27.3.1990, pag. 26).

Gli Stati membri non sono tenuti a richiedere autorizzazioni preventive nel caso di talune pratiche, escluse dall'obbligo di notifica secondo gli articoli 3(2) e 4(3)(a), e nel caso di pratiche consentite in condizioni stabilite nella legislazione nazionale, in cui l'esame dei casi individuali non è considerato necessario in considerazione del rischio limitato di esposizione delle persone secondo l'articolo 4(3)(b). Ai sensi dell'articolo 3(1) dette prassi vengono notificate alle autorità competenti.

L'autorizzazione è richiesta in qualsiasi circostanza per le pratiche di cui all'articolo 4(1)(b) e 4(1)(d).

L'articolo 6(5) identifica pratiche che non sono consentite in nessuna circostanza.

Articolo 5

Questo articolo riguarda smaltimento, riciclo o riutilizzazione di materiali o sostanze radioattive.

Lo smaltimento, il riciclo o la riutilizzazione di materiali contenenti sostanze radioattive che sono stati interessati a pratiche soggette a notifica o ad autorizzazione preliminare, sono sottoposte ad autorizzazione preliminare. Questi materiali possono comunque essere esentati dalle norme della direttiva a condizione che rispettino livelli di eliminazione stabiliti dalle autorità nazionali competenti. Questi livelli di eliminazione saranno definiti in base ai criteri fondamentali citati nell'allegato I, che potranno essere di carattere generico o definiti per singoli casi. Il termine "eliminazione" si riferisce al fatto che questi materiali erano soggetti in precedenza al controllo normativo nell'ambito delle operazioni che hanno dato origine allo smaltimento, al riciclaggio o alla riutilizzazione. D'altra parte, l'esenzione dalla notifica ai sensi dell'articolo 3(2) si riferisce ai materiali per i quali non è necessario un assoggettamento al controllo normativo.

L'articolo 3 (2) (f) garantisce che le pratiche che riguardano materiali contaminati da sostanze radioattive risultanti da scarichi autorizzati non sono soggette a notifica.

Nella prospettiva del mercato unico, è altamente auspicabile un orientamento armonizzato riguardo alla definizione dei livelli di eliminazione. La Commissione fornirà pertanto gli orientamenti tecnici alle autorità nazionali competenti per la definizione di tali livelli di eliminazione. La Commissione, con il supporto degli esperti scientifici di cui all'articolo 31 del Trattato Euratom, si occupa attualmente dell'elaborazione di una versione rivista della guida tecnica (1988) sui livelli di eliminazione per il materiale di riciclaggio proveniente dalla messa fuori servizio degli impianti nucleari⁹. Seguiranno altre guide tecniche su questi temi.

⁹ Radiation protection No 43: Radiological protection criteria for the recycling of materials from the dismantling of nuclear installations, Lussemburgo 1988.

d) TITOLO IV

Giustificazione, ottimizzazione e limitazione della dose per le pratiche

Articolo 6

Questo articolo stabilisce i principi fondamentali della protezione dalle radiazioni e obbliga pertanto gli Stati membri a fondare le loro procedure su questi principi, cioè: giustificazione, ottimizzazione e limitazione della dose.

La determinazione della giustificazione di qualunque tipo di pratica rientra nei doveri delle autorità competenti degli Stati membri. Essa deve pertanto aver luogo prima dell'introduzione della pratica e al più presto possibile, in modo da ridurre l'effetto dei costi già sostenuti nel trovare il giusto equilibrio tra i fattori economici e sociali, rispetto al detrimento sanitario che ne può derivare. L'osservanza di questo principio può essere adeguatamente dedotta rispetto ad una nuova classe o tipo di pratica dall'esistenza o dalla definizione di norme che riguardano in modo specifico la classe o il tipo di pratiche in questione. Nel paragrafo 5 è indicata una lista di pratiche considerate a priori non giustificabili. La nuova norma dell'articolo 6 (2) riflette il fatto che vi può essere un'esigenza di verificare la giustificazione delle classi o dei tipi di pratiche esistenti in conseguenza dei progressi delle conoscenze scientifiche. Qualora una pratica esistente sia considerata ingiustificata, un periodo transitorio può essere tollerato in base ad un'attenta valutazione dei vantaggi economici, sociali o di altra natura, a fronte del detrimento sanitario che ne può derivare.

L'ottimizzazione richiede che qualsiasi esposizione sia mantenuta al livello più basso ragionevolmente ottenibile, tenuto conto dei fattori economici e sociali. I sistemi per valutare la necessità di ulteriori riduzioni dell'esposizione, dal punto di vista di ciò che è ragionevole fare, sono assai diversi. Essi includono un aiuto formale al processo decisionale, quale un'analisi costo/vantaggi, ma si basano più spesso sul parere dei professionisti. Questo principio dev'essere applicato fin dalla fase di concezione, articolandosi lungo tutte le fasi successive fino all'eventuale messa fuori servizio dell'impianto o allo smaltimento delle sorgenti di radiazioni.

Il terzo principio stabilisce che la somma delle dosi derivanti da tutte le pratiche in causa non debba superare i limiti di dose stabiliti. Le considerazioni che hanno condotto alla definizione dei limiti di dose sono presentate nella pubblicazione n. 60 dell'ICRP. I limiti di dose sono intesi a proteggere gli individui maggiormente esposti che, nel caso di individui della popolazione, sono definiti come "*gruppo di riferimento della popolazione*" (articolo 1)..

Articolo 7

Il concetto di "vincolo di dose" è stato presentato nella pubblicazione n. 60 dell'ICRP, nel contesto dell'ottimizzazione della protezione. Non si deve confondere il termine "vincolo di dose" con "limite di dose", in quanto - nel primo caso - si tratta essenzialmente di un massimale dei valori previsti delle dosi individuali provenienti da una sorgente, pratica o mansione, che possono essere ritenuti accettabili nel processo dell'ottimizzazione della protezione proprio per la sorgente, la pratica o la mansione in causa.

I “vincoli di dose” possono essere definiti e impiegati dalle imprese come riferimenti ausiliari nell’ambito dell’ottimizzazione della protezione, nelle fasi di concezione o di pianificazione. Essi possono anche essere definiti dalle autorità competenti in particolare relativamente all’esposizione del pubblico. Essi possono essere oggetto di discussione tra le autorità competenti e le imprese..

Una guida sull’impiego di questo concetto di nuova introduzione figura in una relazione¹⁰ elaborata da un gruppo comune di esperti dell’Agenzia per l’Energia Nucleare dell’OCSE e della Commissione europea, pubblicata a cura dell’OCSE, nel 1996.

Articolo 9

La direttiva ha ridotto il limite di dose efficace per i lavoratori da 50 mSv all’anno, a 100 mSv sull’arco di cinque anni consecutivi, con un massimo di dose efficace di 50 mSv in uno dei cinque anni.

Pur rispettando il limite di 100 mSv per un periodo di 5 anni consecutivi, gli Stati membri possono decidere per un limite annuo. In questo caso, il limite di dose efficace sarà di 20 mSv/anno. Gli Stati membri che intendano adottare limiti di dose più severi dovranno seguire la procedura prevista dall’articolo 54.

I limiti di dose equivalente per il cristallino, la pelle, le mani, gli avambracci, i piedi e le caviglie rimangono invariati. Essi sono intesi a proteggere dagli effetti deterministici, per i quali le basi scientifiche non indicano la necessità di effettuare variazioni. Il limite per la pelle si applica alla dose media su qualsiasi superficie di 1 cm² indipendentemente della superficie esposta. Il solo rispetto dei limiti di dose efficace non è sempre sufficiente a prevenire gli effetti deterministici su alcuni organi o tessuti. È pertanto necessario garantire il rispetto sia dei limiti di dose efficace, sia dei limiti di dose equivalente.

Articolo 10

L’articolo 10 (1) è inteso a proteggere il nascituro e il lattante attraverso provvedimenti specifici da applicarsi alla gestante o alla donna che allatta.

L’articolo 22 (1) (b) identifica le informazioni supplementari da fornire alle donne.

Articolo 12

Le esposizioni soggette ad autorizzazione speciale sostituiscono le esposizioni eccezionali concordate di cui alla Direttiva 80/836/Euratom. L’esperienza dell’applicazione delle norme sulle esposizioni eccezionali concordate nei termini della direttiva del 1980 ha dimostrato che esse sono state applicate solo molto raramente, per non dire quasi mai. Un’esposizione soggetta ad autorizzazione speciale comporta l’esposizione al di sopra di uno dei limiti di dose per i lavoratori esposti definiti dalla legislazione nazionale in conformità dell’articolo 9.

¹⁰ Considerazioni sul concetto di “vincolo di dose”, Parigi 1996.

La Direttiva stabilisce che i livelli massimi di esposizione derivanti dalle esposizioni soggette ad autorizzazione speciale debbano essere definiti per ciascun caso particolare, a cura delle autorità competenti. Non è indicato alcun massimale per questi livelli, in quanto esso potrebbe essere interpretato quale un valore tollerabile in termini generali.

L'articolo 12 dev'essere letto congiuntamente agli articoli 35 e 36 sulla sorveglianza speciale dei lavoratori esposti.

Articolo 13

La Direttiva ha ridotto i limiti di dose efficace per il pubblico da 5 mSv a 1 mSv all'anno; in circostanze particolari può essere autorizzata una dose efficace più elevata in un solo anno, purché la media, su cinque anni consecutivi, non superi 1mSv/anno.

I limiti di dose per cristallino e la pelle rimangono invariati. Essi sono intesi a proteggere dagli effetti deterministici, per i quali le basi scientifiche non indicano la necessità di effettuare variazioni. Tuttavia il limite per la pelle si applica ora alla dose media su qualsiasi superficie di 1 cm², indipendentemente dalla superficie esposta. Il limite di dose per le mani, gli avambracci, i piedi e le caviglie non è più considerato necessario. Il solo rispetto dei limiti di dose efficace non è sempre sufficiente a prevenire gli effetti deterministici su alcuni organi o tessuti. È pertanto necessario garantire il rispetto sia dei limiti di dose efficace, sia dei limiti di dose equivalente.

I limiti di dose si applicano alla somma delle dosi agli individui della popolazione, a seguito dell'esposizione a tutte le sorgenti in causa, in un anno, attraverso tutte le vie di esposizione.

Articolo 14

Questo articolo richiede non soltanto che l'ottimizzazione abbia luogo tenendo presente la protezione dei singoli individui, ma anche quella della popolazione nel suo insieme.

Il secondo paragrafo prescrive che sia valutato con regolarità l'insieme dei contributi all'esposizione della popolazione apportati dalle varie pratiche. L'obiettivo è di consentire alle autorità competenti e alle imprese l'identificazione di tendenze nel quadro generale delle esposizioni, in particolare dove sarebbe opportuno intraprendere azioni per ridurre le dosi. Cfr. anche articolo 45.

e) TITOLO V

Valutazione della dose efficace

Articoli 15 e 16

Questo Titolo si riferisce ai valori e ai rapporti indicati nell'Allegato II e ai coefficienti di dose indicati nell'Allegato III, da impiegare per la valutazione della dose efficace e della dose equivalente. Le informazioni contenute in questi allegati e nelle tabelle allegate alla Comunicazione sono desunte dai lavori più recenti in materia dell'ICRU e dell'ICRP e

riflettono la situazione attuale delle conoscenze scientifiche. Anche se le autorità competenti possono autorizzare l'impiego di metodi equivalenti (articolo 15), si raccomanda che essi siano mantenuti in linea con gli orientamenti scientifici riconosciuti sul piano internazionale.

Rispetto alla valutazione della dose efficace per l'esposizione interna, l'Allegato III indica coefficienti di dose per le varie forme chimiche e fisiche che sono state considerate per i radionuclidi che figurano nell'elenco e i corrispondenti valori parametrici. Qualora manchino informazioni specifiche, si impiegheranno i parametri di sostituzione che vi risultano indicati. D'altra parte, qualora siano disponibili informazioni che consentono di valutare meglio i valori dei parametri e i corrispondenti coefficienti di dose, le autorità competenti possono autorizzare l'impiego di tali informazioni per calcolare la dose efficace per i lavoratori e per gli individui della popolazione.

Nel contesto suddetto, l'ultimo paragrafo della Parte B dell'Allegato III riguarda la scelta dei valori dei parametri per i coefficienti di dose da inalazione per gli individui della popolazione. Gli orientamenti scientifici internazionali cui esso fa riferimento sono presentati ora nella tabella I, allegata a questa Comunicazione.

Nel primo paragrafo della Parte B dell'Allegato III si afferma che i coefficienti di dose per gli individui del pubblico si applicano anche agli apprendisti e agli studenti di età compresa tra i 16 e i 18 anni. Anche se ciò tiene conto della dipendenza dei coefficienti di dose dall'età, può essere utile in determinati casi verificare se i parametri di sostituzione impiegati per gli individui del pubblico siano adatti alle forme fisiche e chimiche in cui i radionuclidi si presentano sul posto di lavoro. L'articolo 15 permette agli Stati membri di autorizzare l'uso di coefficienti di dose per i lavoratori, nel caso in cui essi risultino meglio adeguati.

f) TITOLO VI

Principi fondamentali di protezione operativa dei lavoratori, degli apprendisti e degli studenti esposti, per le varie prassi

Articolo 17

Coerentemente con la Direttiva 89/391/CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, sull'introduzione di provvedimenti destinati ad incoraggiare l'attuazione di miglioramenti nel campo della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro¹¹, l'articolo 17(a) richiede una valutazione preliminare del rischio radiologico per i lavoratori esposti. Questo dev'essere visto come il primo passo sulla via dell'identificazione dei provvedimenti di protezione richiesti, compresa la classificazione dei luoghi di lavoro e dei lavoratori.

L'articolo 17(b), che tratta della classificazione dei posti di lavoro nei vari settori, introduce il concetto di "esposizioni potenziali", secondo la definizione dell'articolo 1. Un esempio di esposizioni potenziali sono quelle che risultano dal mancato funzionamento di un sistema di bloccaggio che impedisce l'accesso al fascio di radiazioni, in un impianto di irraggiamento.

¹¹ G.U. L. 183, 29.6.1989, pag. 1.

Le esposizioni che ne derivano, qualora si verifichi un fatto del genere, devono essere considerate accidentali. Le esposizioni che dipendono da eventi i quali hanno una probabilità relativamente elevata di verificarsi e che contribuiscono ad aumentare solo di poco le dosi inerenti alle normali condizioni di lavoro, possono essere considerate la risultante di queste ultime. Un esempio di questo tipo di esposizioni può essere un errore di manipolazione con conseguente dispersione di un radiofarmaco in un laboratorio di medicina nucleare.

Articoli 18-20

Questi articoli indicano le norme di applicazione dell'articolo 17. L'articolo 18 (2) stabilisce che sia fatta una distinzione fra "zone controllate" e "zone sorvegliate". Questa distinzione è soprattutto un problema di gestione e tende a facilitare l'organizzazione pratica della radioprotezione in proporzione al rischio radiologico. Essa richiama anche l'attenzione dei lavoratori sulle condizioni particolari del luogo di lavoro e li rende consapevoli delle loro responsabilità nei confronti della radioprotezione.

Si dovranno delimitare zone controllate nei casi in cui i lavoratori devono rispettare norme specificatamente in rapporto alla radioprotezione invece che semplicemente sulla base di una determinata frazione del limite di dose. Norme speciali vanno stabilite sulla base di considerazioni di rischio radiologico che comprenderanno la dose prevista per i lavoratori, la possibile diffusione di contaminazione e le esposizioni potenziali.

La Direttiva non prevede che una zona controllata debba essere circondata da una zona sorvegliata, né prevede che le zone sorvegliate esistano unicamente lungo il confine di quelle controllate.

Articolo 21

La classificazione dei lavoratori esposti di categoria A e categoria B viene mantenuta. Essa intende semplificare l'organizzazione del lavoro e garantire che i lavoratori siano consapevoli sia del loro stato sia delle probabili condizioni sul loro posto di lavoro. Ciò contribuisce inoltre a garantire che le disposizioni di radioprotezione per i lavoratori sono appropriate al rischio collegato con il loro lavoro e con le loro condizioni di lavoro.

Articolo 28

La Direttiva stabilisce che sia predisposto un libretto contenente i risultati della sorveglianza individuale, solamente per i lavoratori della categoria A. Gli Stati membri hanno comunque facoltà di registrare i dati anche per altre persone che fanno oggetto di una sorveglianza individuale.

Il registro delle dosi individuali dovrà recare indicazioni sulle dosi stimate o misurate, distinguendole come segue:

- quelle ricevute a seguito dell'esposizione normale (articolo 25),
- quelle ricevute a seguito di esposizioni soggette ad autorizzazioni speciali (articolo 12),
- quelle dovute a incidenti (articolo 26),
- quelle ricevute in caso di esposizioni di emergenza (articolo 27) e,

- quelle ricevute da sorgenti radioattive naturali, in un'attività lavorativa identificata (articolo 41), qualora gli Stati membri lo decidano.

Il libretto in cui sono annotate le dosi individuali dovrà anche riferire le circostanze relative ad un'esposizione accidentale o di emergenza, nonché le azioni intraprese (articolo 28 (2) (b)).

Come specificato all'articolo 34, sarà costituito per ciascun lavoratore della categoria A un libretto sanitario.

Articolo 29

L'articolo 29 (2) specifica che spetta agli Stati membri stabilire le modalità con cui comunicare i risultati della sorveglianza individuale, in base alle norme nazionali che riguardano la riservatezza dei dati e la protezione della vita privata.

Articoli 31-37

Uno degli obiettivi della sorveglianza medica consiste nel garantire che il lavoratore sia e continui ad essere medicalmente idoneo a svolgere le proprie mansioni. Il medico autorizzato ad eseguire la sorveglianza deve pertanto disporre di tutte le informazioni utili riguardo alle mansioni lavorative e alle condizioni in cui esse sono svolte.

La natura delle visite periodiche dipenderà dal tipo di lavoro svolto e dalle condizioni di salute del lavoratore.

Ad esempio, potranno essere prese precauzioni particolari in situazioni quali le seguenti:

- se i lavoratori devono impiegare attrezzature di protezione respiratoria,
- se i lavoratori che manifestano malattie o lesioni alla pelle devono maneggiare sostanze radioattive che non siano sotto forma di sorgenti sigillate,
- se è noto che i lavoratori in causa manifestano disturbi psicologici.

g) TITOLO VII

Aumento significativo dell'esposizione dovuta a sorgenti di radiazioni naturali

Articoli 40-42

In taluni casi, l'esposizione dei lavoratori e degli individui della popolazione alle sorgenti di radiazioni naturali per motivi di lavoro, è sufficientemente elevata da giustificare l'introduzione di misure di protezione contro le radiazioni, allo scopo di assicurarne la sorveglianza, il controllo e la riduzione. Come esempio possiamo citare l'esposizione al radon in posti di lavoro identificati. Un altro esempio è l'esposizione dovuta all'attività lavorativa con grandi quantità di materiali con concentrazioni di attività significativamente al di sopra dei livelli normali dei radionuclidi naturali presenti nella crosta terrestre. I materiali ad elevate concentrazioni di attività comprendono: le rocce fosfatiche, le terre rare, le concrezioni e i residui derivanti dalle attività industriali nel settore del petrolio e del gas. Il potenziale per

applicare misure di protezione in rapporto alle esposizioni di questo tipo varia in modo considerevole tra gli Stati membri a seconda, ad esempio, delle condizioni di lavoro e all'interno di ciascuno di essi, per cui la Direttiva lascia un ampio margine di discrezionalità agli Stati membri, per quanto riguarda le azioni da intraprendere.

La Direttiva istituisce un sistema articolato in quattro fasi per trattare l'esposizione alle sorgenti naturali di radiazioni:

- i) l'uso di indagini o l'attuazione di mezzi adeguati allo scopo di identificare le attività lavorative che possono comportare un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori o della popolazione;
- ii) l'istituzione di mezzi adeguati per la sorveglianza delle esposizioni e la valutazione delle dosi relative nei posti di lavoro preventivamente identificati;
- iii) l'attuazione, se necessario, di azioni correttive destinate a ridurre l'esposizione e
- iv) l'applicazione totale o parziale, se necessario, delle misure di protezione contro le radiazioni applicabili alle pratiche (titoli III, IV, V, VI e VIII).

Una guida per l'attuazione del titolo VII della Direttiva riguardante un aumento significativo dell'esposizione dovuta alle sorgenti di radiazioni naturali, preparata con l'appoggio del gruppo di esperti scientifici di cui all'articolo 31 del Trattato Euratom¹², è stata pubblicata dalla Commissione

Essa riguarda anche la protezione degli equipaggi degli aeromobili.

i) TITOLO IX

Intervento

Articoli 48-53

Una delle modifiche principali introdotte dalla Direttiva è la chiara distinzione tra pratiche e interventi. Pertanto, il titolo IX comprende una sezione sulle varie fasi di intervento in caso di emergenza radiologica.

- considerazione preventiva di una possibile emergenza radiologica;
- preparazione preventiva dell'intervento;
- attuazione dell'intervento, qualora si verifichi una situazione di emergenza.

¹² Radioprotezione No 88: Raccomandazioni per l'attuazione del titolo VII della direttiva europea che stabilisce le norme fondamentali, riguardante un aumento significativo dell'esposizione dovuta alle sorgenti di radiazioni naturali, Lussemburgo 1997.

L'articolo 48 (2) stabilisce i principi della radioprotezione per gli interventi. Esso chiarisce che i limiti di dose stabiliti per le pratiche non si applicano agli interventi, ma sono in genere appropriati per il personale addetto agli interventi. I livelli di intervento fissati dalle competenti autorità costituiscono indicazioni quanto alle situazioni per cui è consigliabile un intervento.

Soprattutto a seguito dell'incidente di Cernobyl, sono state adottate dalla Comunità diverse misure in relazione a possibili emergenze radiologiche:

- regolamenti che stabiliscono i livelli massimi di contaminazione radioattiva per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di incidente nucleare o in qualunque altro caso di emergenza radiologica, compreso un regolamento del Consiglio sulle condizioni speciali di esportazione di generi alimentari e alimenti per animali in caso di incidente nucleare o in qualunque altro caso di emergenza radiologica¹³;
- decisione del Consiglio riguardante le modalità comunitarie di uno scambio rapido di informazioni in caso di emergenza radiologica¹⁴;
- direttiva del Consiglio riguardante l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radiologica¹⁵.

Conformemente alle conclusioni del Consiglio del 27 novembre 1989, gli esperti degli Stati membri si incontrano regolarmente per discutere i temi della cooperazione tra gli Stati membri in caso di emergenza radiologica.

La Commissione, con l'appoggio del gruppo di esperti di cui all'articolo 31 del Trattato Euratom, ha elaborato guide sui principi di protezione radiologica per la ricollocazione e il ritorno delle persone in caso di liberazioni accidentali di materiali radioattivi¹⁶ e sui principi di protezione radiologica in rapporto alle contromisure di emergenza destinate a proteggere il pubblico in caso di liberazioni accidentali di materiali radioattivi¹⁷.

¹³ Regolamento (Euratom) n. 3954/87 del Consiglio (GU L 371, 30.12.1987, pag. 11), modificato dal regolamento (Euratom) n. 2218/89 (GU L 211, 22.7.1989, pag. 1) del Consiglio, regolamento (Euratom) n. 944/89 (GU L 101, 13.4.1989, pag. 17) della Commissione, regolamento (CEE) n. 2219/89 (GU L 211, 22.7.1989, pag. 4) del Consiglio, regolamento (Euratom) n. 770/90 (GU L 83, 30.3.1990, pag. 78) della Commissione.

¹⁴ GU L 371, 30.12.1987, pag. 76.

¹⁵ GU L 357, 7.12.1989, pag. 31. Si veda anche la comunicazione della Commissione relativa all'attuazione della direttiva 89/618/Euratom del Consiglio, del 27 novembre 1989, concernente l'informazione della popolazione sulle misure di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radioattiva.

¹⁶ Radioprotezione No 64: principi di protezione radiologica per la ricollocazione e il ritorno delle persone in caso di liberazioni accidentali di materiali radioattivi, Lussemburgo 1993.

¹⁷ Radioprotezione No 87: principi di protezione radiologica in rapporto alle contromisure di emergenza destinate a proteggere il pubblico in caso di liberazioni accidentali di materiali radioattivi, Lussemburgo 1997.

Il titolo IX sottolinea anche l'importanza della cooperazione internazionale al fine di assicurare la protezione della popolazione interessata in caso di emergenze radiologiche e definisce norme per gli Stati membri. Questi provvedimenti integrano gli obblighi che derivano da due convenzioni internazionali adottate nel 1986, che trattano rispettivamente la notifica tempestiva di un incidente nucleare e la reciproca assistenza qualora si verifichi tale tipo di incidenti. Entrambe le convenzioni sono state firmate da tutti gli Stati membri¹⁸.

L'articolo 49 riguarda le esposizioni potenziali. Tale concetto viene utilizzato essenzialmente in fase di prevenzione.

L'articolo 53 riguarda le esposizioni prolungate dovute agli effetti di un'emergenza radiologica o di una pratica passata.

j) TITOLO X

Disposizioni finali

Articolo 54

Conformemente all'articolo 33(3) del Trattato Euratom, gli Stati membri sono tenuti a comunicare alla Commissione qualsiasi progetto legislativo, regolamento e disposizione amministrativa intesa a garantire il rispetto delle norme fondamentali di sicurezza¹⁹.

In conseguenza dell'articolo 54 della Direttiva, qualora uno Stato membro adotti limiti di dose più rigorosi di quelli fissati dalla Direttiva, è tenuto a informarne gli altri Stati membri. La Commissione è normalmente informata ai sensi dell'articolo 33 del Trattato.

¹⁸ ad eccezione del Lussemburgo che non ha né firmato, né ratificato la Convenzione sull'assistenza reciproca.

¹⁹ Cfr. Raccomandazione della Commissione del 26 luglio 1991 sul terzo e quarto paragrafo dell'articolo 33 del Trattato Euratom (GU n. L 238 del 27.8.91, pag. 31).

Allegati alla direttiva

Allegato I alla direttiva

I livelli di esenzione indicati in questo allegato sono calcolati in base a scenari, vie di contaminazione e formule presentate in una relazione pubblicata dalla Commissione²⁰.

Allegato II

I valori e i rapporti indicati nell'allegato II per le radiazioni esterne sono quelli richiesti per le grandezze di protezione definite dalla Commissione internazionale per la protezione radiologica, nella pubblicazione 60 e dalla Commissione internazionale per le unità e misure delle radiazioni, nella relazione 51.

Durante l'elaborazione della Direttiva, l'ICRP ha introdotto alcuni piccoli mutamenti nella composizione di alcuni tessuti e organi usati per determinare la dose efficace, in specie per quanto riguarda il colon e i rimanenti tessuti e organi*. Le autorità competenti possono autorizzare l'uso degli orientamenti aggiornati dell'ICRP come metodo equivalente ai sensi dell'articolo 15.

I limiti di dose indicati nella Direttiva sono espressi in termini di dose efficace e di dose equivalente. L'esigenza di disporre di quantità misurabili tali da poter essere poste in relazione a queste grandezze di protezione ha condotto allo sviluppo di grandezze operative. Le grandezze operative per la sorveglianza ambientale sono l'equivalente di dose ambientale e l'equivalente di dose direzionale. La grandezza operativa da impiegarsi nella sorveglianza individuale è l'equivalente di dose personale ad una profondità determinata.

Allegato III

Nella Direttiva le prescrizioni in materia di dose si applicano alla somma delle dosi derivanti da esposizione esterna e interna. Nel caso dell'esposizione interna, il calcolo si basa sull'uso dei coefficienti di dose che rappresentano la dose efficace impegnata per unità di assunzione del relativo radionuclide. Le tabelle dell'allegato III forniscono i coefficienti di dose appropriati per i lavoratori e gli individui della popolazione. Essi si basano su parametri che si applicano in modo generale. La Direttiva consente alle autorità competenti di usare altri metodi equivalenti. Ad esempio, quando sia disponibile l'informazione sul reale comportamento chimico, fisico o biologico di una particolare forma di radionuclide, le autorità competenti possono autorizzare l'uso di coefficienti di dose specificamente derivati.

I limiti annuali di introduzione (ALI) non sono più usati nella Direttiva. Se del caso, essi possono essere derivati dai coefficienti di dose e dai limiti di dose applicabili.

I coefficienti di dose dell'allegato III sono estratti dalla pubblicazione ICRP 68 (per i lavoratori) e dalla pubblicazione ICRP 72 (per gli individui della popolazione).

²⁰ Radioprotezione N° 65: Principi e metodi per stabilire concentrazioni e quantità al disotto delle quali la notifica non è richiesta dalla direttiva europea (valori di esenzione), Lussemburgo 1993.

Publicazione ICRP N° 67: Dosi per le persone del pubblico risultanti dall'assunzione di radionuclidi, in funzione dell'età: Parte 2. Annali dell'ICRP, Volume 23, Parte 3-4.

I coefficienti di dose per inalazione per i lavoratori sono indicati sia per 1 micrometro (μm) (AMAD) sia per 5 μm (AMAD). L'orientamento dell'ICRP è che il valore di sostituzione per AMAD è di 5 μm e tale valore dev'essere usato in assenza di informazioni specifiche. I coefficienti di dose per inalazione per gli individui della popolazione sono basati su 1 μm (AMAD). Per quanto riguarda l'inalazione da parte dei lavoratori, i materiali catalogati nelle classi di assorbimento polmonare D, W e Y (giorni, settimane ed anni, indicazioni del tempo di residenza) di cui alla pubblicazione n. 30 dell'ICRP sono stati posti in relazione ai tipi di assorbimento polmonare F, M e S (fast = rapido, moderate = moderato e slow = lento) di cui al modello dell'ICRP che figura nella pubblicazione n. 66.

In allegato II alla presente Comunicazione vengono fornite tre tabelle relative alla valutazione delle dosi da inalazione o da esposizione a gas inerti.

La tabella 1 indica le pubblicazioni dell'ICRP che sono fonti di informazione per quanto riguarda i tipi di assorbimento polmonare e i modelli biocinetici per l'attività sistematica usata per il calcolo dei coefficienti di cui alla tabella B dell'allegato III della Direttiva: Per alcuni elementi è stato adottato il tipo di assorbimento polmonare G, che si riferisce alla loro occorrenza nelle forme chimiche specifiche, sotto forma di gas e vapori solubili o reattivi. I corrispondenti coefficienti di dose per i gas e i vapori solubili o reattivi per le varie classi di età sono forniti in tabella 2. I valori per gli adulti si applicano sia per i lavoratori, sia per gli individui della popolazione, per cui la tabella integra l'elenco delle forme chimiche per le quali sono indicati nella tabella (C.2) dell'allegato III i coefficienti di dose per i lavoratori.

La tabella 3 fornisce le dosi efficaci per l'esposizione degli adulti ai gas inerti. Per la maggior parte dei nuclidi l'esposizione interna ai gas inerti assorbiti nei tessuti del corpo o contenuti nei polmoni risulta trascurabile se paragonata all'esposizione esterna della pelle e di altri organi quando una persona è immersa in un gas radioattivo. Pertanto, i coefficienti di dose che si applicano ai lavoratori e agli individui della popolazione sono espressi per unità integrata di concentrazione nell'aria. Le dosi da esposizione a radon (radon-222) e toron (radon-220) derivano principalmente dall'inalazione dei loro prodotti di filiazione di breve periodo, e i dati relativi vengono forniti al paragrafo C dell'allegato III della Direttiva. Pertanto, i dati relativi ai radionuclidi progenitori (radon e toron) non sono stati inclusi nella tabella 3.

Allegati: Allegato I e Allegato II

FORMAZIONE DI BASE E FORMAZIONE DI PERFEZIONAMENTO PER GLI ESPERTI QUALIFICATI

1. INTRODUZIONE

Scopo dell'allegato è fornire orientamenti sulla formazione e l'esperienza dell'"esperto qualificato" come definito all'articolo 1 della direttiva e citato agli articoli 12, 19, 20, 23, 38 e 47.

Dalla rassegna condotta dalla Commissione è emersa un'ampia diversità negli approcci degli Stati membri in materia di formazione e di qualifiche necessarie per il riconoscimento di un esperto qualificato.

Si conclude tuttavia che non è possibile fornire una serie concordata di requisiti armonizzati per tali esperti. Un approccio alternativo, adottato nel presente allegato, è quello di proporre un programma di base di formazione che tutti gli esperti qualificati devono aver ricevuto. Le qualifiche e la formazione precedenti possono già aver coperto parte o tutto questo programma

L'approfondimento di questo programma dipenderà dal livello e dalla complessità della consulenza attesa dall'esperto qualificato, che è in generale legata al loro livello di coinvolgimento. Si propone tuttavia che taluni argomenti siano coperti in modo più dettagliato per applicazioni specifiche. Sono stati inoltre identificati argomenti integrativi che vengono raccomandati per cinque settori specifici, ad esempio: impianti nucleari, industrie in genere, ricerca e formazione, applicazioni mediche, acceleratori.

La formazione di per sé stessa non è sufficiente, ma deve essere integrata da un'esperienza pratica appropriata, la cui durata dipenderà dalla complessità del settore di lavoro. Non è possibile raccomandare una durata specifica sia per la formazione sia per l'esperienza pratica necessaria, poiché dalle indagini effettuate emerge una grande diversità di pratiche attuate nei vari Stati membri.

2. PROGRAMMA DI BASE PER L'ESPERTO QUALIFICATO IN MATERIA DI RADIOPROTEZIONE

L'approfondimento delle materie contenute nel programma dipenderà dal livello di consulenza/input atteso dall'esperto qualificato.

FISICA NUCLEARE E FISICA ATOMICA DI BASE

BIOLOGIA DI BASE

INTERAZIONE DELLA RADIAZIONE CON LA MATERIA

EFFETTI BIOLOGICI DELLA RADIAZIONE

METODI DI RIVELAZIONE E DI MISURAZIONE
(includere le incertezze e i limiti di rivelazione)

QUANTITÀ E UNITÀ DI MISURA (inclusa la dosimetria alla base della regolamentazione delle quantità)

PRINCIPI FONDAMENTALI DELLE NORME DI RADIOPROTEZIONE
(esempio: epidemiologia, ipotesi lineare degli effetti stocastici, effetti deterministici)

PRINCIPI ICRP:

- Giustificazione
- Ottimizzazione
- Limitazioni di dose

PRATICHE E INTERVENTI (inclusa la radiazione naturale, in specie il radon)

BASI GIURIDICHE E NORMATIVE:

- Raccomandazioni/convenzioni internazionali
- Legislazione dell'Unione europea
- Legislazione e regolamentazione nazionale (includere le autorità competenti)

RADIOPROTEZIONE OPERATIVA:

- Tipi di sorgenti (sorgenti sigillate, sorgenti non sigillate, unità a raggi X e acceleratori)
- Valutazione dei rischi e dei pericoli (incluso l'impatto ambientale)
- Riduzione dei rischi
- Controllo delle emissioni
- Monitoraggio
- Monitoraggio della zona
- Dosimetria personale (esterna, in tempo reale e interna)
- Monitoraggio biologico
- Concetto di gruppo critico/calcolo di dose per gruppo critico
- Ergonomia (esempio: progettazione conviviale e assetto della strumentazione)
- Norme operative e pianificazione per le emergenze
- Procedure di emergenza
- Azioni correttive/decontaminazione
- Analisi degli infortuni passati e retroazione derivata dall'esperienza

ORGANIZZAZIONE DELLA RADIOPROTEZIONE:

- Ruolo degli esperti qualificati
- Cultura in materia di sicurezza (importanza del comportamento umano)
- Abilità a comunicare (abilità e capacità di instillare una cultura di sicurezza negli altri)
- Registrazione (fonti, dosi, eventi anomali ...)
- Permessi di lavoro e altre autorizzazioni
- Definizione delle zone e classificazione dei lavoratori
- Controllo qualità/audit
- Relazioni con gli imprenditori

GESTIONE DEI RESIDUI

- Principi di gestione
- Principi dell'eliminazione dei rifiuti

TRASPORTO

LAVORO /ESERCITAZIONI PRATICHE

(esempio: monitoraggio, tecniche di laboratorio, gestione delle emergenze ...)

3. MATERIE SUPPLEMENTARI

La copertura di taluni argomenti, selezionati come idonei nell'elenco che segue deve essere ulteriormente approfondita a seconda dei fabbisogni specifici:

CULTURA DELLA SICUREZZA

TECNICHE DI OTTIMIZZAZIONE

STRUMENTAZIONE DI FISICA SANITARIA

- Taratura e collaudo degli strumenti
- Limitazione degli strumenti e tecniche

DOSIMETRIA ESTERNA

DOSIMETRIA INTERNA

(inclusa la dosimetria per radionuclidi specifici, molecole complesse ...)

MONITORAGGIO DEL POSTO DI LAVORO

PROBLEMI SPECIALI DI DECONTAMINAZIONE

CONTENIMENTO/FILTRAZIONE

FISIOLOGIA SPECIFICA DELL'INALAZIONE E DELL'INGESTIONE

MISURE DI PROTEZIONE CONTRO L'INCORPORAZIONE

DESIGNAZIONE E CONTROLLO DELLE AREE

PROGETTAZIONE E CALCOLI DI SCHERMATURA

MONITORAGGIO AMBIENTALE

(gruppo critico e impatto ambientale delle emissioni)

INFORTUNI POTENZIALI

PROCEDURE D'EMERGENZA E D'INTERVENTO

GESTIONE DEI RESIDUI

DISATTIVAZIONE

TRASPORTO

4. ARGOMENTI SUPPLEMENTARI RACCOMANDATI PER AREE SPECIFICHE

4.1 IMPIANTI NUCLEARI (inclusi impianti di ricerca)

Formazione di base supplementare:

- processo e prodotti di fissione e di fusione
- ingegneria dei reattori
- neutroni (proprietà, rivelazione)
- criticità
- trattamento del combustibile impoverito

Formazione supplementare specifica per la fabbricazione del combustibile:

- tossicità e problemi di misurazione associati agli elementi di alto numero atomico

Formazione specifica supplementare per il trattamento del combustibile e la gestione dei residui:

- chimica del processo
- telemanipolazione
- problemi specifici dello stoccaggio del combustibile e della gestione dei residui

4.2 INDUSTRIA IN GENERE

a. Uso delle sorgenti sigillate

- Problemi specifici:
 - controllo dell'accesso in località periferica
 - trasporto (esempio: radiografia del sito, sorgenti mobili)
 - esposizione accidentale di lavoratori non addetti a lavori comportanti esposizione
 - cultura della sicurezza (esempio: corretta manipolazione)
- rischi potenziali di sorgenti specifiche sigillate

- esempi pratici di infortuni/cattivo utilizzo che si sono verificati

b. Uso di sorgenti non sigillate

- Rischi legati alla produzione e all'uso di isotopi (incluso l'uso accidentale)
- aspetti speciali della gestione dei residui (incluse emissioni liquide e nell'atmosfera)
- rischi specifici associati alla radiazione naturale

4.3 RICERCA E FORMAZIONE

- Rischi potenziali incontrati dai ricercatori e dagli insegnanti
- Progettazione di esperimenti (comprensione della)
- Acceleratori (problemi specifici dell'ambiente della ricerca/formazione)
- Problemi specifici ai raggi X (esempio: cristallografia)
- Rischi legati alla produzione e all'uso di isotopi (incluso l'uso accidentale)

4.4 APPLICAZIONI MEDICHE

- Tipi e uso di procedure e attrezzature diverse di diagnostica e di terapeutica
- Sensibilizzazione alla protezione del paziente, in particolare legislazione dell'Unione europea in materia di radioprotezione nel quadro delle esposizioni di ordine medico, incluse le disposizioni relative alle esposizioni potenziali e alle attrezzature
- Problemi specifici del controllo dell'esposizione
 - personale
 - visitatori/pubblico
- Gestione dei rifiuti di ospedali
- Progettazione di impianti speciali (esempio: locali per scopi specifici)

4.5 ACCELERATORI

- Problemi speciali della rivelazione/misurazione della radiazione (risposta degli strumenti)
- Controllo dell'accesso
- Problemi specifici legati alla progettazione e alla schermatura per gli acceleratori.

Tabella 1: Tipi¹ di assorbimento polmonare impiegati per il calcolo dei coefficienti di dose da inalazione per gli individui della popolazione esposti a dispersioni di particelle o a gas e vapori

Elemento	Tipo/i di assorbimento	N. pubblicazione ICRP per dettagli del modello biocinetico e del/dei tipo/i di assorbimento
Idrogeno	F, M*, S, G	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Berillio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Carbonio	F, M*, S, G	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Fluoro	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Sodio	F	Pubblicazione 30, parte 2
Magnesio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Alluminio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Silicio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Fosforo	F, M	Pubblicazione 30, parte 1
Zolfo	F, M*, S, G	Pubblicazioni 67 e 71
Cloro	F, M	Pubblicazione 30, parte 2
Potassio	F	Pubblicazione 30, parte 2
Calcio	F, M, S	Pubblicazione 71
Scandio	S	Pubblicazione 30, parte 3
Titanio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Vanadio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Cromo	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Manganese	F, M	Pubblicazione 30, parte 1
Ferro	F, M*, S	Pubblicazioni 69 e 71
Cobalto	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Nickel	F, M*, S, G	Pubblicazioni 67 e 71
Rame	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Zinco	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Gallio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3

¹ Dispersione di particelle: rapido, moderato, lento (F, M, S), gas e vapori (G)

* Tipo di assorbimento raccomandato in sostituzione del valore mancante per dispersioni di particelle per le quali mancano informazioni specifiche (cfr. pubblicazione n. 71 dell'ICRP).

Elemento	Tipo/i di assorbimento	N. pubblicazione ICRP per dettagli del modello biocinetico e del/dei tipo/i di assorbimento
Germanio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Arsenico	M	Pubblicazione 30, parte 3
Selenio	F*, M, S	Pubblicazioni 69 e 71
Bromo	F, M	Pubblicazione 30, parte 2
Rubidio	F	Pubblicazione 30, parte 2
Stronzio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Ittrio	M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Zirconio	F, M*, S	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Niobio	F, M*, S	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Molibdeno	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Tecnezio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Rutenio	F, M*, S, G	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Rodio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Palladio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Argento	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Cadmio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Indio	F, M	Pubblicazione 30, parte 2
Stagno	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Antimonio	F, M*, S	Pubblicazioni 69 e 71
Tellurio	F, M*, S, G	Pubblicazioni 67 e 71
Iodio	F*, M, S, G	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Cesio	F*, M, S	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Bario	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Lantanio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Cerio	F, M*, S	Pubblicazioni 56, 67 e 71
Praseodimio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Neodimio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Prometio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Samario	M	Pubblicazione 30, parte 3
Europio	M	Pubblicazione 30, parte 3

Elemento	Tipo/i di assorbimento	N. pubblicazione ICRP per dettagli del modello biocinetico e del/dei tipo/i di assorbimento
Gadolinio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Terbio	M	Pubblicazione 30, parte 3
Disproso	M	Pubblicazione 30, parte 3
Olmio	M	Pubblicazione 30, parte 3
Erbio	M	Pubblicazione 30, parte 3
Tulio	M	Pubblicazione 30, parte 3
Itterbio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Lutezio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Afnio	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Tantalio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Tungsteno	F	Pubblicazione 30, parte 3
Renio	F, M	Pubblicazione 30, parte 2
Osmio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Iridio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Platino	F	Pubblicazione 30, parte 3
Oro	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 2
Mercurio	F, M, G	Pubblicazione 30, parte 2
Tallio	F	Pubblicazione 30, parte 3
Piombo	F, M*, S, G	Pubblicazioni 67 e 71
Bismuto	F, M	Pubblicazione 30, parte 2
Polonio	F, M*, S, G	Pubblicazioni 67 e 71
Astato	F, M	Pubblicazione 30, parte 3
Francio	F	Pubblicazione 30, parte 3
Radio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Attinio	F, M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Torio	F, M, S*	Pubblicazioni 69 e 71
Protattinio	M, S	Pubblicazione 30, parte 3
Uranio	F, M*, S	Pubblicazioni 69 e 71
Nettunio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Plutonio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71
Americio	F, M*, S	Pubblicazioni 67 e 71

Elemento	Tipo/i di assorbimento	N. pubblicazione ICRP per dettagli del modello biocinetico e del/dei tipo/i di assorbimento
Curio	F, M ⁺ , S	Pubblicazione 71
Berchelio	M	Pubblicazione 30, parte 4
Californio	M	Pubblicazione 30, parte 4
Einsteinio	M	Pubblicazione 30, parte 4
Fermio	M	Pubblicazione 30, parte 4
Mendelevio	M	Pubblicazione 30, parte 4

Tabella 2: Dose efficace impegnata per unità di assunzione tramite inalazione (Sv Bq⁻¹) per gas e vapori solubili o reattivi

Nuclide	Semiperiodo fisico	Assorbimento	% deposito	Età ≤ 1 a		f ₁ per g > 1 a	Età 1-2a h(g)	2-7a h(g)	7-12a h(g)	12-17a h(g)	≥17a h(g) ^a
				f ₁	h(g)						
Acqua tritiata	12.3 a	V ¹	100	1.000	6.4 10 ⁻¹¹	1.000	4.8 10 ⁻¹¹	3.1 10 ⁻¹¹	2.3 10 ⁻¹¹	1.8 10 ⁻¹¹	1.8 10 ⁻¹¹
Idrogeno elementare	12.3 a	V	0.01	1.000	6.4 10 ⁻¹⁵	1.000	4.8 10 ⁻¹⁵	3.1 10 ⁻¹⁵	2.3 10 ⁻¹⁵	1.8 10 ⁻¹⁵	1.8 10 ⁻¹⁵
Metano tritiato	12.3 a	V	1	1.000	6.4 10 ⁻¹³	1.000	4.8 10 ⁻¹³	3.1 10 ⁻¹³	2.3 10 ⁻¹³	1.8 10 ⁻¹³	1.8 10 ⁻¹³
Tritio a legame organico	12.3 a	V	100	1.000	1.1 10 ⁻¹⁰	1.000	1.1 10 ⁻¹⁰	7.0 10 ⁻¹¹	5.5 10 ⁻¹¹	4.1 10 ⁻¹¹	4.1 10 ⁻¹¹
Vapori di carbonio 11	0.340 h	V	100	1.000	2.8 10 ⁻¹¹	1.000	1.8 10 ⁻¹¹	9.7 10 ⁻¹²	6.1 10 ⁻¹²	3.8 10 ⁻¹²	3.2 10 ⁻¹²
Biossido di carbonio 11	0.340 h	V	100	1.000	1.8 10 ⁻¹¹	1.000	1.2 10 ⁻¹¹	6.5 10 ⁻¹²	4.1 10 ⁻¹²	2.5 10 ⁻¹²	2.2 10 ⁻¹²
Monossido di carbonio 11	0.340 h	V	40	1.000	1.0 10 ⁻¹¹	1.000	6.7 10 ⁻¹²	3.5 10 ⁻¹²	2.2 10 ⁻¹²	1.4 10 ⁻¹²	1.2 10 ⁻¹²
Vapori di carbonio 14	5.73 10 ¹ a	V	100	1.000	1.3 10 ⁻⁹	1.000	1.6 10 ⁻⁹	9.7 10 ⁻¹⁰	7.9 10 ⁻¹⁰	5.7 10 ⁻¹⁰	5.8 10 ⁻¹⁰
Biossido di carbonio 14	5.73 10 ³ a	V	100	1.000	1.9 10 ⁻¹¹	1.000	1.9 10 ⁻¹¹	1.1 10 ⁻¹¹	8.9 10 ⁻¹²	6.3 10 ⁻¹²	6.2 10 ⁻¹²
Monossido di carbonio 14	5.73 10 ³ a	V	40	1.000	9.1 10 ⁻¹²	1.000	5.7 10 ⁻¹²	2.8 10 ⁻¹²	1.7 10 ⁻¹²	9.9 10 ⁻¹³	8.0 10 ⁻¹³
Bisolfuro di carbonio 35	87.4 d	F	100	1.000	6.9 10 ⁻⁹	0.800	4.8 10 ⁻⁹	2.4 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹	8.6 10 ⁻¹⁰	7.0 10 ⁻¹⁰
Biossido di zolfo 35	87.4 d	F	85	1.000	9.4 10 ⁻¹⁰	0.800	6.6 10 ⁻¹⁰	3.4 10 ⁻¹⁰	2.1 10 ⁻¹⁰	1.3 10 ⁻¹⁰	1.1 10 ⁻¹⁰
Carbonile di nickel 56	6.10 d	b ²	100	1.000	6.8 10 ⁻⁹	1.000	5.2 10 ⁻⁹	3.2 10 ⁻⁹	2.1 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹	1.2 10 ⁻⁹
Carbonile di nickel 57	1.50 d	b ²	100	1.000	3.1 10 ⁻⁹	1.000	2.3 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹	9.2 10 ⁻¹⁰	6.5 10 ⁻¹⁰	5.6 10 ⁻¹⁰
Carbonile di nickel 59	0 10 ⁴ a	b ²	100	1.000	4.0 10 ⁻⁹	1.000	3.3 10 ⁻⁹	2.0 10 ⁻⁹	1.3 10 ⁻⁹	9.1 10 ⁻¹⁰	8.3 10 ⁻¹⁰
Carbonile di nickel 63	96.0 a	b ²	100	1.000	9.5 10 ⁻⁹	1.000	8.0 10 ⁻⁹	4.8 10 ⁻⁹	3.0 10 ⁻⁹	2.2 10 ⁻⁹	2.0 10 ⁻⁹
Carbonile di nickel 65	2.52 h	b ²	100	1.000	2.0 10 ⁻⁹	1.000	1.4 10 ⁻⁹	8.1 10 ⁻¹⁰	5.6 10 ⁻¹⁰	4.0 10 ⁻¹⁰	3.6 10 ⁻¹⁰
Carbonile di nickel 66	2.27 d	b ²	100	1.000	1.0 10 ⁻⁸	1.000	7.1 10 ⁻⁹	4.0 10 ⁻⁹	2.7 10 ⁻⁹	1.8 10 ⁻⁹	1.6 10 ⁻⁹
Tetrossido di rutenio 94	0.863 h	F	100	0.100	5.5 10 ⁻¹⁰	0.050	3.5 10 ⁻¹⁰	1.8 10 ⁻¹⁰	1.1 10 ⁻¹⁰	7.0 10 ⁻¹¹	5.6 10 ⁻¹¹

¹ V: Assorbimento molto rapido

² cfr. sezione 5.6 della pubblicazione n. 71 dell'ICRP

a) applicabile sia ai lavoratori che alla popolazione adulta in generale

Tabella 2: Dose efficace impegnata per unità di assunzione tramite inalazione (Sv Bq⁻¹) per gas e vapori solubili o reattivi

Nuclide	Semiperiodo fisico	Assorbimento	% deposito	Età ≤ 1 a		f ₁ per g > 1 a	Età 1-2a h(g)	2-7a h(g)	7-12a h(g)	12-17a h(g)	≥17a h(g) ^a
				f ₁	h(g)						
Tetraossido di rutenio 97	2.90 d	F	100	0.100	8.7 10 ⁻¹⁰	0.050	6.2 10 ⁻¹⁰	3.4 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰	1.4 10 ⁻¹⁰	1.2 10 ⁻¹⁰
Tetraossido di rutenio 103	39.3 d	F	100	0.100	9.0 10 ⁻⁹	0.050	6.2 10 ⁻⁹	3.3 10 ⁻⁹	2.1 10 ⁻⁹	1.3 10 ⁻⁹	1.1 10 ⁻⁹
Tetraossido di rutenio 105	4.44 h	F	100	0.100	1.6 10 ⁻⁹	0.050	1.0 10 ⁻⁹	5.3 10 ⁻¹⁰	3.2 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰	1.8 10 ⁻¹⁰
Tetraossido di rutenio 106	1.01 a	F	100	0.100	1.6 10 ⁻⁷	0.050	1.1 10 ⁻⁷	6.1 10 ⁻⁸	3.7 10 ⁻⁸	2.2 10 ⁻⁸	1.8 10 ⁻⁸
Vapori di tellurio 116	2.49 h	F	100	0.600	5.9 10 ⁻¹⁰	0.300	4.4 10 ⁻¹⁰	2.5 10 ⁻¹⁰	1.6 10 ⁻¹⁰	1.1 10 ⁻¹⁰	8.7 10 ⁻¹¹
Vapori di tellurio 121	17.0 d	F	100	0.600	3.0 10 ⁻⁹	0.300	2.4 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹	9.6 10 ⁻¹⁰	6.7 10 ⁻¹⁰	5.1 10 ⁻¹⁰
Vapori di tellurio 121m	154 d	F	100	0.600	3.5 10 ⁻⁸	0.300	2.7 10 ⁻⁸	1.6 10 ⁻⁸	9.8 10 ⁻⁹	6.6 10 ⁻⁹	5.5 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 123	1.00 10 ¹³ a	F	100	0.600	2.8 10 ⁻⁸	0.300	2.5 10 ⁻⁸	1.9 10 ⁻⁸	1.5 10 ⁻⁸	1.3 10 ⁻⁸	1.2 10 ⁻⁸
Vapori di tellurio 123m	120 d	F	100	0.600	2.5 10 ⁻⁸	0.300	1.8 10 ⁻⁸	1.0 10 ⁻⁸	5.7 10 ⁻⁹	3.5 10 ⁻⁹	2.9 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 125m	58.0 d	F	100	0.600	1.5 10 ⁻⁸	0.300	1.1 10 ⁻⁸	5.9 10 ⁻⁹	3.2 10 ⁻⁹	1.9 10 ⁻⁹	1.5 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 127	9.35 h	F	100	0.600	6.1 10 ⁻¹⁰	0.300	4.4 10 ⁻¹⁰	2.3 10 ⁻¹⁰	1.4 10 ⁻¹⁰	9.2 10 ⁻¹¹	7.7 10 ⁻¹¹
Tellurium-125m vapour	58.0 d	F	100	0.600	1.5 10 ⁻⁸	0.300	1.1 10 ⁻⁸	5.9 10 ⁻⁹	3.2 10 ⁻⁹	1.9 10 ⁻⁹	1.5 10 ⁻⁹
Tellurium-129 vapour	1.16 h	F	100	0.600	2.5 10 ⁻¹⁰	0.300	1.7 10 ⁻¹⁰	9.4 10 ⁻¹¹	6.2 10 ⁻¹¹	4.3 10 ⁻¹¹	3.7 10 ⁻¹¹
Vapori di tellurio 129m	33.6 d	F	100	0.600	4.8 10 ⁻⁸	0.300	3.2 10 ⁻⁸	1.6 10 ⁻⁸	8.5 10 ⁻⁹	5.1 10 ⁻⁹	3.7 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 131	0.417 h	F	100	0.600	5.1 10 ⁻¹⁰	0.300	4.5 10 ⁻¹⁰	2.6 10 ⁻¹⁰	1.4 10 ⁻¹⁰	9.5 10 ⁻¹¹	6.8 10 ⁻¹¹
Vapori di tellurio 131m	1.25 d	F	100	0.600	2.1 10 ⁻⁸	0.300	1.9 10 ⁻⁸	1.1 10 ⁻⁸	5.6 10 ⁻⁹	3.7 10 ⁻⁹	2.4 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 132	3.26 d	F	100	0.600	5.4 10 ⁻⁸	0.300	4.5 10 ⁻⁸	2.4 10 ⁻⁸	1.2 10 ⁻⁸	7.6 10 ⁻⁹	5.1 10 ⁻⁹
Vapori di tellurio 133	0.207 h	F	100	0.600	5.5 10 ⁻¹⁰	0.300	4.7 10 ⁻¹⁰	2.5 10 ⁻¹⁰	1.2 10 ⁻¹⁰	8.1 10 ⁻¹¹	5.6 10 ⁻¹¹
Vapori di tellurio 133m	0.923 h	F	100	0.600	2.3 10 ⁻⁹	0.300	2.0 10 ⁻⁹	1.1 10 ⁻⁹	5.0 10 ⁻¹⁰	3.3 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰
Vapori di tellurio 134	0.696 h	F	100	0.600	6.8 10 ⁻¹⁰	0.300	5.5 10 ⁻¹⁰	3.0 10 ⁻¹⁰	1.6 10 ⁻¹⁰	1.1 10 ⁻¹⁰	8.4 10 ⁻¹¹
Iodio elementare 120	1.35 h	V	100	1.000	3.0 10 ⁻⁹	1.000	2.4 10 ⁻⁹	1.3 10 ⁻⁹	6.4 10 ⁻¹⁰	4.3 10 ⁻¹⁰	3.0 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 120m	0.883 h	V	100	1.000	1.5 10 ⁻⁹	1.000	1.2 10 ⁻⁹	6.4 10 ⁻¹⁰	3.4 10 ⁻¹⁰	2.3 10 ⁻¹⁰	1.8 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 121	2.12 h	V	100	1.000	5.7 10 ⁻¹⁰	1.000	5.1 10 ⁻¹⁰	3.0 10 ⁻¹⁰	1.7 10 ⁻¹⁰	1.2 10 ⁻¹⁰	8.6 10 ⁻¹¹
Iodio elementare 123	13.2 h	V	100	1.000	2.1 10 ⁻⁹	1.000	1.8 10 ⁻⁹	1.0 10 ⁻⁹	4.7 10 ⁻¹⁰	3.2 10 ⁻¹⁰	2.1 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 124	4.18 d	V	100	1.000	1.1 10 ⁻⁷	1.000	1.0 10 ⁻⁷	5.8 10 ⁻⁸	2.8 10 ⁻⁸	1.8 10 ⁻⁸	1.2 10 ⁻⁸

a) applicabile sia ai lavoratori che alla popolazione adulta in generale

Tabella 2: Dose efficace impegnata per unità di assunzione tramite inalazione (Sv Bq⁻¹) per gas e vapori solubili o reattivi

Nuclide	Semiperiodo fisico	Assorbimento	% deposito	Età ≤ 1 a		f ₁ per g > 1 a	Età 1-2a h(g)	2-7a h(g)	7-12a h(g)	12-17a h(g)	≥17a h(g) ^a
				f ₁	h(g)						
Iodio elementare 125	60.1 d	V	100	1.000	4.7 10 ⁻⁸	1.000	5.2 10 ⁻⁸	3.7 10 ⁻⁸	2.8 10 ⁻⁸	2.0 10 ⁻⁸	1.4 10 ⁻⁸
Iodio elementare 126	13.0 d	V	100	1.000	1.9 10 ⁻⁷	1.000	1.9 10 ⁻⁷	1.1 10 ⁻⁷	6.2 10 ⁻⁸	4.1 10 ⁻⁸	2.6 10 ⁻⁸
Iodio elementare 128	0.416 h	V	100	1.000	4.2 10 ⁻¹⁰	1.000	2.8 10 ⁻¹⁰	1.6 10 ⁻¹⁰	1.0 10 ⁻¹⁰	7.5 10 ⁻¹¹	6.5 10 ⁻¹¹
Iodio elementare 129	1.57 10 ⁷ a	V	100	1.000	1.7 10 ⁻⁷	1.000	2.0 10 ⁻⁷	1.6 10 ⁻⁷	1.7 10 ⁻⁷	1.3 10 ⁻⁷	9.6 10 ⁻⁸
Iodio elementare 130	12.4 h	V	100	1.000	1.9 10 ⁻⁸	1.000	1.7 10 ⁻⁸	9.2 10 ⁻⁹	4.3 10 ⁻⁹	2.8 10 ⁻⁹	1.9 10 ⁻⁹
Iodio elementare 131	8.04 d	V	100	1.000	1.7 10 ⁻⁷	1.000	1.6 10 ⁻⁷	9.4 10 ⁻⁸	4.8 10 ⁻⁸	3.1 10 ⁻⁸	2.0 10 ⁻⁸
Iodio elementare 132	2.30 h	V	100	1.000	2.8 10 ⁻⁹	1.000	2.3 10 ⁻⁹	1.3 10 ⁻⁹	6.4 10 ⁻¹⁰	4.3 10 ⁻¹⁰	3.1 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 132m	1.39 h	V	100	1.000	2.4 10 ⁻⁹	1.000	2.1 10 ⁻⁹	1.1 10 ⁻⁹	5.6 10 ⁻¹⁰	3.8 10 ⁻¹⁰	2.7 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 133	20.8 h	V	100	1.000	4.5 10 ⁻⁸	1.000	4.1 10 ⁻⁸	2.1 10 ⁻⁸	9.7 10 ⁻⁹	6.3 10 ⁻⁹	4.0 10 ⁻⁹
Iodio elementare 134	0.876 h	V	100	1.000	8.7 10 ⁻¹⁰	1.000	6.9 10 ⁻¹⁰	3.9 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰	1.6 10 ⁻¹⁰	1.5 10 ⁻¹⁰
Iodio elementare 135	6.61 h	V	100	1.000	9.7 10 ⁻⁹	1.000	8.5 10 ⁻⁹	4.5 10 ⁻⁹	2.1 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹	9.2 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 120	1.35 h	V	70	1.000	2.3 10 ⁻⁹	1.000	1.9 10 ⁻⁹	1.0 10 ⁻⁹	4.8 10 ⁻¹⁰	3.1 10 ⁻¹⁰	2.0 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 120m	0.883 h	V	70	1.000	1.0 10 ⁻⁹	1.000	8.7 10 ⁻¹⁰	4.6 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰	1.5 10 ⁻¹⁰	1.0 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 121	2.12 h	V	70	1.000	4.2 10 ⁻¹⁰	1.000	3.8 10 ⁻¹⁰	2.2 10 ⁻¹⁰	1.2 10 ⁻¹⁰	8.3 10 ⁻¹¹	5.6 10 ⁻¹¹
Ioduro di metile 123	13.2 h	V	70	1.000	1.6 10 ⁻⁹	1.000	1.4 10 ⁻⁹	7.7 10 ⁻¹⁰	3.6 10 ⁻¹⁰	2.4 10 ⁻¹⁰	1.5 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 124	4.18 d	V	70	1.000	8.5 10 ⁻⁸	1.000	8.0 10 ⁻⁸	4.5 10 ⁻⁸	2.2 10 ⁻⁸	1.4 10 ⁻⁸	9.2 10 ⁻⁹
Ioduro di metile 125	60.1 d	V	70	1.000	3.7 10 ⁻⁸	1.000	4.0 10 ⁻⁸	2.9 10 ⁻⁸	2.2 10 ⁻⁸	1.6 10 ⁻⁸	1.1 10 ⁻⁸
Ioduro di metile 126	13.0 d	V	70	1.000	1.5 10 ⁻⁷	1.000	1.5 10 ⁻⁷	9.0 10 ⁻⁸	4.8 10 ⁻⁸	3.2 10 ⁻⁸	2.0 10 ⁻⁸
Ioduro di metile 128	0.416 h	V	70	1.000	1.5 10 ⁻¹⁰	1.000	1.2 10 ⁻¹⁰	6.3 10 ⁻¹¹	3.0 10 ⁻¹¹	1.9 10 ⁻¹¹	1.3 10 ⁻¹¹
Ioduro di metile 129	1.57 10 ⁷ a	V	70	1.000	1.3 10 ⁻⁷	1.000	1.5 10 ⁻⁷	1.2 10 ⁻⁷	1.3 10 ⁻⁷	9.9 10 ⁻⁸	7.4 10 ⁻⁸
Ioduro di metile 130	12.4 h	V	70	1.000	1.5 10 ⁻⁸	1.000	1.3 10 ⁻⁸	7.2 10 ⁻⁹	3.3 10 ⁻⁹	2.2 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹
Ioduro di metile 131	8.04 d	V	70	1.000	1.3 10 ⁻⁷	1.000	1.3 10 ⁻⁷	7.4 10 ⁻⁸	3.7 10 ⁻⁸	2.4 10 ⁻⁸	1.5 10 ⁻⁸
Ioduro di metile 132	2.30 h	V	70	1.000	2.0 10 ⁻⁹	1.000	1.8 10 ⁻⁹	9.5 10 ⁻¹⁰	4.4 10 ⁻¹⁰	2.9 10 ⁻¹⁰	1.9 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 132m	1.39 h	V	70	1.000	1.8 10 ⁻⁹	1.000	1.6 10 ⁻⁹	8.3 10 ⁻¹⁰	3.9 10 ⁻¹⁰	2.5 10 ⁻¹⁰	1.6 10 ⁻¹⁰
Ioduro di metile 133	20.8 h	V	70	1.000	3.5 10 ⁻⁸	1.000	3.2 10 ⁻⁸	1.7 10 ⁻⁸	7.6 10 ⁻⁹	4.9 10 ⁻⁹	3.1 10 ⁻⁹

a) applicabile sia ai lavoratori che alla popolazione adulta in generale

Tabella 2: Dose efficace impegnata per unità di assunzione tramite inalazione (Sv Bq⁻¹) per gas e vapori solubili o reattivi

Nuclide	Semiperiodo fisico	Assorbimento	% deposito	Età ≤ 1 a		f ₁ per g > 1 a	Età 1-2a h(g)	2-7a h(g)	7-12a h(g)	12-17a h(g)	≥17a h(g) ^a
				f ₁	h(g)						
Ioduro di metile 134	0.876 h	V	70	1.000	5.1 10 ⁻¹⁰	1.000	4.3 10 ⁻¹⁰	2.3 10 ⁻¹⁰	1.1 10 ⁻¹⁰	7.4 10 ⁻¹¹	5.0 10 ⁻¹¹
Ioduro di metile 135	6.61 h	V	70	1.000	7.5 10 ⁻⁹	1.000	6.7 10 ⁻⁹	3.5 10 ⁻⁹	1.6 10 ⁻⁹	1.1 10 ⁻⁹	6.8 10 ⁻¹⁰
Vapori di mercurio 193	3.50 h	b ³	70	1.000	4.2 10 ⁻⁹	1.000	3.4 10 ⁻⁹	2.2 10 ⁻⁹	1.6 10 ⁻⁹	1.2 10 ⁻⁹	1.1 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 193m	11.1 h	b ³	70	1.000	1.2 10 ⁻⁸	1.000	9.4 10 ⁻⁹	6.1 10 ⁻⁹	4.5 10 ⁻⁹	3.4 10 ⁻⁹	3.1 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 194	2.60 10 ² a	b ³	70	1.000	9.4 10 ⁻⁸	1.000	8.3 10 ⁻⁸	6.2 10 ⁻⁸	5.0 10 ⁻⁸	4.3 10 ⁻⁸	4.0 10 ⁻⁸
Vapori di mercurio 195	9.90 h	b ³	70	1.000	5.3 10 ⁻⁹	1.000	4.3 10 ⁻⁹	2.8 10 ⁻⁹	2.1 10 ⁻⁹	1.6 10 ⁻⁹	1.4 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 195m	1.73 d	b ³	70	1.000	3.0 10 ⁻⁸	1.000	2.5 10 ⁻⁸	1.6 10 ⁻⁸	1.2 10 ⁻⁸	8.8 10 ⁻⁹	8.2 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 197	2.67 d	b ³	70	1.000	1.6 10 ⁻⁸	1.000	1.3 10 ⁻⁸	8.4 10 ⁻⁹	6.3 10 ⁻⁹	4.7 10 ⁻⁹	4.4 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 197m	23.8 h	b ³	70	1.000	2.1 10 ⁻⁸	1.000	1.7 10 ⁻⁸	1.1 10 ⁻⁸	8.2 10 ⁻⁹	6.2 10 ⁻⁹	5.8 10 ⁻⁹
Vapori di mercurio 199m	0.710 h	b ³	70	1.000	6.5 10 ⁻¹⁰	1.000	5.3 10 ⁻¹⁰	3.4 10 ⁻¹⁰	2.5 10 ⁻¹⁰	1.9 10 ⁻¹⁰	1.8 10 ⁻¹⁰
Vapori di mercurio 203	46.6 d	b ³	70	1.000	3.0 10 ⁻⁸	1.000	2.3 10 ⁻⁸	1.5 10 ⁻⁸	1.0 10 ⁻⁸	7.7 10 ⁻⁹	7.0 10 ⁻⁹

³ deposizione: 10%: 20%: 40% (bronchiale: bronchiolare: alveolare-interstiziale), semi periodo di ritenzione: 1,7 giorni (pubblicazione N° 68 ICRP)

a) applicabile sia ai lavoratori che alla popolazione adulta in generale

Tabella 3: Dose efficace per l'esposizione di adulti (lavoratori o popolazione adulta) ai gas inerti

Nuclide	$t_{1/2}$	Dose efficace per unità integrata di concentrazione nell'aria (Sv d ⁻¹ /Bq m ⁻³)
Argon		
Ar-37	35.0 d	4.1 10 ⁻¹⁵
Ar-39	269 a	1.1 10 ⁻¹¹
Ar-41	1.83 h	5.3 10 ⁻⁹
Krypton		
Kr-74	11.5 m	4.5 10 ⁻⁹
Kr-76	14.8 h	1.6 10 ⁻⁹
Kr-77	74.7 m	3.9 10 ⁻⁹
Kr-79	1.46 d	9.7 10 ⁻¹⁰
Kr-81	2.10 10 ⁵ a	2.1 10 ⁻¹¹
Kr-83m	1.83 h	2.1 10 ⁻¹³
Kr-85	10.7 a	2.2 10 ⁻¹¹
Kr-85m	4.48 h	5.9 10 ⁻¹⁰
Kr-87	1.27 h	3.4 10 ⁻⁹
Kr-88	2.84 h	8.4 10 ⁻⁹
Xenon		
Xe-120	40.0 m	1.5 10 ⁻⁹
Xe-121	40.1 m	7.5 10 ⁻⁹
Xe-122	20.1 h	1.9 10 ⁻¹⁰
Xe-123	2.08 h	2.4 10 ⁻⁹
Xe-125	17.0 h	9.3 10 ⁻¹⁰
Xe-127	36.4 d	9.7 10 ⁻¹⁰
Xe-129m	8.0 d	8.1 10 ⁻¹¹
Xe-131m	11.9 d	3.2 10 ⁻¹¹
Xe-133m	2.19 d	1.1 10 ⁻¹⁰
Xe-133	5.24 d	1.2 10 ⁻¹⁰
Xe-135m	15.3 m	1.6 10 ⁻⁹
Xe-135	9.10 h	9.6 10 ⁻¹⁰
Xe-138	14.2 m	4.7 10 ⁻⁹

ISSN 0254-1505

COM(98) 87 def.

DOCUMENTI

IT

12 14 05 04

N. di catalogo : CB-CO-98-092-IT-C

ISBN 92-78-31165-0

Ufficio delle pubblicazioni ufficiali delle Comunità europee

L-2985 Lussemburgo