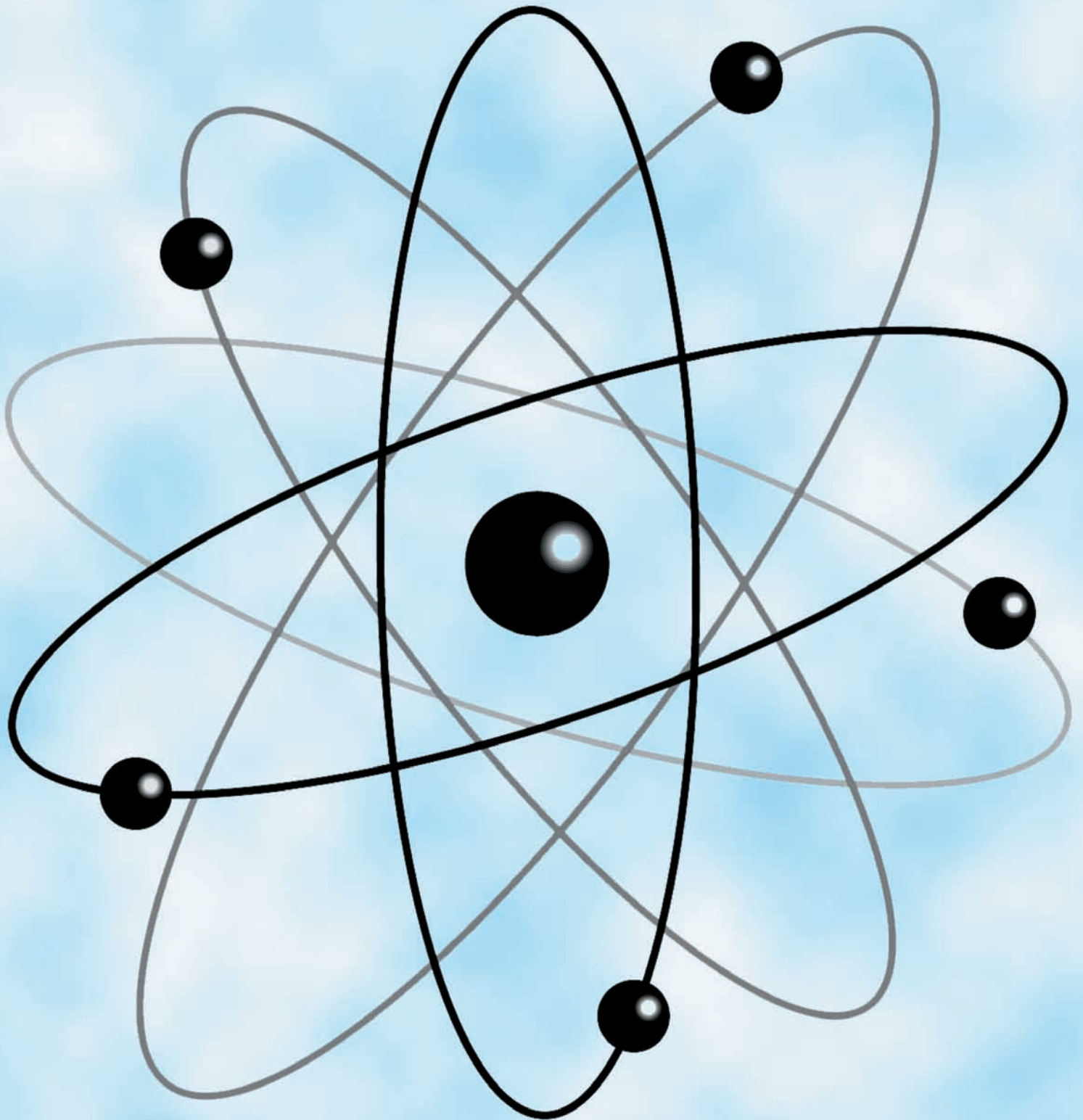


RADIAZIONI IONIZZANTI

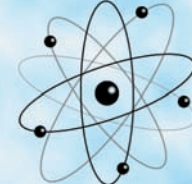


CAPITOLO 14 - RADIAZIONI IONIZZANTI

Autori:

Anna CALLEGARI⁽²⁾, Silvia CAMISASCA⁽¹⁾, Sabrina CHIOVARO⁽²⁾, Barbara DALZOCCHIO⁽³⁾, Mario DIONISI⁽¹⁾, Sandro FABBRI⁽²⁾, Piera INNOCENZI⁽¹⁾, Luigi MINACH⁽⁴⁾, Stefano MIRTI⁽¹⁾, Pietro PETRI⁽¹⁾, Carmelina SALIERNO⁽¹⁾, Roberto SOGNI⁽²⁾, Giancarlo TORRI⁽¹⁾, Flavio TROTTI⁽³⁾, Joanne WELLS⁽¹⁾, Paolo ZEPPA⁽¹⁾

1) APAT, 2) ARPA Emilia Romagna, 3) ARPA Veneto, 4) APPA Bolzano



14. Radiazioni ionizzanti

Q 14: Quadro sinottico indicatori per le Radiazioni ionizzanti

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Qualità Informazione	Copertura S	T	Stato e Trend	Rappresentazione Tabelle	Figure
Radiazioni ionizzanti	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)	D	★★	I	2002	☹	14.1	
	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi	D	★★★	R 16/16	2002	☹	14.2-14.3	14.1
	Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)	D	★★	I R	2002	☹	14.4	14.2
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	★★	I	2002	☹	14.5	
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	★★★	I R 10/10	2002	☹	14.6	14.3
	Concentrazioni di attività di radon indoor	S	★★★	I R	1989-1997	☹	14.7	14.4-14.5
	Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre	S	★★★	I R 15/20	1970-1971 1986-2002	☹	14.8-14.9	14.6
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	★★	I	1986-2002	☹	14.10-14.12	14.7-14.9
	Dose efficace media individuale in un anno	I	★★	I	2002	☹	14.13	14.10

Per la lettura riferirsi al capitolo "Guida all'Annuario" pag. 3

Introduzione

Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o energia di origine naturale o artificiale in grado di modificare la struttura della materia con la quale interagiscono. Nel caso dei tessuti biologici tale interazione può portare a un possibile danneggiamento delle cellule. Nella maggior parte dei casi il danno viene riparato dai normali meccanismi di difesa dell'organismo ma, in alcuni casi, in funzione anche dell'entità e della durata dell'esposizione, le cellule interessate possono risultare compromesse, e possono verificarsi effetti sanitari sugli individui esposti. Allo scopo di quantificare il rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti si usa una specifica grandezza, denominata "Dose efficace" che esprime la possibilità di effetti avversi sugli individui esposti. L'unità di misura derivata è il Sievert (Sv).

Effetti certi, detti "deterministici", si riscontrano al di sopra di soglie di esposizione molto elevate quali, ad esempio, quelle ricevute a seguito dell'incidente di Chernobyl dagli operatori dell'impianto (>4.000 milliSievert) e inducono lesioni anatomiche e perdita di funzionalità d'organi e tessuti; altri effetti, nell'intervallo di esposizioni che si ricevono nella vita comune (alcuni milliSievert), sono di natura "stocastica", ovvero non certi, ma affetti da una probabilità più o meno elevata di verificarsi. Questi si dividono in effetti stocastici "somatici", che ricadono eventualmente sull'individuo esposto, ed effetti stocastici "genetici", che ricadono eventualmente sulla discendenza dell'individuo esposto.

L'obiettivo principale del capitolo è quello di presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori popolati che rappresentino lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti. Devono, tuttavia, essere evidenziati alcuni aspetti peculiari di questa tematica.



Nonostante in Italia l'opzione della produzione di energia da processi di fissione nucleare sia stata accantonata dal 1987, a seguito del referendum popolare, dopo un relativo disimpegno dalle attività nucleari in genere (a eccezione della medicina nucleare), negli ultimi anni sta emergendo la necessità di un nuovo impegno per quanto riguarda la protezione dell'ambiente, della popolazione e dei lavoratori. Il nuovo quadro normativo di riferimento determinato dall'entrata in vigore del D.lgs. 241/00 (che modifica il D.lgs. 230/95) ha preso in considerazione alcune problematiche che da tempo stavano emergendo come potenziali fonti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori.

Tra queste, particolare rilevanza ha l'esposizione a radiazioni di origine naturale (in particolare radon e attività con materiali radioattivi di origine naturale - NORM). Il decreto assegna compiti e doveri a esercenti delle attività soggette al campo di applicazione, ma anche a istituzioni locali (Regioni e Province autonome) e nazionali (Enti e Ministeri). In secondo luogo, la crescente produzione e circolazione a livello mondiale di materiale radioattivo richiede un crescente impegno per attività di controllo e di monitoraggio, ma anche per il mantenimento di competenze radioprotezionistiche, anche in un Paese dove non vi sono centrali nucleari in attività. Un'attenzione particolare meritano, inoltre, tutte le future attività di *decommissioning* degli impianti nucleari attualmente esistenti in Italia. Molti degli aspetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti riguardano, altresì, particolari e ristretti gruppi della popolazione, ad esempio nelle immediate vicinanze di impianti o determinati luoghi di lavoro o, ancora, specifiche attività; tali peculiarità richiedono interventi e monitoraggi studiati caso per caso.

Sono stati selezionati 9 indicatori che rappresentano quanto attualmente ottenibile in termini di rappresentatività e di disponibilità di dati sul territorio italiano. Si nota la mancanza di indicatori di risposta. In realtà il grande sforzo e l'attenzione rivolta all'emanazione di normative che tendono, tutte, a prevenire fenomeni di esposizione accidentale o non giustificata, rappresenta la principale risposta per questa tematica. Rimangono ancora da definire e sviluppare adeguati indicatori in relazione proprio alle nuove problematiche, in particolare indicatori di risposta, allo scopo di controllare l'andamento del fenomeno nel tempo. Tale fase richiederà ancora tempo sia per gli aspetti metodologici sia di raccolta dati.

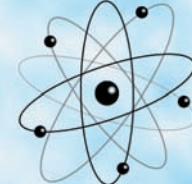
Dall'analisi dei dati raccolti emerge una situazione sostanzialmente stazionaria nel tempo. L'indicatore *Dose efficace media individuale in un anno* (da ora in poi denominata dose efficace) rappresenta una stima dell'esposizione di ciascun membro della popolazione alla radioattività dovuta ai diversi contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti avversi. A parte la possibilità, come già accennato, di notevoli scostamenti dalla media per particolari gruppi di popolazione o per singoli individui, la maggior parte dell'esposizione proviene da sorgenti naturali (73%) e, tra queste, il radon *indoor* si stima contribuisca mediamente per circa il 40% del totale della dose efficace. L'esposizione al radon è tra le variabili con dosi efficaci che possono anche essere, per singoli individui, alcune decine di volte superiori alla media nazionale. Nonostante sia possibile ridurre le esposizioni da radon tramite azioni di bonifica degli edifici che presentano alte concentrazioni (meno di uno o di qualche percento a seconda dei livelli di azione che saranno eventualmente scelti dal legislatore), si prevede che per i prossimi anni la situazione media non subirà sostanziali modifiche.

La principale fonte di esposizione da sorgenti artificiali è quella medica (27%). La stima del suo contributo alla dose efficace è ancora soggetta a incertezze in relazione agli scarsi dati raccolti a livello nazionale. Nel presente capitolo è stato infatti adottato un valore stimato sulla base di parametri legati allo sviluppo industriale e civile del nostro Paese. Deve essere comunque ricordato che le esposizioni mediche sono giustificate sulla base di un bilancio rischi-benefici.

Infine, le esposizioni dovute alle attività industriali nucleari residue nel nostro Paese, si stima contribuiscano in modo trascurabile (0,004%) alla dose.

Quadro riassuntivo delle valutazioni

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Dose efficace media individuale in un anno	Rappresenta l'impatto dell'esposizione a radiazioni ionizzanti. Situazione stazionaria



14.1 Radiazioni ionizzanti

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali. In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti) la maggior parte dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti è di origine naturale, le cui componenti principali sono dovute ai prodotti di decadimento del radon, ai raggi cosmici e alla radiazione terrestre. Un caso particolare riguarda le attività lavorative con uso-stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali (NORM) che, proprio per le caratteristiche del tipo di lavorazione, possono comportare una non trascurabile esposizione a radiazioni (sempre di origine naturale) dei lavoratori e della popolazione. Tra le esposizioni dovute a sorgenti artificiali, la principale è legata alla diagnostica medica. Riguardo gli indicatori selezionati, si sottolinea che, pur nel tentativo di equilibrare la scelta sulla base del modello DPSIR, sono assenti indicatori di risposta. Ciò è dovuto al fatto che alcune cause primarie o alcune pressioni sono difficilmente controllabili in termini di risposta (esposizione a raggi cosmici, a radiazioni terrestri e a seguito del "fallout" di esplosioni negli anni '60), mentre per altre fonti di pressione (radon e NORM) la recente introduzione nella normativa delle problematiche rende, al momento, non identificabili o popolabili opportuni indicatori.

È stata fatta una stima della dose efficace alla popolazione, che si ritiene l'indicatore più adatto a valutare il rischio derivante dall'esposizione a radiazioni e che consente un confronto tra le diverse sorgenti, i tipi di radiazioni e gli effetti. Tale valutazione è affetta da alcune incertezze, dovute principalmente al fatto che alcuni dati sono stati assunti sulla base di stime a livello mondiale piuttosto che nazionale. Tuttavia, è un utile esercizio per pianificare future azioni e soprattutto per rendere più efficace e razionale la raccolta delle informazioni.

I dati, riguardanti i radionuclidi artificiali e naturali nella biosfera, sono stati prodotti prevalentemente dal Sistema delle Agenzie APAT-ARPA-APPA all'interno del quale operano i Centri Regionali di Riferimento della Radioattività Ambientale (CRR). Nel quadro Q 14.1 vengono forniti, per ciascun indicatore, le finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

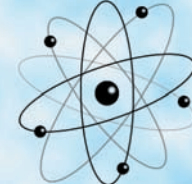
Q 14.1: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per le Radiazioni ionizzanti

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)	Quantificare le 'fonti di pressione ambientale relative ai NORM'	D	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni
Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi	Documentare il numero e la distribuzione nazionale delle strutture autorizzate all'impiego di sorgenti di radiazioni (impiego di categoria A)	D	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni D.lgs. 241/00 D.lgs. 257/01
Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)	Monitorare il numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici	D	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni
Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	Monitorare l'emissione di radioattività in aria e in acqua	P	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni
Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione	P	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni
Concentrazioni di attività di radon indoor	Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione	S	Raccomandazione Europea 1990/143/Euratom 21/02/1990 D.lgs. 230/95 e s.m.i.
Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre	Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione cosmica e terrestre	S	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni
Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Monitorare le ricadute radioattive da eventi di contaminazione in atmosfera e la presenza di radionuclidi artificiali nel latte e il conseguente livello di alterazione ambientale	S	D.lgs. 230/95 e s.m.i. Raccomandazione Europea 2000/4737/Euratom dell'8 giugno 2000 Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe Circolare 2/87 Ministero Sanità
Dose efficace media individuale in un anno	Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (origine naturale e antropica) della popolazione	I	D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni D.lgs. 187/00 (art. 12)



Bibliografia

- Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L. *"Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions"* Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999.
- Cardinale A., Frittelli L., Lembo G., Gera G., Ilari O., *"Studies on the Natural Background in Italy"*, Health Phys. 20, 285, 1971
- Cardinale A., Cortellessa G., Gera F., Ilari O., Lembo G., *"Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation"*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972.
- Collacino, Dietrich, Favale, Passamonti, Baldi, 1987, *"La radioattività dell'aria in Italia a seguito dell'incidente di Chernobyl"*, Gli studi sulla radioattività ambientale e sull'impatto sanitario anche sulla base dell'incidente di Chernobyl, ENEA.
- ENEA-DISP, *Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia, Reti Nazionali*, 1986-87, 1988, 1989, 1990.
- ANPA, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998.
- OECD-NEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi.
- UNSCEAR 2000 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I: Sources"*, New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000.
- Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *"Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni"* Rapporto ISTISAN Congressi 34 (ISSN 0393-5620), Roma, Giugno 1994
- ENEA *"Dossier 1999 - La radioprotezione in Italia - La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente"* - Rapporto ISBN 88-8286-074-4.
- National Research Council - NRC: *Risk Assessment of Radon in Drinking Water*, National Academy Press Washington D.C. 1999.
- Bruzzi L. et al., 2001, *"Misure di radioattività naturale e di radon in un impianto di produzione di fertilizzanti complessi"*. Atti del Convegno Nazionale "Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale", Provana in Parella (TO).
- Trotti F. et al., 2002, *"Towards the Identification of Work Activities Involving NORM in Italy"*, NRE VII Symposium Proceedings, Rodhes, in fase di pubblicazione.



INDICATORE

ATTIVITÀ LAVORATIVE CON USO DI MATERIALI CONTENENTI RADIONUCLIDI NATURALI (NORM)

SCOPO

Valutare le fonti di pressione ambientale relative ai NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*).

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di causa primaria, descrive la presenza nel territorio nazionale delle attività lavorative con uso-stoccaggio di materiali, o produzione di residui, che contengono radionuclidi naturali in quantità non trascurabili dal punto di vista dell'esposizione dei lavoratori e della popolazione alle radiazioni ionizzanti. L'approfondimento "Fonti di pressione ambientale relative ai NORM" presenta una rassegna di dati disponibili riguardanti una serie di attività produttive che impiegano o producono NORM.

UNITÀ di MISURA

Numero (n.)

FONTE dei DATI

APAT/CTN_AGF, ISTAT, Gruppo ENEL, Agip, Assofertilizzanti, Enichem.

NOTE TABELLE e FIGURE

Sono state individuate alcune tipologie di attività lavorative fra quelle sottoposte a specifiche disposizioni dall'art. 10 bis del D.lgs. 17/03/95 n. 230, come modificato dall'art. 5 del D.lgs. 26/05/00 n. 241, e altre (miniere di uranio e centrali termoelettriche a carbone) per le quali esistono studi che ne documentano il potenziale impatto radiologico. Su tale insieme di attività è in corso un censimento specifico da parte dell'APAT/CTN_AGF finalizzato a quantificarne la pressione sull'ambiente. Nella tabella 14.1 si riportano, per ogni tipologia selezionata, il numero di attività/impianti nel territorio nazionale, le fonti e la data di aggiornamento delle informazioni, la disponibilità dei dati del CTN_AGF. Va sottolineato che la ricognizione è preliminare e le cifre che vengono presentate sono suscettibili di revisioni. Si accenna, per ogni tipologia, agli aspetti per i quali essa è fonte potenziale di pressione radiologica sull'ambiente: sono elementi di sintesi e come tali approssimativi.

STATO e TREND

Lo stato e il trend attribuibili all'indicatore evidenziano una situazione di sostanziale stazionarietà, anche se i dati presentati sono ancora incompleti e non aggiornati alla stessa data. Si prevede nei prossimi anni una "crescita" dell'indicatore, con l'ottimizzazione del censimento specifico e della banca dati da parte del CTN_AGF.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il D.lgs. 230/95 e s.m.i. estende il campo di applicazione alle attività lavorative che comportano la produzione di residui, l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e di persone del pubblico.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

L'indicatore è rilevante ai fini della domanda di informazione proveniente dalle normative nazionali. Dovrebbe essere migliorata la completezza dell'informazione attraverso la ricerca di ulteriori fonti. La recente introduzione della problematica nella normativa rende la comparabilità temporale limitata (a partire dal 1999). Anche in termini di comparabilità spaziale i dati non sono sufficientemente omogenei.





Tabella 14.1: Attività lavorative con uso e/o produzione di NORM

Tipologia attività (impianto)	n. attività	Fonte dati	Disponibilità/aggiornamento dati	Potenziale pressione sull'ambiente
Estrazione gas e petrolio (AGIP) ⁽¹⁾	7.619 pozzi 34 campi a terra 38 piattaforme 53 centrali	Comunicazione AGIP	Per singola attività 1999	Possibili problemi per smaltimento incrostazioni di parti dell'impianto (potenziale presenza di Ra-226, Pb-210, Po-210) e delle acque di formazione (potenziale presenza di Ra-226)
Raffinerie di petrolio ⁽²⁾	18 stabilimenti	Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio	Per singola attività 2002	Possibili problemi per smaltimento incrostazioni di parti dell'impianto
Miniere di uranio ⁽³⁾	2 siti	APAT	Provinciale 2002	Problemi per eventuale accesso della popolazione e riutilizzo dell'area.
Produzione di silicati di zirconio macinati ⁽⁴⁾	6 stabilimenti	Comunicazione produttori	Nazionale 2002	I minerali di partenza hanno elevati contenuti di U-238 e Th-232. Problemi per dispersione delle polveri, irradiazione in trasporto e stoccaggio e per la gestione residui (processi a umido)
Produzione di materiali refrattari ⁽⁵⁾	36 stabilimenti	Assopiastrelle	Per singola attività 2002	Immissione parziale in atmosfera di Pb-210 e Po-210 durante la combustione delle sabbie.
Produzione di piastrelle ⁽⁶⁾	253 stabilimenti	Assopiastrelle	Per singola attività 2002	Sono potenziali NORM le polveri raccolte dai depuratori e i fanghi dei reparti di produzione smalti, smaltatura e levigatura grès porcellanato
Acciaierie a ciclo integrale ⁽⁷⁾	4 stabilimenti, 2 dei quali con impianti di agglomerazione minerale	Federacciai, siti web dei gruppi industriali	Per singola attività 2002	Nella combustione dei minerali (sinterizzazione, soprattutto) immissione parziale in atmosfera di Pb-210 e Po-210. Possibili problemi per lo smaltimento e il riciclaggio dei residui
Centrali termoelettriche a carbone (Gruppo ENEL)	13 stabilimenti	Società Gruppo Enel	Per singola attività 2002	La combustione del carbone porta all'immissione parziale in atmosfera di Pb-210 e Po-210. Problemi per il riutilizzo in edilizia delle ceneri leggere (irradiazione esterna ed esalazione di radon) e lo smaltimento in discarica delle ceneri pesanti
Lavorazione dei minerali fosfatici	3 stabilimenti di produzione di perfosfati, 25 principali produttori di fertilizzanti composti e fosfatici semplici	Assofertilizzanti	Per singola attività 2002	Il minerale di partenza (fosforite) ha elevate concentrazioni di U-238. Problemi per esposizione dei lavoratori dell'industria di fosfati e fertilizzanti e degli utilizzatori in agricoltura
Discariche di fosfogessi ⁽⁸⁾	5 siti	Comunicazione referenti locali Enichem	Per singola attività 2002	Elevati contenuti di Ra-226, Pb-210 e Po-210. Possibile rilascio in fiumi, mari e acque sotterranee

Fonte: APAT/CTN_AGF

LEGENDA:

⁽¹⁾ I dati si riferiscono unicamente agli impianti AGIP per la non disponibilità di dati relativi a Edison Gas e Società Petrolifera Italiana

⁽²⁾ Si tratta delle raffinerie soggette a notifica secondo l'art. 6 del D.lgs. 334/99 sugli stabilimenti a rischio di incidente rilevante

⁽³⁾ Le miniere, entrambe chiuse, si trovano in Val Seriana (provincia di Bergamo) e Val Vedello (provincia di Sondrio)

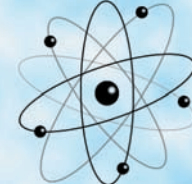
⁽⁴⁾ Si tratta di attività che, a partire da sabbie ad alto contenuto di zirconio, producono polveri di silicati di zirconio destinate all'industria delle ceramiche, dei refrattari, alla produzione di smalti, vetri speciali, mattonelle. Il dato deriva da una comunicazione personale ed è probabilmente deficitario

⁽⁵⁾ Il 50% circa di queste aziende utilizza sabbie zirconfere o loro derivati

⁽⁶⁾ Il 70% circa di queste aziende ha il ciclo produttivo completo (che include la preparazione degli smalti spesso contenenti composti dello zirconio), il 50% produce grès porcellanato (il grès porcellanato bianco contiene le sabbie zirconfere nell'impasto)

⁽⁷⁾ Il ciclo integrale parte dalle materie prime, costituite principalmente da minerali di ferro e carbon coke e copre il 40% della produzione complessiva di acciaio in Italia. La restante produzione avviene con forno elettrico a partire dal rottame di ferro

⁽⁸⁾ Si tratta di siti (tutti di proprietà Enichem) in cui venivano depositati i fosfogessi, quali residui delle attività finalizzate alla produzione di fertilizzanti o detersivi (Venezia, Crotone, P.to Torres e Gela)



Fonti di pressione ambientale relative ai NORM: lavorazione di minerali fosfatici e centrali a carbone

Le fonti di pressione ambientale relative ai NORM sono le attività lavorative che implicano l'impiego, lo stoccaggio oppure la produzione di materiali e/o di residui che, a causa del contenuto di radioattività naturale, provocano un aumento dell'esposizione della popolazione.

Queste attività sono diventate anche oggetto della normativa italiana di protezione dalle radiazioni ionizzanti; sono peraltro individuate come fonti di pressione ambientale ed elencate nell'Allegato I-bis del D.lgs. 241/00:

- industria che utilizza minerali fosfatici e depositi per il commercio all'ingrosso dei fertilizzanti;
- lavorazione di minerali nella estrazione di stagno, ferro-niobio da pirocloro e alluminio da bauxite;
- lavorazione di sabbie zirconifere e produzione di materiali refrattari;
- lavorazione di terre rare;
- lavorazione e impiego di composti del torio (elettrodi per saldatura, produzione di lenti, reticelle per lampade a gas);
- produzione di pigmento al biossido di titanio;
- estrazione e raffinazione di petrolio ed estrazione di gas.

Le informazioni qui presentate sono state raccolte nel corso degli anni 2000-2002 nell'ambito di una linea di attività, dedicata ai NORM, del Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici, con l'obiettivo di creare una banca dati che raccolga le tipologie di lavorazioni interessate, le informazioni sulla localizzazione e sul dimensionamento degli impianti, oltre che sui cicli lavorativi. Di seguito viene presentata una rassegna di dati disponibili riguardanti alcune attività produttive che impiegano o producono NORM.

Lavorazione dei minerali fosfatici

L'impatto radiologico dell'industria dei fertilizzanti è connesso con l'elevata concentrazione di U-238 nelle fosforiti (minerali di partenza costituiti da fosfati di calcio) e nei loro derivati, e riguardano le emissioni e i residui di processo oltre che l'impiego di fertilizzanti in agricoltura (UNSCEAR, 1982, *Sources and Effects of Ionising Radiation*, United Nations, New York). In particolare, le lavorazioni più critiche, a causa della formazione di residui e sottoprodotti radioattivi come i fosfogessi, sono la produzione di acido fosforico per via umida, alcuni tipi di attacco nitrico delle fosforiti nonché la produzione di fosforo elementare per via termica. Ma vanno comunque monitorati anche la produzione di perfosfati e la produzione di fertilizzanti composti in generale.

Assofertilizzanti è la principale associazione di categoria in Italia con una rappresentatività di circa il 97% della produzione e della distribuzione dei fertilizzanti. Nel 2001 il consumo totale di fertilizzanti per uso agricolo in Italia ammontava a 4,9 milioni di tonnellate (ISTAT, Statistiche agricoltura, 2001). In particolare la ripartizione dei consumi era la seguente:

Tabella 14.a: Consumo di fertilizzanti in Italia in migliaia di tonnellate – Anno 2001

Fertilizzanti	Consumo t*1.000
Concimi minerali semplici:	
Fosfatici	254,11
Azotati	1.655,08
Potassici	138,02
Concimi minerali:	
Concimi minerali composti (binari e ternari)	1.415,39
Concimi minerali a base di mesoelementi	1,51
Concimi minerali a base di microelementi	16,17
Concimi (organici e organo-minerali)	686,29
Ammendanti	754,66
Correttivi	14,98
Totale fertilizzanti	4.936,19

Fonte: Elaborazione APAT su dati ISTAT



Alcune indagini sono state condotte nel 2001-2002 in stabilimenti di produzione di fertilizzanti composti con misure di attività dei discendenti di U-238 e Th-232 e del K-40 in materie prime e prodotti finiti (Bruzzi L. et al., 2001, "Misure di radioattività naturale e di radon in un impianto di produzione di fertilizzanti complessi". Atti del Convegno Nazionale "Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale", Provana in Parella (TO); Trotti F. et al., 2002, "Towards the Identification of Work Activities Involving NORM in Italy", NRE VII Symposium Proceedings, Rodhes, in fase di pubblicazione). La tabella 14.b riporta il compendio di tali misure.

Tabella 14.b: Concentrazione di attività (Bq/kg) in fertilizzanti e materie prime

Campioni	Materia prima (componente fosfatica)	K-40	Th-234 Bq/kg	Ra-226
K ₂ SO ₄		13.000	< DL	< DL
KCl		15.000	< DL	< DL
Fosforite		31 ÷ 42	1.000	1.070 ÷ 1.200
Acido fosforico (H ₃ PO ₄)		19 ÷ 25	188 ÷ 1.800	0,7 ÷ 2,5
Fosfatmonoammonio (MAP)		26 ÷ 36	72 ÷ 980	1,1 ÷ 4,2
Superfosfato	Fosforite	17	450	500
Fertilizzanti complessi	MAP/Superfosfato	< DL ÷ 9.040	24 ÷ 560	< DL ÷ 310

Fonte: APAT/CTN_AGF

Si osservano elevate concentrazioni di K-40 associate alla presenza dei sali di potassio; risulta evidente l'effetto di diluizione del contenuto di U-238 passando da fosforiti a fertilizzanti complessi; in H₃PO₄ (Acido fosforico) e MAP (Fosfatmonoammonio); non si riscontra equilibrio tra U-238 e Ra-226 in quanto nella produzione dell'acido fosforico il radio coprecipita con il gesso, mentre l'uranio e il torio seguono il fosforo nell'acido.

Nei casi in cui il MAP mostra basse concentrazioni sia di Th-234 sia di Ra-226 anche i fertilizzanti complessi da esso ottenuti (i fertilizzanti in questione sono idrosolubili) presentano basse attività. Questa peculiarità può essere imputabile alla specifica origine dei minerali fosfatici, ovvero alla purificazione svolta durante la lavorazione dell'acido fosforico, come richiesto per i prodotti fertilizzanti analizzati.

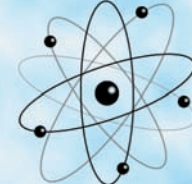
Pertanto, in generale, il contenuto di uranio non può essere derivato esclusivamente dal titolo di fosforo dei fertilizzanti complessi e, quindi, la correlazione tra il titolo di fosforo (percentuale di concentrazione) e l'attività di U-238 (evidenziata in un'indagine, L. Bruzzi, *Comunicazione personale*, 2002) non può essere assunta come principio generale.

Centrali a carbone

L'importanza di questa attività dal punto di vista radiologico deriva dalla concentrazione nelle ceneri di radionuclidi naturali originariamente presenti nel carbone. Le principali vie di impatto consistono nell'immissione in atmosfera di ceneri volanti (particolarmente critica è l'ingestione di Pb-210 e Po-210 presente nel cibo cresciuto su terra contaminata) e nell'impiego in edilizia delle ceneri come additivo del cemento (Penfold J. S. S. et al., 1998, *Assessment of the Radiological Impact of Coal-Fired Power Stations in the United Kingdom*, NORM II Symposium Proceedings, Krefeld, Germany); attenzione va rivolta anche all'eventuale smaltimento in discarica delle ceneri.

Nel 2001 sono state prodotte, dalle centrali a carbone del gruppo ENEL, 1.120.336 tonnellate di ceneri, il 94% delle quali sono ceneri leggere derivanti dagli impianti di triturazione interni; circa il 93% del totale delle ceneri prodotte sono state conferite per il recupero come additivo nel cemento o nella pavimentazione stradale.

Recentemente l'ARPA Liguria ha avviato un monitoraggio sistematico su tre centrali locali con misure di K-40 e dei discendenti di U-238 e Th-232 in vari campioni. Nelle tabelle 14.c e 14.d sono presentati i valori medi di attività per carbone e ceneri, risultanti dalle misure effettuate nel periodo 1998-2001 (Maggiolo S. et al., "Comunicazione personale", 2001). Per quel che riguarda il carbone, i valori medi sono in accordo con i diversi riferimenti di letteratura e si osserva un'evidente variabilità dei contenuti di radioattività a seconda del paese di provenienza (in particolare per U-238 e Th-232). Anche le ceneri presentano valori medi in accordo con i riferimenti di letteratura, non vi sono diversità di rilievo tra i dati delle tre centrali e viene confermata la prevalenza di radioattività nella componente leggera rispetto alla pesante.



Il rapporto tra i valori medi di U-238 nelle ceneri e nel carbone fornisce una stima grossolana del contenuto in ceneri del carbone (14%), compatibile con le stime di letteratura.

Tabella 14.c: Concentrazione di attività media (Bq/kg) nel carbone di varie origini (tra parentesi il valore minimo e massimo)

Provenienza	n. campioni	Th-232		U-238 Bq/kg		K-40	
Usa	16	11,1	(5÷13)	15,8	(7÷21)	70,1	(48÷103)
Colombia	34	3,5	(2÷6)	5,8	(3÷11)	38,6	(14÷81)
Sud Africa	25	26,3	(15÷38)	29,9	(14÷42)	28,2	(17÷70)
Indonesia	16	7,1	(4÷18)	6,2	(3÷17)	49,1	(10÷76)
Polonia	14	13,6	(9÷18)	22,8	(14÷31)	72,7	(37÷94)
Venezuela	8	4,2	(3÷5)	5,3	(4÷6)	45,1	(3÷58)
Cina	2	36,5	(36÷37)	31,0	(31÷31)	26,5	(23÷33)
Russia	6	8,7	(7÷11)	10,0	(8÷12)	61,8	(42÷93)
	Totale	121					
MEDIA			13,8		15,9		49,1

Fonte: APAT/CTN_AGF

Tabella 14.d: Concentrazione di attività media nelle ceneri di tre centrali elettriche a carbone ENEL (Bq/kg)

Centrale	Tipo di ceneri	n. campioni	Th-232	U-238 ^(a)	K-40
Genova	Pesanti	13	70	88	352
	Leggere	13	89	115	452
Vado Ligure	Pesanti	7	86	108	465
	Leggere	12	93	135	489
La Spezia	Pesanti	7	106	119	489
	Leggere	7	104	123	445
MEDIA	Pesanti		87	105	435
	Leggere		95	124	465

Fonte: APAT/CTN_AGF

LEGENDA:

^(a) si assume che il contenuto di U-238 e Ra-226 sia uguale

**INDICATORE****STRUTTURE AUTORIZZATE ALL'IMPIEGO DI RADIOISOTOP****SCOPO**

Documentare il numero di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'impiego di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A (per la cui definizione si rimanda al dal D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni), e loro distribuzione sul territorio nazionale.

DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di causa primaria, documenta il numero e la distribuzione sul territorio delle strutture autorizzate (categoria A) all'utilizzo di sorgenti di radiazioni (materie radioattive e macchine generatrici di radiazioni ionizzanti), fornendo una descrizione delle attività svolte e delle sorgenti utilizzate.

UNITÀ di MISURA

Numero (n.), percentuale (%).

FONTE dei DATI

Servizio Radioprotezione del Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale dell'APAT.
I dati sono aggiornati al 2002.

NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 14.2 sono descritte le tipologie degli impianti, per i quali è stato rilasciato il nullaosta all'impiego di categoria A, le attività condotte e le sorgenti di radiazione utilizzate. Nella tabella 14.3 è riportato, suddiviso per tipologia di impianto, il numero di strutture presenti nelle singole regioni. In figura 14.1 è riportata, sempre per le diverse tipologie di impianto, la percentuale delle strutture presenti a livello nazionale.

STATO e TREND

L'indicatore è sostanzialmente stabile rispetto agli anni precedenti. Per effetto delle modifiche normative intervenute a seguito del recepimento della Direttiva 1996/29/Euratom, che hanno comportato una rimodulazione delle soglie per le quali è necessaria un'autorizzazione, è prevedibile una tendenza al decremento nel numero delle installazioni autorizzate in sede centrale all'impiego (categoria A).

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli articoli 27 e 28 del D.lgs. 230/95, e successive modifiche e integrazioni, prevedono l'obbligo di nullaosta preventivo per gli impianti, stabilimenti, istituti, gabinetti medici, laboratori da adibire ad attività comportanti, a qualsiasi titolo, la detenzione, l'utilizzazione, la manipolazione di materie radioattive, prodotti o apparecchiature contenenti dette materie, i depositi di rifiuti radioattivi nonché l'utilizzo di apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti. A seguito dell'attuazione della Direttiva 1996/29/Euratom, è stato emanato il D.lgs. 241/00, successivamente modificato dal D.lgs. 257/01; le nuove soglie e modalità di computo ai fini della concessione del nullaosta all'impiego di categoria A sono fissate nell'Allegato IX del D.lgs. 230/95 e s.m.i., che prevede, tra l'altro, un procedimento di conversione dei provvedimenti autorizzativi già rilasciati.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Buona accuratezza, comparabilità nel tempo e nello spazio.

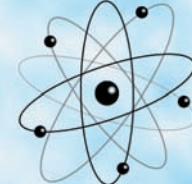


Tabella 14.2: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive suddivise per tipologia di impianto, attività svolta e sorgenti radioattive utilizzate

Codice	Tipologia impianto	Attività svolte/caratteristiche	Sorgenti di radiazioni	Caratteristiche delle sorgenti
A	Impianti di irraggiamento	Sterilizzazione vari materiali come semi, cipolle, aglio, legni, vetri, ma soprattutto attrezzature medicali come siringhe, protesi, strumentazione chirurgica	Sorgenti di Co 60	Attività che varia da circa 10^{13} a circa 10^{16} becquerel
B	Impianti di sterilizzazione	Sterilizzazione attrezzature medicali come siringhe, protesi, strumentazione chirurgica.	Acceleratori di elettroni da 8 - 10 MeV, con potenze di alcuni kW	-
C	Acceleratori per usi industriali	Polimerizzazione di plastiche, controlli di cavi, controllo di missili	Acceleratori di elettroni da 8 - 10 MeV, con potenze di alcuni kW	-
D	Ciclotroni per PET	A essi è associata una medicina nucleare, per la somministrazione dei radioisotopi ai pazienti. Alcuni ciclotroni sono anche autorizzati al commercio del F - 18, prodotto per altre ASL	Ciclotroni che accelerano protoni e deutoni: le energie variano da 10 MeV fino a 40 MeV	-
E	Acceleratori per ricerca scientifica	Sono impianti che prevedono l'impiego di fasci di particelle per gli scopi più diversi	Le particelle accelerate, le energie, le potenze dei fasci sono molto variabili	-
F	Impianti per la fusione	Hanno rilevanza radioprotezionistica solo per la detenzione di sorgenti di trizio	Sorgenti di trizio	-
G	Grandi laboratori che impiegano sorgenti non sigillate	-	-	-
H	Depositi di rifiuti radioattivi	-	-	-
I	Impianti per il commercio di sorgenti radioattive	Non tutti gli impianti hanno la stessa rilevanza radioprotezionistica	-	-
L	Ospedali con attività tali da comportare la necessità dell'autorizzazione ex art. 13 della L 1860 del 31 dicembre 1962	Gli ospedali considerati, in genere, hanno almeno una telecobaltoterapia, un impianto LDR e/o HDR, una medicina nucleare, un reparto di terapia metabolica, alcuni reparti con laboratori RIA, un deposito temporaneo di rifiuti radioattivi e un sistema di vasche per il decadimento dei rifiuti liquidi	-	-

Fonte: APAT



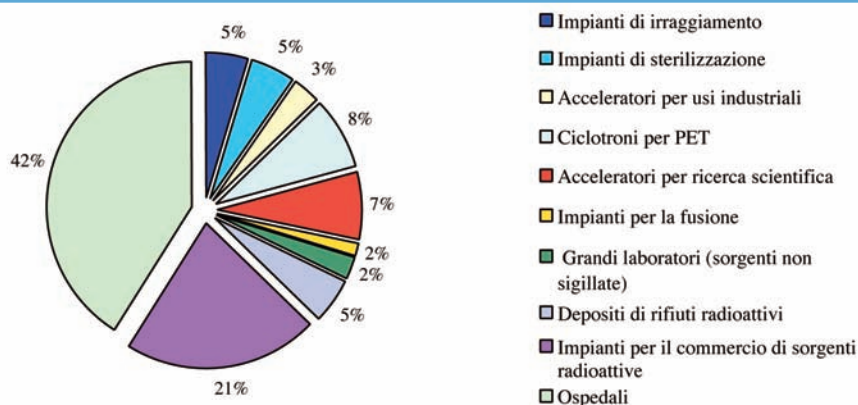
Tabella 14.3: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive per regione di ubicazione e tipologia di impianto

Regione/Provincia autonoma	Codice tipologia impianto										Totale
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	
Piemonte							2	1	3	5	11
Valle d'Aosta											0
Lombardia	1	3	2	4	1			1	19	10	41
Trentino Alto Adige										1	1
Trento										1	1
Bolzano-Bozen											0
Veneto		1		1	1	1				7	11
Friuli Venezia Giulia					1				1	3	5
Liguria									1	4	5
Emilia Romagna	1	1		1	1			1	1	8	14
Toscana				1						3	4
Umbria			1							1	2
Marche	1									2	3
Lazio	2		1		4	1	1	1	2	2	14
Abruzzo										2	2
Molise											0
Campania				1							1
Puglia								1		2	3
Basilicata											0
Calabria											0
Sicilia				2	1			1			4
Sardegna		1								1	2
ITALIA	5	6	4	10	9	2	3	6	27	51	123

Fonte: APAT

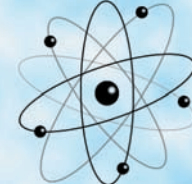
LEGENDA:

A: Impianti di irraggiamento; B: Impianti di sterilizzazione; C: Acceleratori per usi industriali; D: Ciclotroni per PET; E: Acceleratori per ricerca scientifica; F: Impianti per la fusione; G: Grandi laboratori che impiegano sorgenti non sigillate; H: Depositi di rifiuti radioattivi; I: Impianti per il commercio di sorgenti radioattive; L: Ospedali con attività tali da comportare la necessità dell'autorizzazione ex art. 13 della L 1860 del 31 dicembre 1962



Fonte: APAT

Figura 14.1: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive a livello nazionale, suddivise per tipologia – Anno 2002



INDICATORE

IMPIANTI PER TRATTAMENTO DEI ROTTAMI METALLICI (RACCOLTA, DEPOSITO, FUSIONE)

SCOPO

Monitorare il numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici e valutare la quantità trattata.

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di causa primaria, costituisce una delle informazioni necessarie al dimensionamento del problema afferente all'eventuale ritrovamento di sorgenti radioattive o di metalli contaminati nel riciclo dei rottami metallici. Le conseguenze dell'introduzione di sorgenti e di rottame contaminato nel ciclo produttivo di un impianto di riciclaggio (le cui dimensioni variano da quelle di una grande acciaieria a quelle di una piccola azienda di fusione di metalli pregiati), possono essere sanitarie (lavoratori e popolazione) e ambientali (territorio circostante l'impianto); inoltre, è prevedibile un danno per l'economia dell'azienda. Il tipo di rottame utilizzato in un impianto di riciclaggio dipende dalle dimensioni, dal tipo di fornace, dalle caratteristiche chimiche del prodotto finito e dal costo di mercato. Il rottame è una materia prima fondamentale per la produzione di acciaio, infatti si valuta un consumo globale di circa 300 milioni di tonnellate sull'intero pianeta, per produrre una quantità di acciaio pari al 30% della produzione mondiale. Il fabbisogno di acquisto di rottame delle acciaierie italiane ammonta a circa 16,6 milioni di tonnellate, reperiti per circa 12,5 milioni sul mercato nazionale e circa 4,1 milioni da importazioni. La raccolta nazionale passa attraverso i depositi dei commercianti, mentre l'importazione avviene tramite agenti e rappresentanti di case estere. Per i rottami non ferrosi il consumo nazionale ammonta a circa 2 milioni di tonnellate, di cui circa 1,7 milioni provenienti dalla raccolta nazionale. Generalmente, il materiale che costituisce il composito mondo dei rottami viene fatto transitare attraverso un deposito per essere sottoposto a operazioni di cernita e preparazione, indispensabili per conferirgli le caratteristiche qualitative e quantitative richieste dalle industrie fusorie, in relazione al tipo di produzione cui sarà destinato.

UNITÀ di MISURA

Numero (n.)

FONTE dei DATI

I dati relativi agli impianti e alla quantità trattata sono stati forniti dalle associazioni: Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet.

NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 14.4 è riportato il numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici per regione di ubicazione degli stessi, distinti per tipologia: acciaierie, fonderie (di rottame/materiale ferroso e non) e depositi presso commercianti. La figura 14.2 riporta gli impianti distinti per tipologia e per macroregione. I dati si riferiscono a dicembre 2002.

STATO e TREND

Lo stato e il trend evidenziano una situazione di sostanziale stazionarietà rispetto ai dati presentati per l'anno 2001. Variazioni del numero di impianti presenti in ambito nazionale possono essere infatti dovute, ad esempio, a mutate esigenze di mercato.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

L'attività di sorveglianza radiometrica su rottami o altri materiali metallici di risulta è prevista dal D.lgs. 230/95 e s.m.i., specificatamente al Capo XII, art. 157, ancorché non disciplinata compiutamente in carenza del decreto applicativo previsto.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione e deve essere completato in termini di quantità trattate negli impianti e stoccate nei depositi.

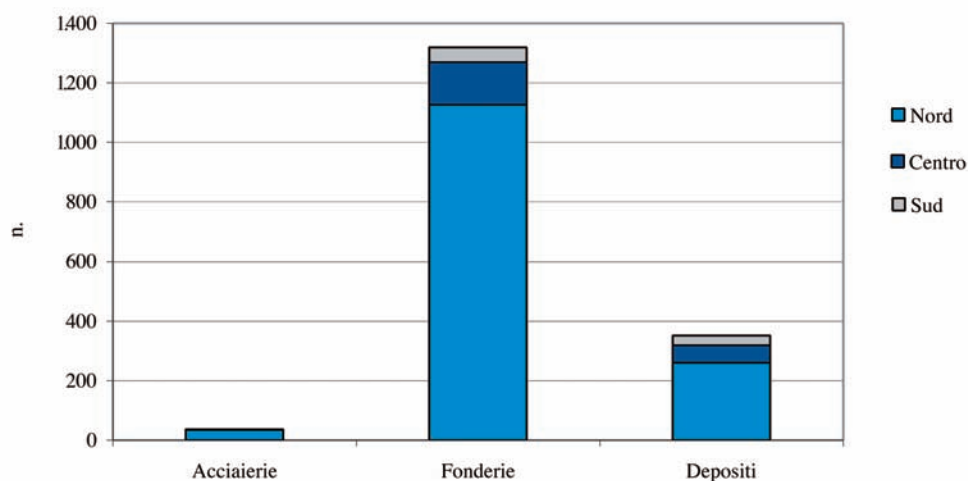




Tabella 14.4: Numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici nelle regioni italiane

Regione	Fusione		Depositi
	Acciaierie	Fonderie	
Piemonte	3	121	31
Valle d'Aosta	1	4	1
Lombardia	20	659	99
Trentino Alto Adige	2	13	12
Veneto	5	138	49
Friuli Venezia Giulia	2	27	14
Liguria	0	10	13
Emilia Romagna	1	153	44
Toscana	0	46	28
Umbria	1	12	4
Marche	0	43	6
Lazio	0	18	17
Abruzzo	0	13	4
Molise	0	5	0
Campania	0	18	11
Puglia	0	16	13
Basilicata	1	3	2
Calabria	0	6	0
Sicilia	0	7	6
Sardegna	0	6	1
ITALIA	36	1.318	355

Fonte: Elaborazione APAT su dati trasmessi da Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet



Fonte: Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet.

LEGENDA:

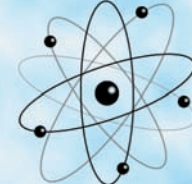
L'Italia è stata suddivisa nelle seguenti macroregioni (come riportato nella norma ISO 3166/4217):

Nord: Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Province di Bolzano e Trento, Valle d'Aosta e Veneto;

Centro: Abruzzo, Lazio, Marche, Molise, Toscana, Umbria e Sardegna;

Sud: Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia

Figura 14.2: Numero di impianti per il trattamento dei rottami metallici, dati aggregati per macroregioni - Anno 2002



INDICATORE

IMPIANTI NUCLEARI: ATTIVITÀ DI RADIOISOTOPI RILASCIATI IN ARIA E IN ACQUA

SCOPO

Monitorare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari.

DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di pressione, documenta la quantità di radioattività rilasciata annualmente nell'ambiente in qualità di scarichi liquidi e aeriformi, confrontandola con i limiti di scarico autorizzati.

UNITÀ di MISURA

Bequerel (Bq), percentuale formula di scarico (% F.d.S.).

FONTE dei DATI

Elaborazione APAT, su informazione degli esercenti degli impianti nucleari, in ottemperanza alle prescrizioni date in sede di autorizzazione.

NOTE TABELLE e FIGURE

Stato attuale degli impianti nucleari italiani: il referendum del 1987 sui quesiti relativi alle centrali nucleari prima, e la successiva decisione del CIPE del 1990 di annullamento del programma energetico nucleare in Italia, hanno determinato sia la chiusura definitiva delle quattro centrali in esercizio e degli impianti di fabbricazione del combustibile a esse collegati, sia l'abbandono dell'attività di ricerca nel campo del ciclo del combustibile che ha comportato, anche in questo caso, la chiusura dei relativi impianti.

Diversi impianti di ricerca erano già stati chiusi, ma solo per aver esaurito i loro programmi sperimentali; si fa riferimento ad alcuni reattori dell'ENEA installati presso il Centro della Casaccia e presso i Laboratori di Montecuccolino. Alcuni impianti del ciclo del combustibile, eserciti da società private, erano stati parimenti chiusi per motivi legati essenzialmente al riassetto di tali società.

Oggi sono in esercizio in Italia solo quattro reattori di ricerca, installati il primo presso il Politecnico dell'Università di Palermo (il reattore AGN 201 "Costanza", di bassissima potenza termica, pari a pochi watt, utilizzato per scopi didattici), altri due presso il Centro Ricerca Casaccia dell'ENEA (il reattore termico TRIGA RC-1 e il reattore sorgente veloce TAPIRO, aventi potenza rispettivamente di 1 MW e di 5 kW termici, impiegati per ricerche nel campo della fisica dei solidi e della fisica nucleare e per applicazioni nel campo medico-biologico) e, infine, l'ultimo presso il LENA dell'Università di Pavia (un reattore tipo TRIGA MARK II, della potenza termica di 250 kW in regime stazionario e di 250 MW in regime pulsato, utilizzato per irraggiamenti neutronici di materiali).

A detti reattori va aggiunto il deposito Avogadro, di proprietà della FIAT-AVIO, ubicato nel sito di Saluggia, nel quale sono immagazzinati tutti gli elementi di combustibile irraggiato provenienti dalla Centrale del Garigliano e parte di quelli della Centrale di Trino.

Con la necessità di operare sui reattori TRIGA e TAPIRO (Casaccia) e di gestire gli impianti del ciclo del combustibile (EUREX a Saluggia, ITREC alla Trisaia, IPU e OPEC alla Casaccia), l'ENEA è attualmente il maggiore esercente nazionale di impianti nucleari non energetici. La Fabbricazione Nucleare S.p.A., partecipata dall'ENEA, esercisce inoltre un impianto industriale di fabbricazione del combustibile nucleare attualmente in corso di disattivazione.

Gli altri impianti nucleari sono tutti in fase di disattivazione più o meno avanzata, sia sotto l'aspetto operativo sia autorizzativo, o di cessato esercizio. Per fare un solo esempio, le Centrali del Garigliano e di Latina sono del tutto prive di combustibile nucleare, sia irraggiato sia fresco, mentre tale combustibile è ancora presente negli appositi depositi delle Centrali di Trino e di Caorso.

Nella tabella 14.5 sono riportati per ciascun impianto nucleare, relativamente all'anno 2002, i valori dell'impegno annuale delle formule di scarico e le quantità dei radionuclidi più significativi rilasciati nell'ambiente. Le formule di scarico stabiliscono le quantità massime di radioattività e le modalità di scarico autorizzate per il rilascio nell'ambiente.



STATO e TREND

L'indicatore è pressoché stabile; infatti a fronte di un aumento registrato per il Centro Casaccia dell'ENEA e del deposito Avogadro della FIAT AVIO di Saluggia, gli altri impianti sono in condizioni di stabilità o addirittura si registra una leggera diminuzione di scarichi, come per la Centrale di Latina e per il Centro EURATOM di Ispra.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli scarichi nell'ambiente di effluenti radioattivi da parte degli impianti nucleari, sono soggetti ad apposita autorizzazione. In essa sono stabiliti, tramite prescrizione tecnica allegata all'autorizzazione e all'esercizio dell'impianto, i limiti massimi di radioattività rilasciabile nell'ambiente e le modalità di scarico (formula di scarico).

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Alcune riserve vanno poste sulla non completa documentazione dell'indicatore.



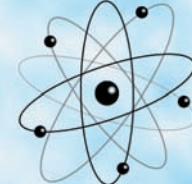


Tabella 14.5: Quantità di radioattività scaricata negli effluenti liquidi e aeriformi - Anno 2002

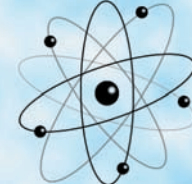
Centrale di Caorso (PC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs137	H3	Fe55	%F. d. S.						
Attività (Bq)	5,6E+07	6,23E+06	2,73E+08	2,22E+05	2,19E-03						
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs137	H3	%F. d. S.							
Attività (Bq)	1,39E+04	4,19E+03	7,21E+08	4,15E-03							
Centrale di Trino Vercellese (VC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H3	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,51E+08	2,14E+06	3,4E+08	5,1E+06	5,2E+07	3,6E+09	5,71				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H3	% F.d.S.			
Attività (Bq)	2,5E+05	(*)	2,13E+05	1,3E+03	(*)	(*)	5,8E+09	1,31			
Centrale di Latina (LT)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	H3	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,8E+06	2,38E+06	9,32E+07	7,43E+07	1,03E+05	7,74E+07	4,51				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	% F.d.S.									
Attività (Bq)	2,75E+01	0,001									
Centrale del Garigliano (CE)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	α	H3	% F.d.S.				
Attività (Bq)	2,83E+08	(*)	1,71E+09	2,20E+08	(*)	7,82E+06	1,13				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H3				% F.d.S.		
Attività (Bq)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)				-		
Centro EURATOM di Ispra (VA)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	α totale	β totale	Am241	Co56	Co57	Co60	Cs137	Zn65	Sr90	H3	% F.d.S.
Attività (Bq)	2,8E+05	7,21E+06	7,00E+04	1,00E+04	3,00E+04	2,0E+04	1,22E+06	1,00E+04	3,48E+06	6,94E+06	0.35
Scarichi aeriformi											
Nuclide	H3									% F.d.S.	
Attività (Bq)	4,6E+11									0.61	
Centro Casaccia dell'ENEA (RM)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	α totale	β/γ totale	I131	Cs137	Sr90	Pu	% F.d.S.				
Attività (Bq)	5,80E+05	1,5E+10	(*)	4,70E+07	3,3E+07	7,53E+02	91,1				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	Pu	β/γ	% F.d.S.					
Attività (Ba)	1.5E+12	(*)	(*)	<9.37E+03	<1.50E+05	(**)					

continua



segue

Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)										
Scarichi liquidi										
Attività scaricata (Bq)	% F.d.S.									
1,40E+09	3,78									
Scarichi aeriformi										
Attività scaricata pulviscolo (Bq)	% F.d.S.	Attività scaricata gas (Bq)	% F.d.S.							
2,18E+06	7,0E-02	4,73E+12	3,2							
Reattore TRIGA LENA dell'Università di Pavia (PV)										
Scarichi liquidi										
Nuclidi	Co60	Cs137	Zn65	% F.d.S.						
Attività (Bq)	(*)	(*)	(*)	-						
Scarichi aeriformi										
Nuclidi	Ar41			% F.d.S.						
Attività (Bq)	3,06E+10			(+)						
Deposito Avogadro della FIAT-AVIO, Saluggia (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclidi	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H3	α totale	% F.d. S.			
Attività (Bq)	2,8E+07	4,6E+06	6,2E+07	3,1E+06	2,2E+07	8,2E+04	29,07			
Scarichi aeriformi										
Nuclidi	Kr85	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	α totale	% F.d.S.			
Attività (Bq)	≤ 1,24E+10	≤ 9,68E+02	≤ 4,84E+02	≤ 4,4E+02	≤ 4,14E+02	≤ 7,19E+03	a) ≤ 0,13 b) ≤ 0,17 c) ≤ 1,31			
Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Uranio				%F.d.S.					
Quantità (kg)	0,1592				0,80					
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Uranio				%F.d.S.					
Attività (Bq)	1,62E+05				3,8					
Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Cs134	Cs137	H3	Sr90	β/γ totale	α totale	%F.d.S.			
Attività (Bq)	≤ 7,30E+05	2,4E+06	≤ 8,15E+07	≤ 3,76E+06	2,1E+07	≤ 8,66E+05	0,01			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Kr85	Cs134	Cs137	I129	Sr90	H3	Pu	β/γ totale	α totale	%F.d.S
Attività (Bq)	(*)	< 1,1E+04	< 1,12E+04	< 1,56E+04	< 1,56E+03	3,97E+08	< 5,37	< 2,77E+04	≤ 5,76E+02	a) 0,0 b) <0,004 c) <0,025
Fonte: APAT										
LEGENDA:										
a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula discarico per i particolati b/g; c) formula discarico per i particolati a;										
(*) valori inferiori alla minima attività rilevabile;										
(**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico;										
(+) per il reattore TRIGA LENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi										



INDICATORE

QUANTITÀ DI RIFIUTI RADIOATTIVI DETENUTI

SCOPO

Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione.

DESCRIZIONE

L'indicatore documenta la distribuzione dei siti dove sono detenuti rifiuti radioattivi con informazioni su tipologia e quantità dei medesimi. Si tratta di un indicatore di pressione.

UNITÀ di MISURA

Becquerel (Bq), metro cubo (m³).

FONTE dei DATI

Banca Dati SIRR (Sistema Informativo Rifiuti Radioattivi) c/o APAT, sulla base delle informazioni ricevute dagli esercenti.

NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 14.6 sono riportati i dati su volumi e attività dei rifiuti (solidi e liquidi), sulle attività delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione dei siti di raccolta. I dati si riferiscono a dicembre 2002 e si prevede un aggiornamento annuale. In seguito saranno disponibili anche disaggregazioni su altre informazioni importanti, quali la categoria di appartenenza (ai sensi della Guida Tecnica ANPA, n. 26), la quota di rifiuto condizionato sul totale, nonché l'informazione sul singolo recettore.

Nelle regioni che non sono riportate nella tabella non sono previsti siti di detenzione di rifiuti radioattivi, come evidenziato anche dalla figura 14.3, rappresentativa della localizzazione dei siti di detenzione dei rifiuti distinti per tipologia.

STATO e TREND

Lo stato dell'indicatore risulta sufficientemente descritto, anche se esistono alcune tipologie di rifiuti radioattivi per i quali gli esercenti non posseggono informazioni complete, in particolare in termini di contenuto radiologico. Il trend attuale dell'indicatore è da considerarsi sostanzialmente stazionario, in quanto, in termini quantitativi, non sussiste una produzione di rifiuti radioattivi, fatta eccezione per i rifiuti ospedalieri. Si prevede nei prossimi anni una consistente crescita dell'indicatore con l'avvio delle attività di smantellamento delle installazioni nucleari italiane.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

L'attività di allontanamento/raccolta/deposito di rifiuti radioattivi è disciplinata dal D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, specificatamente al Capo VI.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	1	1

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Alcune riserve vanno poste sull'accuratezza dei dati relativi ad alcuni siti; nessuna riserva sulle comparabilità nel tempo e nello spazio.

★★★



Tabella 14.6: Caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato suddivisi per regione di ubicazione

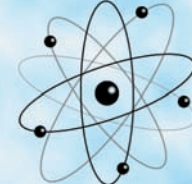
Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti dismesse Attività Bq*10 ⁹	Combustibile irraggiato	
	Attività Bq*10 ⁹	Volume m ³		Attività Bq*10 ¹²	Totale Attività Bq*10 ¹²
Piemonte	5.808.082	4.795	5.037	1.346.800	1.352.805
Lombardia	69.191	2.937	107.445	3.694	3.871
Emilia Romagna	3.488	4.660	73.751	1.700.057	1.700.134
Lazio	89.941	6.370	700.039	160.058	160.848
Campania	515.152	2.542	-	-	515
Toscana	14.503	350	419.000	5	439
Basilicata	591.794	3.052	41	4.583	5.175
Molise	46	86	0,30	-	0,046
Puglia	238	1140	1,46	-	0,239
Sicilia	0,88	30	0,01	-	0,001
TOTALE	7.092.436	25.962	1.305.315	3.215.197	3.223.787

Fonte: APAT



Fonte: APAT, Banca dati SIRR (Sistema Informativo Rifiuti Radioattivi)

Figura 14.3: Siti di detenzione dei rifiuti distinti per tipologia: impianti nucleari, reattori di ricerca, depositi, laboratori di ricerca



INDICATORE

CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON INDOOR

SCOPO

Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione.

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria nelle abitazioni. Esso rappresenta il parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione e per la pianificazione delle risposte da adottare, anche in relazione alla normativa sull'esposizione negli ambienti di lavoro. L'indicatore comprende informazioni relative all'*Individuazione delle aree soggette a rischio radon*, che sintetizzano gli studi/iniziative sviluppati a livello regionale mirati all'identificazione delle aree maggiormente interessate dal problema.

UNITÀ di MISURA

Becquerel per metro cubo (Bq/m³), percentuale (%).

FONTE dei DATI

I dati sono stati ricavati da un'indagine nazionale, condotta tra il 1989 e il 1997, su un campione rappresentativo di 5.361 abitazioni distribuite in 232 comuni italiani. La selezione del campione ha consentito di estendere la rappresentatività anche a livello regionale. L'indagine è stata realizzata, in ciascuna regione, dai laboratori regionali per il controllo della radioattività ambientale (CRR) con il coordinamento dell'ANPA (oggi APAT) e dell'Istituto Superiore di Sanità. I risultati sono riportati in: Bochicchio F., Campos Venuti G. Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions - Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop*, Atene, Aprile 1999.

Ai fini dell'individuazione delle aree a rischio radon ulteriori indagini sono state effettuate con criteri diversi da 5 Regioni/Province autonome: Piemonte, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Toscana e Provincia autonoma di Bolzano.

NOTE TABELLE e FIGURE

In tabella 14.7 sono riportate, le medie regionali della concentrazione di attività di radon indoor (figura 14.4) e la frazione di abitazioni che in ogni regione supera i due livelli di riferimento indicati dalla Commissione Europea: 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³.

I valori medi nazionali sono stati ottenuti pesando le medie regionali per il numero degli abitanti di ogni regione: la media aritmetica è risultata 70 Bq/m³, la media geometrica è 52 Bq/m³ e la percentuale di abitazioni che eccedono i livelli di riferimento di 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³ sono rispettivamente 4,1% e 0,9%.

Dagli studi effettuati fino a oggi in Italia emerge che, come per gli altri paesi, solo una piccola parte degli edifici si trova nelle condizioni di superare i livelli sopra riferiti e che questa percentuale non è uniforme sul territorio nazionale, ma vi sono aree in cui è notevolmente superiore alle altre.

La figura 14.5 indica le regioni che hanno effettuato misure della concentrazione di radon indoor, in diverse matrici (terreno, rocce, materiali di costruzione, acque di acquedotti e sorgenti), al fine di realizzare una mappatura delle zone a rischio radon del loro territorio.

La Regione Veneto ha elaborato, attraverso un'indagine appositamente pianificata su circa 1.200 abitazioni, mappe sulla base della percentuale di abitazioni eccedenti i 200 Bq/m³, suddividendo il territorio in maglie rettangolari di circa 6x5 km.

La Regione Toscana ha elaborato mappe delle percentuali di abitazioni eccedenti i 200 Bq/m³, suddividendo il territorio in classi litologiche, utilizzando i dati di concentrazione di radon relativi a tre indagini condotte dal CRR di Firenze: la campagna nazionale nelle abitazioni rappresentativa a livello regionale, l'approfondimento realizzato nelle aree del Monte Amiata e delle Colline Metallifere, sempre tramite rilevazioni nelle abitazioni, la campagna di misura in asili e scuole materne della regione.

La Provincia autonoma di Bolzano ha terminato la classificazione dei propri comuni (116), esaminando in ogni comune la concentrazione di radon indoor in un campione costituito da almeno 20 edifici privati o pubblici (tra cui anche scuole o asili). In totale sono state esaminate 3.256 case. Le misure sono state eseguite durante il



semestre invernale e sempre al piano terra. Si è scelto di determinare una concentrazione rappresentativa del singolo comune: allo scopo si è preso il 75° percentile dei dati rilevati. Considerando un rapporto medio tra estate e inverno di 1:2, si può stimare che in Alto Adige circa nell'11% delle case al piano terra si supera la soglia d'intervento di 400 Bq/m³ raccomandata dalla UE; in circa il 2-3% delle case le concentrazioni superano i 1.000 Bq/m³. La mappatura viene utilizzata nel settore edilizio per la prevenzione radon.

Le indagini svolte in Friuli Venezia Giulia sono relative a una campagna di misura in tutte le scuole di ogni ordine e grado della provincia di Trieste e a una campagna condotta in tutte le scuole della provincia di Pordenone. Queste indagini non sono direttamente finalizzate alla mappatura. Ciò nonostante la grande quantità di dati raccolti, analizzata in relazione alla geologia delle zone interessate, ha permesso di ottenere importanti indicazioni per una futura classificazione delle aree.

In Piemonte l'ARPA ha avviato un progetto radon a carattere preliminare che ha, per ora, come obiettivi la raccolta in un unico database delle specifiche dei punti di misura della concentrazione di radon effettuate, incluse le relative coordinate geografiche e la promozione/conduzione di campagne di misura del radon indoor nelle zone della regione dove è scarsa la conoscenza dei livelli di concentrazione.

STATO e TREND

L'indicatore rappresenta la situazione media nazionale. La concentrazione di radon indoor è, tuttavia, molto variabile e, a livello di singola abitazione può arrivare fino a decine di volte il valore medio riportato. Nei casi di elevate concentrazioni sono comunque possibili azioni di risanamento che possono ridurre notevolmente l'esposizione. La crescente presa di coscienza di questo fenomeno tra la popolazione e la crescente informazione, potranno portare nel futuro a un numero di risanamenti, tali da poter ridurre eventualmente anche il valore medio nazionale. Al momento, non sono, però, prevedibili sensibili miglioramenti.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La Raccomandazione Europea 90/143/Euratom del 21/02/90 ha fissato due livelli di riferimento, superati i quali, sono raccomandate azioni di risanamento: 400 Bq/m³ per edifici esistenti e 200 Bq/m³ (quale parametro di progetto) per edifici da costruire.

In Italia il D.lgs. 230/95 fissa in 500 Bq/m³ il livello di azione per la concentrazione di radon in alcuni ambienti, definiti, di lavoro. Prevede inoltre che le regioni, entro il 31 agosto 2005, dovranno individuare le zone a elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Indagini di questo tipo sono *una tantum*. A seguito delle indagini regionali disposte dalla normativa saranno possibili eventuali aggiornamenti.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore è indispensabile per quantificare la problematica. Il tipo di indagine effettuata rende i dati accurati e comparabili nel tempo e nello spazio.



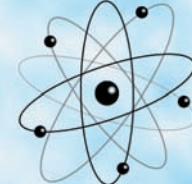


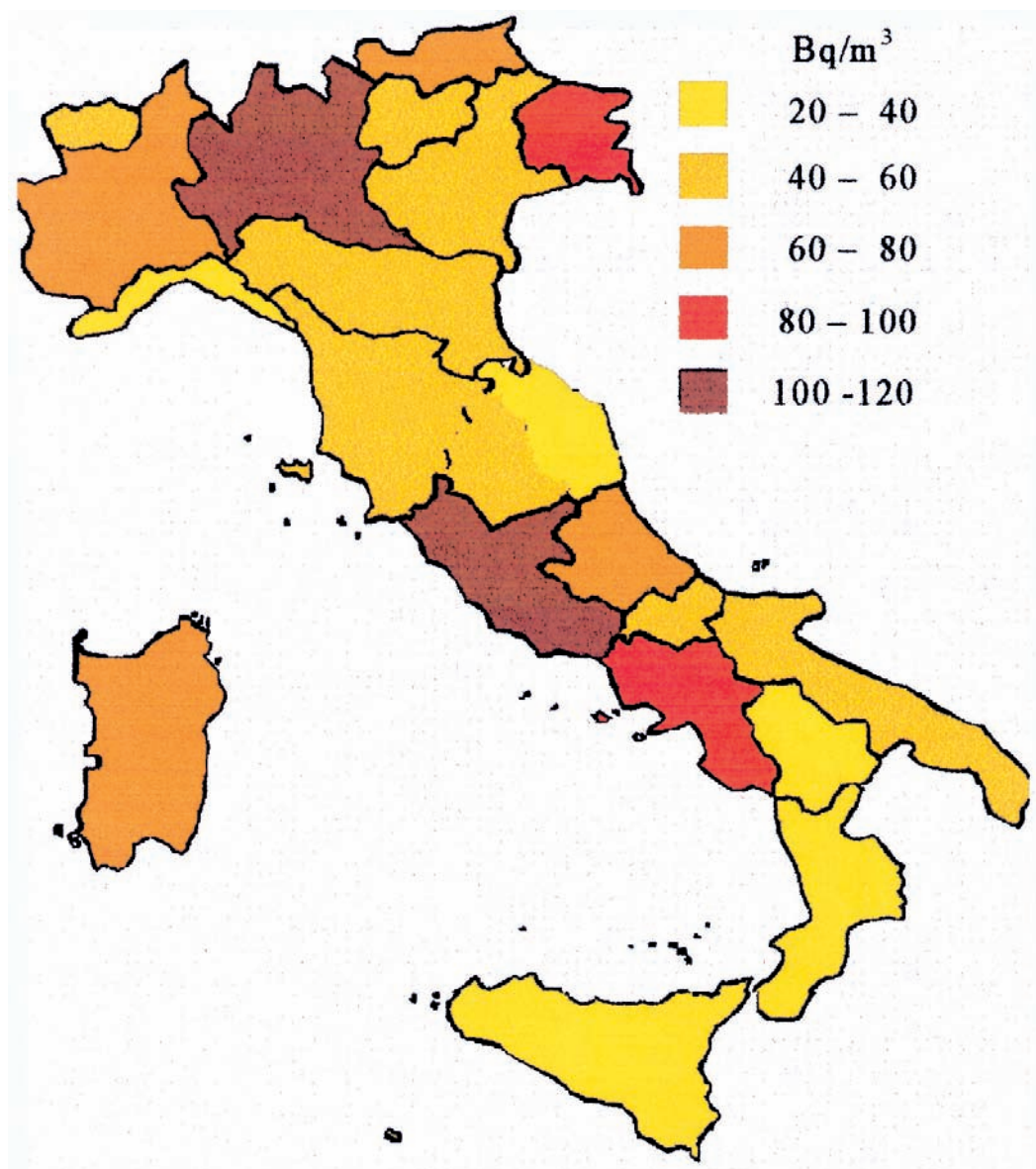
Tabella 14.7: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni nelle regioni e province autonome italiane (indagine condotta nel periodo 1989 - 1997)

Regione/Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica ± STD ERR Bq/m ³	Abitazioni >200 Bq/m ³ %	Abitazioni >400 Bq/m ³ %
Piemonte	69 ± 3	2,1	0,7
Valle d'Aosta	44 ± 4	0	0
Lombardia	111 ± 3	8,4	2,2
Bolzano-Bozen ⁽¹⁾	70 ± 8	5,7	0
Trento ⁽¹⁾	49 ± 4	1,3	0
Veneto	58 ± 2	1,9	0,3
Friuli Venezia Giulia	99 ± 8	9,6	4,8
Liguria	38 ± 2	0,5	0
Emilia Romagna	44 ± 1	0,8	0
Toscana	48 ± 2	1,2	0
Umbria	58 ± 5	1,4	0
Marche	29 ± 2	0,4	0
Lazio	119 ± 6	12,2	3,4
Abruzzo	60 ± 6	4,9	0
Molise	43 ± 6	0,0	0
Campania	95 ± 3	6,2	0,3
Puglia	52 ± 2	1,6	0
Basilicata	30 ± 2	0	0
Calabria	25 ± 2	0,6	0
Sicilia	35 ± 1	0	0
Sardegna	64 ± 4	2,4	0
MEDIA (pesata per la popolazione regionale)	70 ± 1	4,1	0,9

Fonte: Bochicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., "Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions" Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

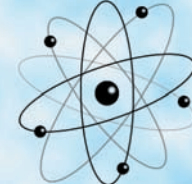
LEGENDA:

⁽¹⁾ Il Trentino Alto Adige è costituito dalle due Province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti



Fonte: Bochicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions - Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop*, Atene, Aprile 1999

Figura 14.4: Carta tematica per regione e provincia autonoma delle concentrazioni di attività di Rn 222 nelle abitazioni (la scelta degli intervalli ha valore esemplificativo) - Anni 1989-1997



Fonte: APAT/CTN_AGF

Figura 14.5: Regioni in cui sono stati sviluppati studi/iniziative mirate all'identificazione delle aree soggette a rischio radon – Anno 2002



INDICATORE

DOSE GAMMA ASSORBITA IN ARIA PER ESPOSIZIONE A RADIAZIONI COSMICA E TERRESTRE

SCOPO

Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre (due delle fonti di esposizione alla radioattività naturale), al fine di valutarne l'impatto sulla popolazione italiana. Documentare eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione a radiazioni.

DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, è ricavato dalla misura delle radiazioni gamma in aria. La dose gamma assorbita in aria è dovuta a due contributi principali: la radiazione cosmica e quella terrestre. La componente terrestre varia in funzione del luogo in cui avviene l'esposizione: all'esterno (*outdoor*) o all'interno (*indoor*) degli edifici. In quest'ultimo caso vi è una componente aggiuntiva dovuta alla radioattività naturale contenuta nei materiali da costruzione.

UNITÀ di MISURA

Nanogray/ora (nGy/h)

FONTE dei DATI

Cardinale A., Frittelli L., Lembo G., Gera G., Ilari O., *Studies on the Natural Background in Italy*, Health Phys. 20, 285, 1971.
Cardinale A., Cortellessa G., Gera F., Ilari O., Lembo G., *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation - Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment*, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. pag. 421, 1972.

Banca Dati della rete automatica dell'APAT di rilevamento della dose gamma in aria (Rete GAMMA) costituita da 50 centraline di monitoraggio, per la maggior parte site in stazioni del Corpo Forestale dello Stato, e di un centro di controllo presso il Centro Emergenze Radiologiche dell'APAT.

NOTE TABELLE e FIGURE

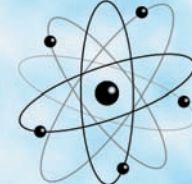
In tabella 14.8 sono riportate le stime dei contributi medi delle diverse componenti della dose gamma assorbita in aria. I dati dei contributi di origine cosmica e di origine terrestre *outdoor* sono stati elaborati dai risultati di un'indagine effettuata tra gli anni 1970-1971 su un reticolo di oltre 1.000 punti di misura. I dati della dose gamma di origine terrestre *indoor* sono stati ottenuti nell'ambito dell'indagine nazionale sulla radioattività nelle abitazioni, su campioni di abitazioni rappresentativi a livello regionale. Dall'analisi dei dati si evidenzia la sostanziale uniformità del contributo della radiazione cosmica, mentre il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito. La dose gamma totale annuale dipende dai tempi di permanenza *indoor* e *outdoor* che sono rispettivamente il 79% e il 21%.

La rete GAMMA dell'APAT è costituita da 50 centraline di monitoraggio che forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose assorbita in aria. Nella figura 14.6 è riportata la localizzazione delle stazioni di monitoraggio della rete GAMMA. Nella tabella 14.9 sono fornite le medie annuali del rateo di dose gamma assorbita in aria, nel periodo 01/01/00-31/12/02, aggregate per macroregioni: nord, centro e sud. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle singole stazioni. Le deviazioni standard percentuali si riferiscono alla distribuzione spaziale. Relativamente alle fluttuazioni temporali, esse sono dell'ordine del 3%, desumibile dalla deviazione standard delle misure giornaliere delle singole stazioni.

Sono evidenziati, inoltre, i valori massimi e minimi per ciascuna macroregione. Il valore medio pesato per la popolazione delle tre macro-regioni risulta essere pari a 107 nGy/h, dato da confrontare con 112 nGy/h ottenuto dalla tabella 14.8 sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor*.

STATO e TREND

Lo stato e il trend attribuiti all'indicatore evidenziano una situazione di stazionarietà, in accordo con la natura stessa dell'indicatore. L'eventuale variazione del valore della dose gamma assorbita in aria, infatti, potrebbe



essere conseguenza, essenzialmente, di eventi incidentali. La natura e portata di tali eventi, inoltre, escluderebbe il coinvolgimento degli impianti nucleari italiani e le attività di smantellamento a essi associate.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il monitoraggio dell'intensità di dose gamma in aria è condotto nell'ambito delle attività previste dal D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123).

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Il dato per la sua caratteristica rimane stabile nel tempo, a meno di incidenti o esplosioni nucleari che rilascino radionuclidi g-emettitori in atmosfera. La rete GAMMA è una rete in tempo reale, dalla quale si possono ricavare aggiornamenti annuali.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore risponde bene alla domanda d'informazione. La rete GAMMA è una rete di allarme non predisposta per la valutazione della dose alla popolazione (le centraline non sono state disposte e non era necessario che lo fossero per questo scopo), bensì per segnalare eventuali anomalie dovuti a rilasci in atmosfera. Tuttavia i dati della rete sono confrontabili con i dati dell'indagine svolta nel 1972.

★ ★ ★



Tabella 14.8: Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre (nGy/h) – Anno 2002

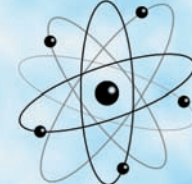
Regione	Origine cosmica	Origine terrestre	
		outdoor	indoor
Piemonte	40	57	95
Valle d'Aosta	46	10	-
Lombardia	35	57	82
Trentino Alto Adige	49	49	88
Veneto	38	53	46
Friuli Venezia Giulia	40	51	69
Liguria	39	49	116
Emilia Romagna	38	54	50
Toscana	40	53	44
Umbria	45	59	128
Marche	39	58	58
Lazio	39	136	-
Abruzzo	42	51	63
Molise	35	43	64
Campania	37	162	298
Puglia	38	61	46
Basilicata	41	89	-
Calabria	40	65	-
Sicilia	39	68	-
Sardegna	37	31	98
MEDIA (pesata per la popolazione)	38	74	104^(a)

Fonte: Elaborazione APAT su dati Cardinale A., Cortellessa G., Gera F., Ilari O., Lembo G., *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation - Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment*, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. pag. 421, 1972

Esposizione gamma indoor: Elaborazione APAT su dati dei Centri Regionali di riferimento per la Radioattività ambientale (CRR) relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni

LEGENDA:

^(a) La media pesata per la componente di origine terrestre *indoor* è stata calcolata attribuendo alle regioni per le quali i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre *outdoor* della regione per il rapporto medio tra componente *outdoor* e *indoor* di tutte le regioni con dati



**Tabella 14.9: Intensità di dose assorbita in aria outdoor (cosmica e terrestre) da rete GAMMA
Anni 2000-2002**

	2000	Nord 2001	2002	2000	Centro 2001	2002	2000	Sud 2001	2002
media (nGy/h)	103	101	105	109	109	106	93	103	112
S.D. (%) ^(*)	14,3	14,6	14,9	52,8	49,7	58,1	26,9	31,7	36,1
val. min (nGy/h)	78	77	71	61	61	58	59	63	66
val. max (nGy/h)	130	128	143	309	302	322	131	173	179

Fonte: APAT (Banca dati rete GAMMA)

LEGENDA:

(*) I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono dell'ordine del 3%



Fonte: APAT (Banca dati rete GAMMA)

Figura 14.6: Centraline di misura della rete GAMMA APAT – Anno 2002



INDICATORE

CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADIONUCLIDI ARTIFICIALI IN MATRICI AMBIENTALI E ALIMENTARI (PARTICOLATO ATMOSFERICO, DEPOSIZIONI UMIDE E SECCHIE, LATTE)

SCOPO

La valutazione della concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte) permette il controllo della contaminazione ambientale dei radionuclidi derivanti da sorgenti diffuse di radioattività (reti nazionali, regionali), quali ad esempio le deposizioni al suolo provenienti da test nucleari e da trasporto "trasfrontaliero" di contaminazione dovuta a situazioni incidentali (es. incidente di Chernobyl), da sorgenti localizzate come gli impianti nucleari e altri stabilimenti di radioisotopi (reti locali, regionali). La misura della concentrazione di attività di radionuclidi nel latte fornisce altresì un'informazione utile per due aspetti: dietetico-sanitari, in relazione all'importanza di tale alimento quale componente della dieta, e ambientale, in relazione al rapido trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte.

DESCRIZIONE

Si tratta di un insieme di indicatori di stato: presenza di radionuclidi artificiali in campioni di particolato atmosferico corrispondenti a volumi di aria noti, di deposizione umida e secca e di latte vaccino pastorizzato fresco e a lunga conservazione (UHT).

La presenza di Cs-137 nel latte è rilevabile quale residuo della contaminazione di eventi su scala globale (*test bellici* degli anni '60, incidente di Chernobyl).

L'approfondimento *"Stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale"* riepiloga, a dicembre 2002, la situazione del monitoraggio relativamente alle reti esistenti: reti locali, regionali e nazionali.

UNITÀ di MISURA

Becquerel per metrocubo (Bq/m³), becquerel per metroquattro (Bq/m²), becquerel per litro (Bq/l).

FONTE dei DATI

Collacino, Dietrich, Favale, Passamonti, Baldi, 1987, *"La radioattività dell'aria in Italia a seguito dell'incidente di Chernobyl"*, Gli studi sulla radioattività ambientale e sull'impatto sanitario anche sulla base dell'incidente di Chernobyl, ENEA.

ENEA-DISP, *Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia, Reti Nazionali*, 1986-87, 1988, 1989, 1990.

ANPA, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998.

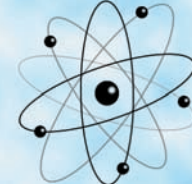
OECD-NEA, 1987, *The Radiological Impact of the Chernobyl Accident in OECD Countries*, Parigi.

Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati ARPA APPA raccolti da APAT Servizio Controllo Radiazioni Ambientali nell'ambito del coordinamento delle Reti di Sorveglianza Nazionale.

NOTE TABELLE e FIGURE

I prelievi di particolato atmosferico sono stati storicamente affidati a una rete di stazioni dell'Aeronautica Militare, distinte per quota (alta e bassa) e latitudine (nord, centro e sud), caratterizzate da procedure e sistemi di campionamento omogenei, con determinazioni radiometriche, svolte dal CNR/IFA e, dal 1993, da alcuni Centri Regionali di Riferimento per la radioattività ambientale (CRR) afferenti alle Reti Nazionali; nel tempo si sono aggiunti, alle predette stazioni, ulteriori punti presso i laboratori delle Reti Nazionali (CRR e CCR Ispra) mentre dal 1999 è in atto lo smantellamento di parte delle stazioni dell'Aeronautica. Nella tabella 14.10 vengono presentati i dati delle misure raccolte a intervalli/periodi mensili dei filtri di aspirazione, effettuate in accordo al protocollo delle Reti Nazionali, per il 2002, per macroregioni¹ e il numero totale delle stazioni. Si osserva una certa disomogeneità nella copertura territoriale, in particolare il Sud Italia risulta "coperto" da una sola stazione dell'Aeronautica.

Nelle misure effettuate l'attività è spesso inferiore alla minima attività rilevabile². Tali valori sono comunque stati inclusi nel calcolo delle medie mensili. L'andamento temporale (con cadenza mensile) della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico per tutte le stazioni italiane è visualizzato in figura 14.7. I dati sono tratti dai Rapporti delle Reti Nazionali; il valore relativo ai primi giorni di maggio dell'86 (arrivo della nube di Chernobyl in Italia) si riferisce alle stazioni attive in quel periodo. Il picco relativo al 1998, più evidente per il Nord Italia, è dovuto a un incidente di una fonderia spagnola presso Algeciras.



Le misure di deposizione al suolo sono effettuate dai laboratori delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale (CRR e CCR Ispra) coordinate dall'APAT (secondo gli appositi protocolli) su campioni raccolti mensilmente. È stata effettuata la media per macroregione¹ sulla base dei dati delle singole stazioni di prelievo. L'aggiornamento dei dati è al 2002. Nella tabella 14.11 e nella figura 14.8 sono presentate rispettivamente le concentrazioni mensili di attività di Cs-137 nel 2002 e la serie storica dei dati a livello nazionale. Si osserva una disomogeneità significativa nella copertura territoriale.

Si evidenziano, inoltre, gli eventi di ricaduta associati ai test in atmosfera degli anni '60 e l'episodio dell'incidente della centrale di Chernobyl a partire dal quale l'andamento dei valori di contaminazione segna una sistematica diminuzione (il valore per il 1986 è stato stimato dai dati sperimentali presentati in un rapporto dell'OECD per la somma dei due isotopi dell'elemento, Cs-134 e Cs-137).

I dati di misura del latte sono forniti dai laboratori delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale coordinate dall'APAT (la fonte è la raccolta dati delle Reti Nazionali fatta da APAT nel corrente anno relativa al 2002). Campionamento e misura, entrambi mensili, sono svolti generalmente secondo gli appositi protocolli.

Il valore di concentrazione per macroregione riportato nella tabella 14.12 è la media aritmetica dei dati regionali, che si suppone siano rappresentativi a livello locale del territorio interessato. Il dato unico sul latte deriva (regione per regione) dalla media sui campioni di latte fresco pastorizzato e a lunga conservazione.

Nelle analisi effettuate l'attività è spesso risultata inferiore alla minima attività rilevabile².

Futuri approfondimenti potranno prevedere elaborazioni e strategie di campionamento più mirate a rappresentare il dato di contaminazione rispetto al consumo macroregionale. Dal confronto nel tempo del valore medio nazionale (figura 14.9) si evince a oggi un abbattimento dei livelli di contaminazione di circa un ordine di grandezza rispetto al dato medio del 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl.

STATO e TREND

Lo stato dell'indicatore risulta sufficientemente descritto, anche se sussistono disomogeneità comportamentali a livello di misure eseguite dai diversi CRR. Il trend attuale dell'indicatore è da considerarsi sostanzialmente stazionario, in quanto la presenza di Cs-137 è rilevabile pressoché esclusivamente quale residuo della contaminazione di eventi su scala globale (test bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl).

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

L'art. 104 del D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, individua le reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale come strumento per la stima dell'esposizione della popolazione, dovuta a sorgenti diffuse. La Raccomandazione Europea 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni ai Paesi membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale. La Regolamentazione Europea (Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe) è relativa alla commercializzazione di prodotti fra gli Stati membri conseguente alla contaminazione di Chernobyl.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	3	1	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione; alcune riserve sull'accuratezza dei dati relativi alle diverse matrici trasmesse dai vari laboratori; nessuna riserva sulle comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio è garantita in modo molto differente, a seconda della matrice considerata. I dati forniti suggeriscono la necessità di riordinare l'attività della Rete Nazionale.

★ ★

¹ La Raccomandazione Europea dell'8 giugno 2000 sull'applicazione dell'art.36 del Trattato Euratom riguardante il controllo del grado di radioattività ambientale allo scopo di determinare l'esposizione dell'insieme della popolazione, prevede la suddivisione dell'Italia nelle seguenti macroregioni (come riportato nella norma ISO 3166/4217):

- Nord: Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lombardia, Piemonte, Province di Bolzano e Trento, Valle d'Aosta e Veneto;
- Centro: Abruzzo, Lazio, Marche, Molise, Toscana, Umbria e Sardegna;
- Sud: Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia

² Le medie sui ricavate includendo sia i valori misurati sia le minime attività rilevabili (MAR)



Tabella 14.10: Concentrazione di attività di Cs 137; media mensile e deviazione standard nel particolato atmosferico - Anno 2002

Mese	Nord	Centro $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	Sud
Gennaio	13 ± 15	33 ± 16	5
Febbraio	9 ± 7	38 ± 11	7
Marzo	10 ± 10	39 ± 20	3
Aprile	8 ± 8	33 ± 17	17
Maggio	9 ± 12	33 ± 15	13
Giugno	11 ± 9	37 ± 15	9
Luglio	12 ± 15	28 ± 15	13
Agosto	10 ± 10	37 ± 19	10
Settembre	11 ± 10	27 ± 11	9
Ottobre	11 ± 10	38 ± 4	5
Novembre	15 ± 20	34 ± 20	8
Dicembre	9 ± 11	51 ± 31	-
n. di stazioni	11	3	1

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

Tabella 14.11: Concentrazione di attività di Cs137; media mensile e deviazione standard nelle deposizioni umide e secche - Anno 2002

Mese	Nord	Centro Bq/m^2	Sud
Gennaio	$0,15 \pm 0,15$	$0,43 \pm 0,52$	-
Febbraio	$0,21 \pm 0,17$	$0,29 \pm 0,26$	-
Marzo	$0,32 \pm 0,29$	$0,44 \pm 0,50$	-
Aprile	$0,28 \pm 0,19$	$0,49 \pm 0,08$	-
Maggio	$0,23 \pm 0,17$	$0,44 \pm 0,16$	-
Giugno	$0,35 \pm 0,30$	$0,52 \pm 0,42$	-
Luglio	$0,33 \pm 0,41$	$0,25 \pm 0,20$	-
Agosto	$0,20 \pm 0,22$	$0,21 \pm 0,13$	-
Settembre	$0,17 \pm 0,19$	$0,26 \pm 0,27$	-
Ottobre	$0,16 \pm 0,16$	$0,24 \pm 0,27$	-
Novembre	$0,45 \pm 0,63$	$0,29 \pm 0,35$	-
Dicembre	$0,13 \pm 0,12$	$0,23 \pm 0,30$	-
n. stazioni	12	3	0

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

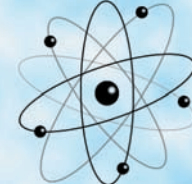
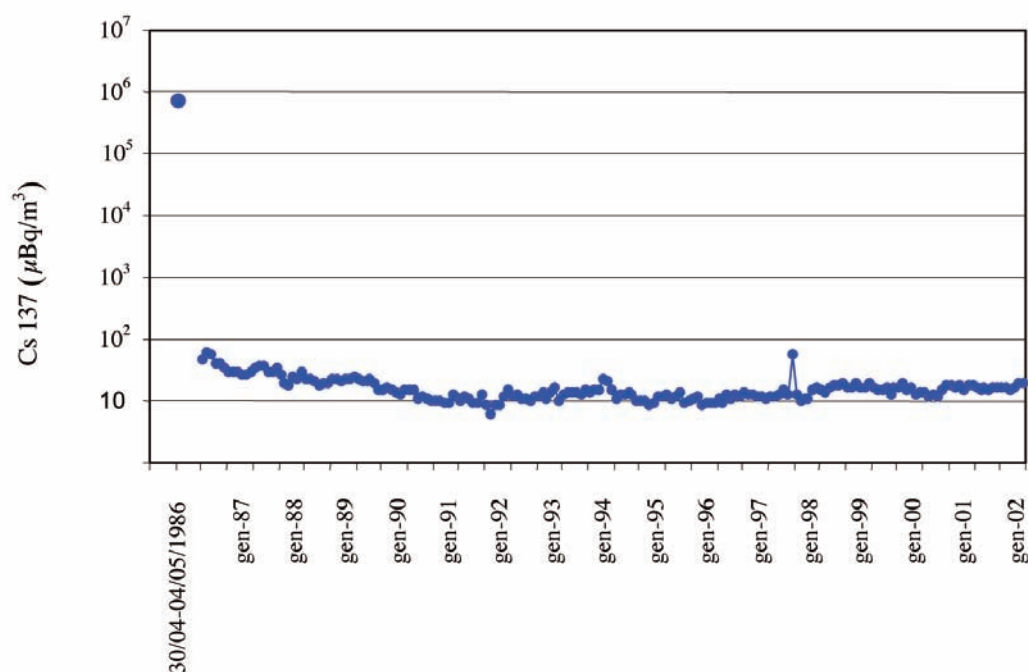


Tabella 14.12: Concentrazione di attività di Cs 137 nel latte vaccino; media annua (Bq/l) e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure

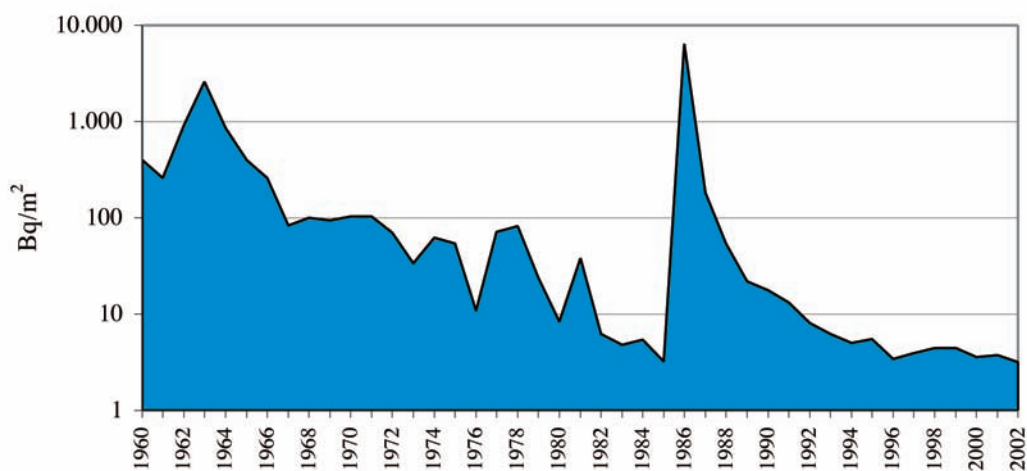
Macroregione	Cs-137 Bq/l	Regioni/Province autonome n.
Nord	$0,21 \pm 0,13$	9
Centro	$0,12 \pm 0,04$	7
Sud	$0,11 \pm 0,04$	2
MEDIA ITALIA	$0,17 \pm 0,10$	
ITALIA		18

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA



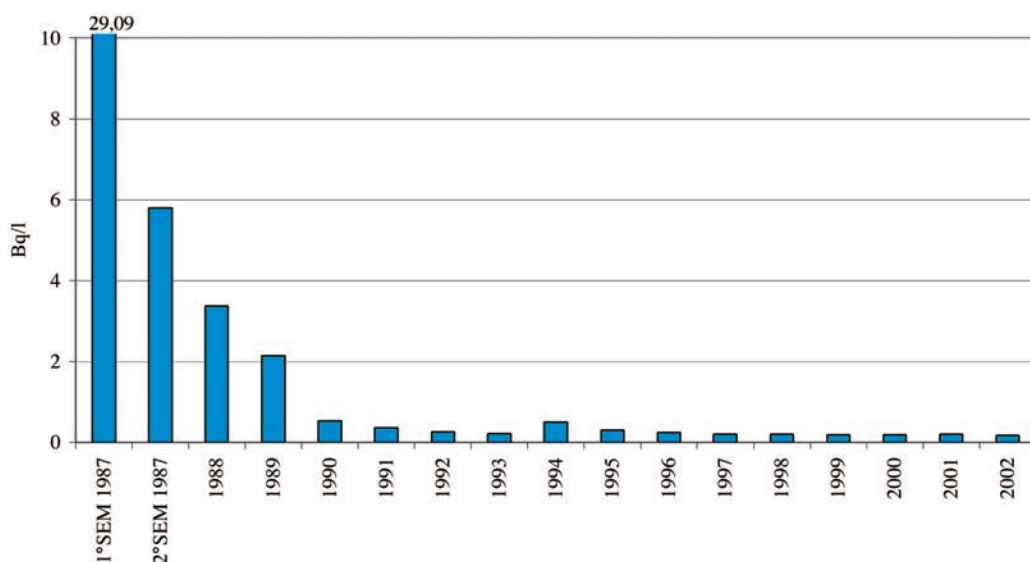
Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

Figura 14.7: Andamento della concentrazione di attività mensile media in Italia di Cs137 (Bq/m³) nel particolato atmosferico



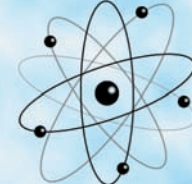
Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA. OECD-ENEA, 1987, The Radiological Impact of the Chernobyl Accident in OECD countries, Parigi

Figura 14.8: Andamento annuale della deposizione totale di Cs137 (Bq/m²) in Italia



Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati APAT/ARPA/APPA

Figura 14.9: Concentrazione media nazionale di Cs137 (Bq/l) nel latte vaccino - Anni 1987 - 2002



Stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale

In Italia, su scala locale, regionale e nazionale sono diffuse reti di controllo disposte dalla normativa.

La struttura attuale (in condizioni ordinarie) prevede infatti tre livelli di controllo ambientale:

- le reti locali, attraverso le quali si esercita il controllo attorno alle centrali nucleari e altri impianti di particolare rilevanza (potenziale) sull'ambiente circostante (*source related*);
- le reti regionali, delegate al controllo generale dei livelli di radioattività sul territorio regionale (*source related/person related*);
- le reti nazionali, con il compito di fornire il quadro di riferimento generale della situazione italiana ai fini della valutazione della dose alla popolazione, prescindendo da particolari situazioni locali (*person related*).

Le reti consistono in un insieme di punti di osservazione utilizzati per analizzare l'andamento spazio-temporale delle concentrazioni dei radioelementi nelle matrici dei diversi comparti ambientali interessati dalla diffusione della radioattività e dal trasferimento di questa all'uomo. Le frequenze di campionamento delle matrici ambientali previste nelle diverse reti, tengono conto dei tempi di accumulo della radioattività nei vari comparti ambientali e dei limiti di rilevanza delle metodologie di misura impiegate.

In Italia, il quadro normativo che regola l'istituzione delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale su scala locale, regionale e nazionale è attualmente così definito:

- D.lgs. 230/95 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti": il Capo IX "Protezione sanitaria popolazione", art. 104 "Controllo sulla radioattività ambientale", definisce il complesso dei controlli articolato in reti di sorveglianza regionale e nazionale, quest'ultima coordinata dall'APAT, nonché in reti di sorveglianza locali;
- circolare n. 2/87 del Ministero della sanità "Direttive agli Organi Regionali per l'esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale": emanata al fine di attivare in tutte le regioni iniziative concrete e coordinate volte a realizzare un controllo efficace su scala regionale della radioattività ambientale.

La tabella 14.e riepiloga lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (reti nazionali e reti regionali) al 31/12/02, ottenuto attraverso una consultazione delle Agenzie Ambientali/Centri Regionali di Riferimento per la radioattività ambientale e i dati trasmessi ad APAT al 2002 relativi alle Reti Nazionali. Nello specifico lo stato di attuazione del monitoraggio per la rete nazionale è considerato esclusivamente tramite le determinazioni radiometriche eseguite per l'insieme degli indicatori considerati (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte).

La tabella 14.f riporta lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale a livello delle reti locali. È riportata la presenza o meno della rete del gestore e dell'ente locale ARPA/APPA.



Tabella 14.e: Stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (reti nazionali e reti regionali al 31/12/02)

Regione/Provincia autonoma	Attività Rete Regionale		Attività Rete Nazionale		
	Esistenza rete regionale	Approvato da Regione/Provincia autonoma	Particolato atmosferico	Dati forniti per l'indicatore Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	No	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si	No	Si	Si	Si
Lombardia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i>Bolzano-Bozen</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
<i>Trento</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Si</i>	<i>Si</i>
Veneto	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Friuli Venezia Giulia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Liguria	Si	Si (Ass. Sanità)	Si (**)	Si	Si
Emilia Romagna	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Toscana	Si	Si	No	Si	Si
Umbria	No	No	Si	Si	Si
Marche	Si (solo alimenti)	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si
Lazio	Si	Si (Ass. Ambiente)	Si	No	Si
Abruzzo	Si (*)	Si	Si	Si	Si
Molise	Si (solo alimenti)	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si
Campania	Si	No	No	No	Si
Puglia	No	No	No	No	Si
Basilicata	No	No	No	No	No
Calabria	No	No	Si (**)	No	No
Sicilia	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Sardegna	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	Si

Fonte: Elaborazione APAT/ CTN_AGF su dati ARPA/APPA

LEGENDA:

(*) l'attività è gestita da ARPA di Pescara e dall'Istituto Zooprofilattico di Teramo;

(**) i filtri per il particolato atmosferico afferenti alle regioni Liguria e Calabria, relativi alla rete di stazioni dell'Aeronautica Militare, sono misurati rispettivamente dai CRR di Ivrea e Piacenza

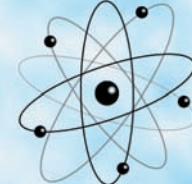


Tabella 14.f: Stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (reti locali esistenti attorno agli impianti nucleari al 31/12/02)

Impianto	Stato Impianto	Esistenza rete locale gestore	Esistenza rete locale Ente locale/ARPA
Centrale del Garigliano	(in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti condizionati)	Si	No
Centrale di Latina	(in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati)	Si	No
Centrale di Trino	(in disattivazione, presenza combustibile in piscina, rifiuti parzialmente condizionati)	Si	Si
Centrale di Caorso	(in disattivazione, presenza di combustibile in piscina, rifiuti parzialmente condizionati)	Si	Si
Reattore AGN 201 "Costanza"- Università Palermo	(in esercizio, assenza rifiuti)	No	No
Impianto ITREC - CR Trisaia ENEA	(in "carico", rifiuti parzialmente condizionati)	Si	No
Centro ENEA Casaccia: Reattore TRIGA RC-1 Reattore RSV TAPIRO Impianto Plutonio	(in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO) (in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO) (cessato esercizio, rifiuti sull'impianto e depositati in NUCLECO)	Si	No
Reattore RTS 1 - CISAM	(in disattivazione, assenza combustibile, rifiuti non condizionati)	-	No
Impianto FN - Bosco Marengo	(cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati)	Si	Si
Impianto EUREX - C.R. Saluggia ENEA	(cessato esercizio, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati e rifiuti liquidi non condizionati)	Si	Si
Reattore TRIGA MARK II - LENA Università Pavia	(in esercizio, rifiuti non condizionati)	Si	No
Reattore ESSOR - CCR Ispra	(arresto a freddo di lunga durata, presenza combustibile, rifiuti parzialmente condizionati)	Si	No
Deposito Avogadro - FIAT-AVIO	(in attività, rifiuti non condizionati)	Si	Si

Fonte: Elaborazione APAT/CTN_AGF su dati ARPA/APPA



INDICATORE

DOSE EFFICACE MEDIA INDIVIDUALE IN UN ANNO

SCOPO

Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (di origine naturale e antropica) della popolazione.

DESCRIZIONE

L'indicatore è qualificabile come indicatore di impatto. La *dose efficace media individuale in un anno* (da ora in poi denominata anche dose efficace) rappresenta una stima dell'esposizione di ciascun membro della popolazione alla radioattività dovuta ai diversi contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti avversi.

UNITÀ di MISURA

MilliSievert per anno (mSv/anno)

FONTE dei DATI

UNSCEAR 2000 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and Effects of Ionizing Radiation. Vol. I: Sources"*, New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *"Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni"* Rapporto ISTISAN Congressi 34 (ISSN 0393-5620), Roma, Giugno 1994

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., *"Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions"* Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

Cardinale A., Cortellessa G., Gera F., Ilari O., Lembo G., *"Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation"*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972

Ministero della Salute: comunicazione dati esposizioni mediche

ENEA *"Dossier 1999 - La radioprotezione in Italia - La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente"* - Rapporto ISBN 88-8286-074-4

National Research Council - NRC: *Risk Assessment of Radon in Drinking Water*, National Academy Press Washington D.C. 1999

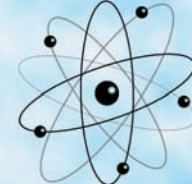
NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 14.13 sono riportate le stime dei principali contributi, sia di origine naturale sia artificiale, alla dose efficace media individuale in un anno, per la popolazione italiana. Nella figura 14.10 è riportata la distribuzione delle varie componenti considerate.

Il contributo alla dose dovuto al radon avviene principalmente per inalazione e, in modo secondario, per ingestione di acqua. L'inalazione è stata calcolata a partire dai dati di concentrazione di radon ricavati dall'indagine nazionale sulla radioattività nelle abitazioni e sulla base dei tempi di permanenza (60% in casa, 19% in altri luoghi chiusi, 21% all'aperto) sempre dalla stessa indagine; si è assunta per gli altri luoghi chiusi una concentrazione pari a quella nelle abitazioni e per il radon all'esterno il dato dell'UNSCEAR 2000 di 10 Bq/m^3 . Sono stati utilizzati un fattore di equilibrio pari a 0,4 e due coefficienti di conversione riportati dall'UNSCEAR 2000, rispettivamente di $9 \text{ nSv(Bqhm}^{-3})^{-1}$ per esposizione ai polmoni e $0,17 \text{ nSv(Bqhm}^{-3})^{-1}$ per esposizione su altri organi. Il contributo del radon in acqua per ingestione è stato stimato assumendo un valore medio di concentrazione di radon in acqua pari a 10 Bq/l e un coefficiente di conversione pari a $3,5 \text{ nSv/Bq}$ (dati UNSCEAR 2000) e un consumo di acqua direttamente ingerita pari a 0,6 litri al giorno (dati NRC).

Il contributo della radiazione cosmica (componente direttamente ionizzante) è stato calcolato sulla base dei dati riportati nella descrizione dell'indicatore *"dose assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre"* applicando i tempi di permanenza indoor e outdoor sopra riportati, un fattore di schermatura di 0,8 per esposizioni indoor e un coefficiente di conversione pari a 1 SvGy^{-1} (dati UNSCEAR 2000).

Il contributo della radiazione terrestre è stato stimato sulla base dei dati riportati nella descrizione dell'indicatore *"dose assorbita in aria per esposizione a radiazioni cosmica e terrestre"* applicando i tempi di permanenza indoor e outdoor sopra riportati e un coefficiente di conversione di $0,7 \text{ SvGy}^{-1}$ (UNSCEAR 2000).



I dati sull'esposizione medica sono piuttosto scarsi e si limitano a due rapporti pubblicati dall'Emilia Romagna e dalla Lombardia, pervenuti tramite il Ministero della salute. Dall'elaborazione dei risultati risulta una stima conservativa della media pesata per la popolazione delle due regioni di 0,7 mSv/anno, relativa a prestazioni di radiodiagnostica e medicina nucleare con esclusione della radiodiagnostica odontoiatrica e di altre prestazioni, per le quali si è valutato un contributo aggiuntivo massimo del 20%. Ciò porterebbe a una stima della dose efficace per esposizione medica di circa 0,9 mSv/anno. Anche se la popolazione delle due regioni rappresenta circa il 23% della popolazione italiana, si è ritenuto non sufficientemente rappresentativo il dato, e pertanto, si è adottato il valore stimato dall'UNSCEAR 2000 di 1,2 mSv/anno.

Per quanto riguarda i contributi relativi alla componente neutronica della radiazione cosmica, all'esposizione al toron, all'ingestione di radionuclidi naturali, all'esposizione per inalazione non causata da radon e toron, all'esposizione a seguito dell'incidente di Chernobyl, al "fallout" dovuto alle esplosioni nucleari in atmosfera e all'esposizione causata dall'industria nucleare, sono stati utilizzati i dati dell'UNSCEAR 2000.

STATO e TREND

Lo stato e il trend dell'indicatore indicano una situazione di stazionarietà. Si sottolinea che tale considerazione è valida nella misura in cui esso rappresenta un valore medio individuale. Se considerata a livello individuale la dose efficace può, infatti, variare fino a decine di volte il valore medio, in funzione dei diversi contributi. In particolare si sottolinea la grande variabilità della concentrazione di radon indoor che oltre a essere la principale fonte di esposizione è anche la più variabile (ad esclusione di incidenti nucleari o che comportano singole esposizioni eccezionali). In questo caso lo stato e il trend sono fortemente dipendenti dalle azioni di rimedio che si possono adottare per ridurre eventuali eccessive esposizioni. In altre parole un'azione di bonifica in un ambiente con alte concentrazioni di radon può notevolmente migliorare lo stato per il singolo individuo, anche se il valore medio nazionale non ne risentirà. L'eventuale diffusione di informazione sulla esposizione al radon presso il pubblico e la larga adozione di misure di risanamento edilizio potranno in un futuro, certamente non prossimo, portare a una sensibile diminuzione della dose efficace media individuale in un anno.

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa italiana di riferimento è il D.lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni. Nel decreto è fissato un limite di dose efficace per le persone del pubblico pari a 1 mSv/anno per le attività che comportano l'uso di materiali radioattivi e un livello di azione pari a 0,3 mSv/anno per gruppi di popolazione esposti a seguito di attività lavorative con materiali normalmente considerati non radioattivi, ma che contengono radionuclidi di origine naturale (NORM). Dal calcolo delle dosi si esclude l'esposizione alle sorgenti naturali di radiazione e l'esposizione per scopi medici.

L'art. 12 del D.lgs. 187/00 richiede che le regioni provvedano a valutare le esposizioni a scopo medico per la popolazione regionale e a gruppi di riferimento della stessa, e che tale valutazione sia effettuata periodicamente e inviata al Ministero della salute.

PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Quinquennale (a meno di incidenti gravi che comportino incrementi di esposizione non trascurabili e di ulteriore quantificazione del contributo dell'esposizione medica).

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	2	2	2

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Alcune riserve vanno poste sull'accuratezza dei dati in quanto ottenuti da estrapolazioni di dati su base mondiale. Relativamente alla comparabilità nel tempo, la continua evoluzione dei modelli di calcolo delle dosi comporta variazioni trascurabili, mentre la comparabilità nello spazio necessita di ulteriori dati regionali.





Tabella 14.13: Stima dei contributi alla dose efficace media individuale in un anno per la popolazione italiana

Sorgente		Dose efficace media individuale in un anno mSv/anno	
Naturale	Esposizione esterna: Raggi cosmici	0,4	
	Radiazione gamma terrestre	0,6	
	Esposizione interna: Inalazione (radon e toron)	2,0	
	Inalazione (diversa da radon e toron) Ingestione	0,006 0,3	
TOTALE NATURALE			3,3
Artificiale	Diagnostica medica	1,2	
	Incidente di Chernobyl	0,002	
	Test Nucleari	0,005	
	Industria nucleare	0,0002	
TOTALE ARTIFICIALE			1,2
TOTALE			4,5

Fonte: Elaborazione APAT da:

Cardinale G., Cortellessa F., Gera O., Ilari G., Lembo G., "Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation", Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., Torri G., "Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni" Rapporto ISTISAN Congressi 34 (ISSN 0393-5620), Roma, Giugno 1994

Bohicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L. "Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions" Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

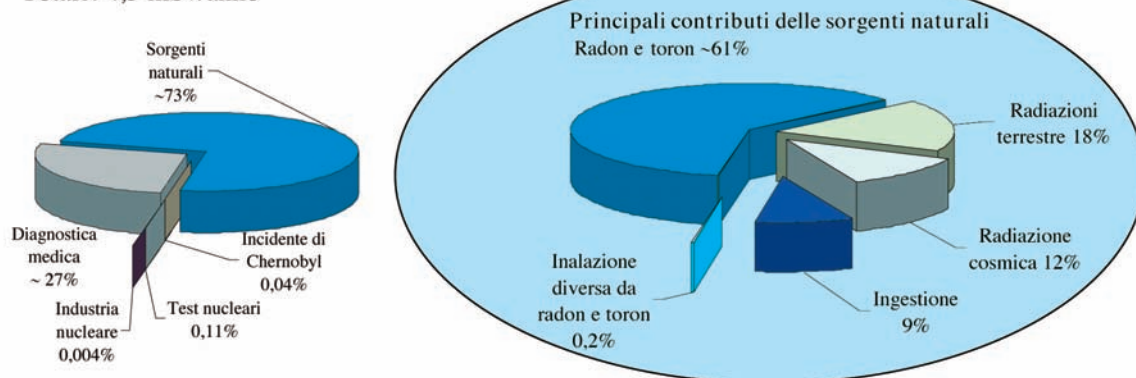
UNSCEAR 2000 United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, "Sources and effects of ionizing radiation. Vol. I: Sources", New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000

Ministero della salute

ENEA "Dossier 1999 - La radioprotezione in Italia - La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente" Rapporto ISBN 88-8286-074-4

National Research Council - NRC: Risk Assessment of Radon in Drinking Water, National Academy Press Washington D.C. 1999

Totale: 4,5 mSv/anno



Fonte: APAT

Figura 14.10: Distribuzione della stima dei contributi alla dose efficace media individuale in un anno