

# ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOTTIVITÀ AMBIENTALE

## CAPITOLO 12

**Autori:**

Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Giuseppe MENNA<sup>1</sup>, Giorgio PALMIERI<sup>1</sup>, Daniela PARISI PRESICCE<sup>1</sup>, Carmelina SALIERNO<sup>1</sup>, Francesco SALVI<sup>1</sup>, Annamaria SOTGIU<sup>1</sup>, Giancarlo TORRI<sup>1</sup>, Joanne WELLS<sup>1</sup>, Paolo ZEPPA<sup>1</sup>

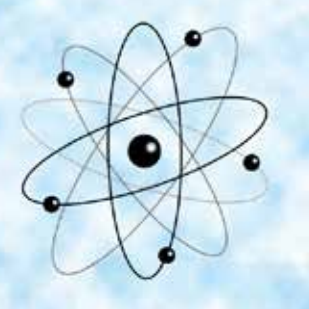
**Coordinatore statistico:**

Silvia IACCARINO<sup>1</sup>

**Coordinatore tematico:**

Carmelina SALIERNO<sup>1</sup> e Sandro TRIVELLONI<sup>1</sup>, Giancarlo TORRI<sup>1</sup> e Giuseppe MENNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ISPRA



In Italia le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile non sono più in esercizio, tuttavia sono in corso le attività connesse alla disattivazione delle installazioni e alla

messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio. Permangono, inoltre, in attività alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. L'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni mediche, nell'industria e nella ricerca scientifica continua, altresì, a essere diffuso, questo comporta la gestione delle attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti radioattive e dei rifiuti da esse derivanti.

In aggiunta a tali attività, la presenza di elementi radioattivi nell'ambiente derivante dalle attività di sperimentazione di ordigni atomici della seconda metà del secolo scorso e dagli incidenti nucleari, in particolare quello di Chernobyl del 1986, rende necessario un sistema di monitoraggio e controllo che ha il principale obiettivo di prevenire e proteggere lavoratori, popolazione e ambiente da esposizioni indebite alle radiazioni ionizzanti.

È, inoltre, da segnalare che stanno assumendo particolare rilevanza le problematiche concernenti situazioni di esposizione alle radiazioni ionizzanti derivanti da sorgenti naturali quali il radon e le esposizioni causate da attività con materiali contenenti radionuclidi di origine naturale (NORM). Questa attenzione ha un risvolto anche a livello normativo nelle modifiche introdotte dalla legislazione comunitaria con la Direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli causati dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, la quale dovrà essere recepita a livello nazionale entro il 2018.









Ad oggi nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari nonché sulla radioattività ambientale, che possono comportare un'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti è regolamentato dalla Legge 31 dicembre 1962, n. 1860, dal Decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche, dal Decreto legislativo dell'8 febbraio 2007, n.52 e dal Decreto Legislativo del 4 marzo 2014, n. 45. La legislazione nazionale vigente assegna compiti e obblighi agli

esercenti delle attività che rientrano nel suo campo di applicazione, ma anche alle amministrazioni locali (Prefetture, Regioni e Province autonome) e nazionali (Enti e Ministeri).


In conclusione è evidente che risulta di forte rilevanza mantenere le competenze di sicurezza nucleare e di radioprotezione ad alto livello e condurre le attività di controllo e di monitoraggio della radioattività sull'ambiente e sugli alimenti su tutto il territorio nazionale.

L'obiettivo principale del capitolo è presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori che rappresentano, attraverso le relative serie di dati, lo stato attuale del controllo dell'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti come derivanti dalle attività nucleari e dalla presenza di radioattività nell'ambiente.

## Q12: QUADRO SINOTTICO INDICATORI




Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
<b>Attività nucleari</b>	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	D/P	Annuale	★ ★ ★	I R P	2015		12.1-12.2	12.1-12.2
	Produzione annuale di fluoro 18	D/P	Annuale	★ ★ ★	I R P	2015		12.3-12.4	12.3-12.4
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	D/P	Annuale	★ ★ ★	C P R	2015		12.5	-
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale	★ ★ ★	I R	2014		12.6	-
	Trasporti materie radioattive	P	Annuale	★ ★ ★	I	2010-2015		12.7-12.8	12.5-12.10
	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	D	Annuale	★ ★ ★	I	2003	-	-	-
<b>Radioattività ambientale</b>	Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	S	Non definibile	★ ★ ★	I	1989-2014	-	12.9-12.10	12.11-12.12
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	Annuale	★ ★ ★	I/R	1970-1971, 2000-2015		12.11-12.12	12.13-12.14
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale	★ ★ ★	I	1986-2015		12.13-12.16	12.15-12.17
	Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	I	Quinquennale	★ ★	I	2005		-	-

## Q12: QUADRO SINOTTICO INDICATORI

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Radioattività ambientale	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale	★ ★ ★	I	1997-2015		12.17-12.19	-

<sup>a</sup> Nella presente edizione, l'indicatore non è stato aggiornato. La relativa scheda è consultabile nel DB <http://annuario.isprambiente.it>

## QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	L'obiettivo principale dell'indicatore è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari, in particolare la concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo è finalizzata al controllo e alla valutazione della radiocontaminazione ambientale, mentre la concentrazione di attività di Cs-137 nel latte è volta a evidenziare una possibile contaminazione rilevante sia per l'aspetto dietetico-sanitario, sia per quello ambientale in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare. Il <i>trend</i> dell'indicatore mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.
	Trasporti materie radioattive	Il <i>trend</i> è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e soprattutto al tipo di radioisotopo trasportato. Fino al 2012 si osserva una diminuzione dell'indice di trasporto totale correlata alla generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive; dal 2013 si registra un aumento che, nel biennio successivo, individua una crescita confermata nel 2015, nonostante il numero dei colli trasportati sia in diminuzione.
	-	-

## 12.1 ATTIVITÀ NUCLEARI

Attualmente le attività nucleari che implicano un probabile rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione ed un eventuale impatto sull'ambiente circostante, riguardano in particolare:

- le installazioni del pregresso programma nucleare, in fase di smantellamento ed i reattori di ricerca;
- le strutture di deposito di rifiuti radioattivi, molte delle quali presenti all'interno delle installazioni stesse;
- le attività di impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, comprese le macchine radiogene;
- le attività di trasporto delle materie radioattive.

Particolarmente importanti sono le attività di *decommissioning* delle installazioni nucleari attualmente esistenti sul territorio italiano e derivanti dal pregresso programma nucleare.

Ad oggi sono autorizzate, le attività di *decommissioning* per le centrali nucleari del Garigliano, di Trino, di Caorso; è in fase di disattivazione preliminare a diversi stati di avanzamento la centrale di Latina per la quale la valutazione della documentazione tecnica a supporto del *decommissioning* è in fase finale di analisi. Proseguono, altresì, le operazioni di smantellamento negli impianti sperimentali di riprocessamento del combustibile di EUREX e ITREC, negli impianti Plutonio e OPEC 1 del Centro ENEA della Casaccia, nell'impianto Fabbricazioni

Nucleari, nel Deposito Avogadro e nelle installazioni del Centro Comune di Ricerche di Ispra (VA). Per l'impianto ITREC è stata presentata anche l'istanza di disattivazione che è in fase di analisi tecnica.

In tutte le installazioni menzionate sono presenti i rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio per gran parte dei quali è in corso la fase di messa in sicurezza. Dalle operazioni di *decommissioning* di strutture e componenti di impianto deriveranno altri cospicui quantitativi di rifiuti radioattivi che dovranno essere gestiti in sicurezza limitando l'impatto sui lavoratori, sulla popolazione e sull'ambiente limitrofo. A tal fine sono predisposti i programmi di sorveglianza ambientale che hanno il compito di verificare che l'impatto delle operazioni effettuate (compresi il trasporto di materie radioattive) e delle emissioni di effluenti liquidi ed aeriformi, risulti non rilevante dal punto di vista radiologico, il che si traduce nel rispetto dei 10 microSv di dose efficace annua alla popolazione, derivante dalle attività che implicano un rischio da radiazioni ionizzanti. Non risulta superfluo precisare, infatti, che i rilasci di effluenti radioattivi devono essere preventivamente autorizzati nel rispetto di una formula di scarico, i cui limiti sono basati sul criterio di non rilevanza radiologica.

Nel quadro Q12.1 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

## Q12.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI ATTIVITÀ NUCLEARI

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	Documentare il numero di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A, e la loro distribuzione sul territorio nazionale	D/P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Produzione annuale di fluoro 18	Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni	D/P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	Monitorare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari	P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
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 s.m.i.
Trasporti materie radioattive	Valutare i sistemi di sicurezza e protezione sanitaria adottati dai vettori, ed effettuare una stima delle dosi ricevute dalla popolazione e dagli operatori del trasporto	P	D.Lgs. 35/2010

## BIBLIOGRAFIA

ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari  
Legge n. 1860/1962 Decreto Legislativo n. 230/1995 e successive modifiche  
Decreto Legislativo n. 52/2007



## 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.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'informazione è rilevante perché dà un'indicazione sulla dislocazione degli impianti autorizzati a livello centrale sul territorio nazionale. I dati provengono dal Ministero dello Sviluppo economico, che avvia la procedura di autorizzazione richiedendo alle amministrazioni coinvolte, tra cui l'ISPRA, un parere tecnico. L'iter autorizzativo termina con l'emanazione di un decreto di nulla osta in categoria A, dove sono riportate anche le eventuali prescrizioni tecniche delle varie amministrazioni. È comparabile nello spazio e nel tempo essendo una procedura fissata dal D.Lgs. 230/1995.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Controllo sulle strutture autorizzate, sul territorio italiano, in categoria A, all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene a fini industriali, di ricerca e sanitari.

## STATO E TREND

Dopo un notevole incremento nella richiesta di autorizzazioni in categoria A, degli anni 2004-2006, anche per effetto del D.Lgs. 241/2000 che stabiliva le condizioni per la classificazione in categoria A, si registra una sostanziale stabilizzazione.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Figura 12.1 evidenzia una forte concentrazione di impianti autorizzati in categoria A in Lombardia (27%) e nel Lazio (17%). In Lombardia, la metà degli impianti autorizzati in categoria A sono ciclotroni utilizzati per la produzione di radiofarmaci per esami PET, tra i quali il F-18, installati per la maggior parte nelle province di Milano (11%) e Varese (10%), all'interno di strutture sanitarie e del CCR di Ispra. Nel Lazio, invece, circa il 70% degli impianti autorizzati sono presso l'ENEA e l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare (INFN) e si trovano tutti nella provincia di Roma (Figura 12.1 e 12.2).

**Tabella 12.1: Distribuzione regionale degli impianti autorizzati in categoria A**

Regione	Impianti	
	n.	%
Abruzzo	5	6
Basilicata	1	1
Campania	4	4
Emilia-Romagna	7	8
Friuli-Venezia Giulia	2	2
Lazio	15	17
Liguria	1	1
Lombardia	24	27
Marche	2	2
Molise	1	1
Piemonte	6	7
Puglia	2	2
Sardegna	1	1
Sicilia	5	6
Toscana	2	2
Trentino-Alto Adige	1	1
Umbria	3	3
Veneto	8	9
<b>TOTALE</b>	<b>90</b>	<b>100</b>

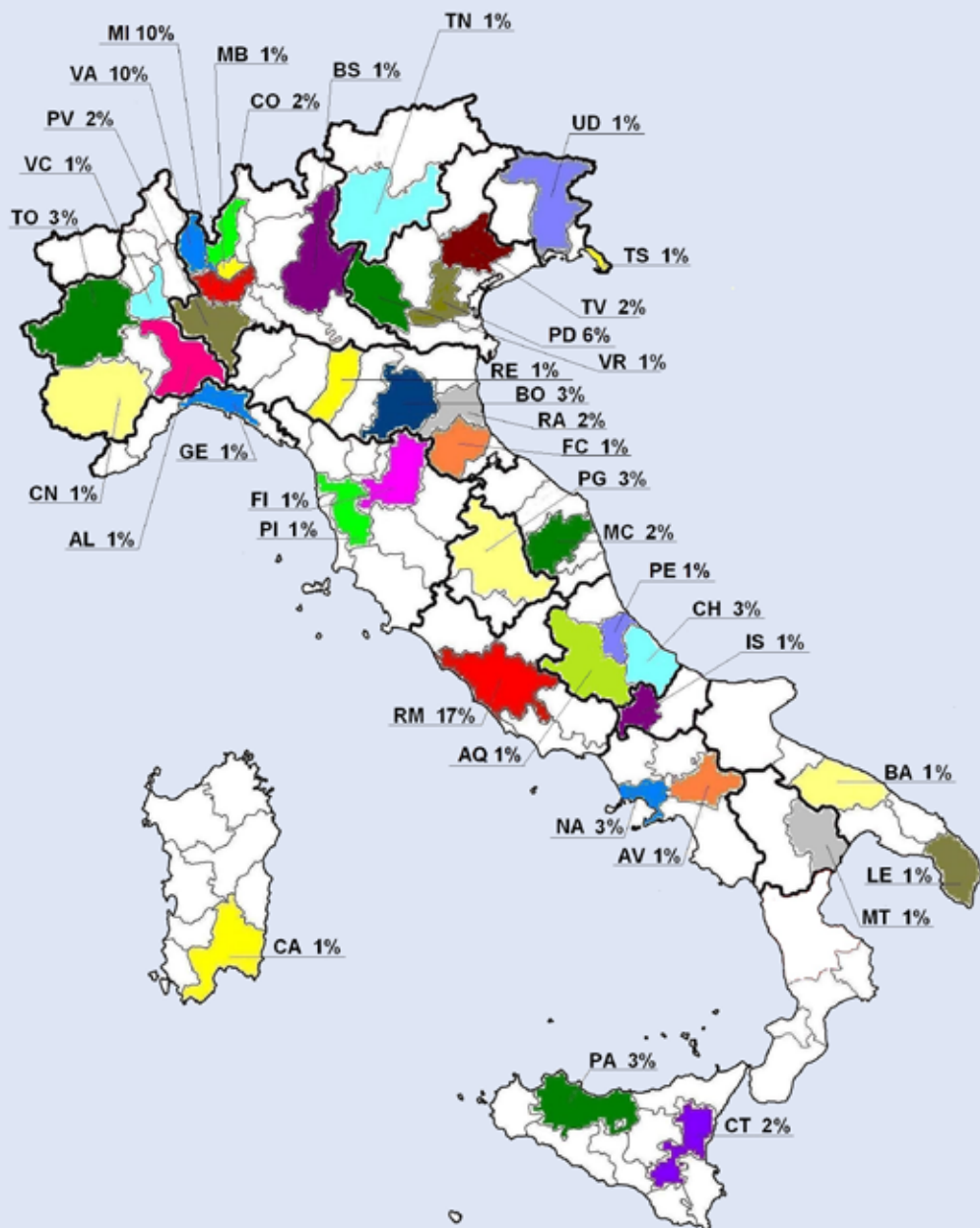
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti



**Tabella 12.2: Distribuzione provinciale degli impianti autorizzati in categoria A**

Provincia	Impianti	
	n.	%
Alessandria - AL	1	1
Avellino - AV	1	1
Bari - BA	1	1
Bologna - BO	3	3
Brescia - BS	1	1
Cagliari - CA	1	1
Catania - CT	2	2
Chieti - CH	3	3
Como - CO	2	2
Cuneo - CN	1	1
Firenze - FI	1	1
Forlì Cesena - FC	1	1
Genova - GE	1	1
Isernia - IS	1	1
L'Aquila - AQ	1	1
Lecce - LE	1	1
Macerata - MC	2	2
Matera - MT	1	1
Milano - MI	9	10
Monza Brianza - MB	1	1
Napoli - NA	3	3
Padova - PD	5	6
Palermo - PA	3	3
Pavia - PV	2	2
Perugia - PG	3	3
Pescara - PE	1	1
Pisa - PI	1	1
Ravenna - RA	2	2
Reggio Emilia - RE	1	1
Roma - RM	15	17
Torino - TO	3	3
Trento - TN	1	1
Treviso - TV	2	2
Trieste - TS	1	1
Udine - UD	1	1
Varese - VA	9	10
Vercelli - VC	1	1
Verona - VR	1	1
<b>TOTALE</b>	<b>90</b>	<b>100</b>
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti		

# Distribuzione provinciale degli impianti autorizzati in categoria A



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

Figura 12.1: Distribuzione provinciale delle strutture autorizzate in categoria A

## Distribuzione regionale degli impianti autorizzati in categoria A



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

Figura 12.2: Distribuzione regionale delle strutture autorizzate in categoria A



## DESCRIZIONE

L'indicatore, che dipende dai ciclotroni autorizzati sul territorio nazionale, documenta la quantità di fluoro 18 prodotta nelle regioni in cui sono presenti tali strutture. Il fluoro 18 prodotto in un anno deve rientrare nel limite massimo riportato nelle autorizzazioni di categoria A rilasciate dal Ministero dello Sviluppo economico.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'informazione è rilevante perchè rappresenta la distribuzione sul territorio nazionale dei ciclotroni per la produzione del F-18. È comparabile sia nel tempo sia nello spazio in quanto il dato proviene da un processo di autorizzazione ministeriale previsto dalla legislazione nazionale.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Controllo della produzione annuale di F18 nelle strutture autorizzate.

## STATO E TREND

L'indicatore è sostanzialmente stabile rispetto agli anni precedenti.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La produzione di F-18 deriva dalle quantità massime autorizzate annualmente ed è, quindi, il quantitativo di F-18 che potrebbe al massimo essere prodotto in un anno dall'installazione. Tale valore viene stabilito a livello autorizzativo tenendo conto, in particolare, del brevissimo tempo di dimezzamento del radionuclide, delle quantità che devono essere somministrate nell'anno e la resa della produzione. Infatti la resa nella produzione del radiofarmaco con F-18 è di circa il 50%. Come si evince dalla Tabella 12.3, la maggiore produzione si riscontra

in Lombardia (1.897 TBq), Puglia (999 TBq), Lazio (856 TBq) ed Emilia-Romagna (783 TBq). A livello provinciale, è Milano (930 TBq) seguita da Roma (856 TBq) e da Forlì-Cesena (666 TBq) a detenere la maggiore produzione (Tabella 12.4).

**Tabella 12.3: Distribuzione regionale della produzione di F-18 (2015)**

Regione	Attività	
	TBq	%
Campania	173,3	2
Emilia-Romagna	783,0	10
Friuli-Venezia Giulia	370,0	5
Lazio	856,0	11
Liguria	60,1	< 1
Lombardia	1.896,7	25
Marche	333,0	4
Molise	330,0	4
Piemonte	662,4	9
Puglia	999,0	13
Sardegna	32,3	< 1
Sicilia	472,0	6
Toscana	294,2	4
Trentino-Alto Adige	12,0	< 1
Umbria	27,8	< 1
Veneto	390,0	5
<b>TOTALE</b>	<b>7.691,8</b>	<b>100</b>

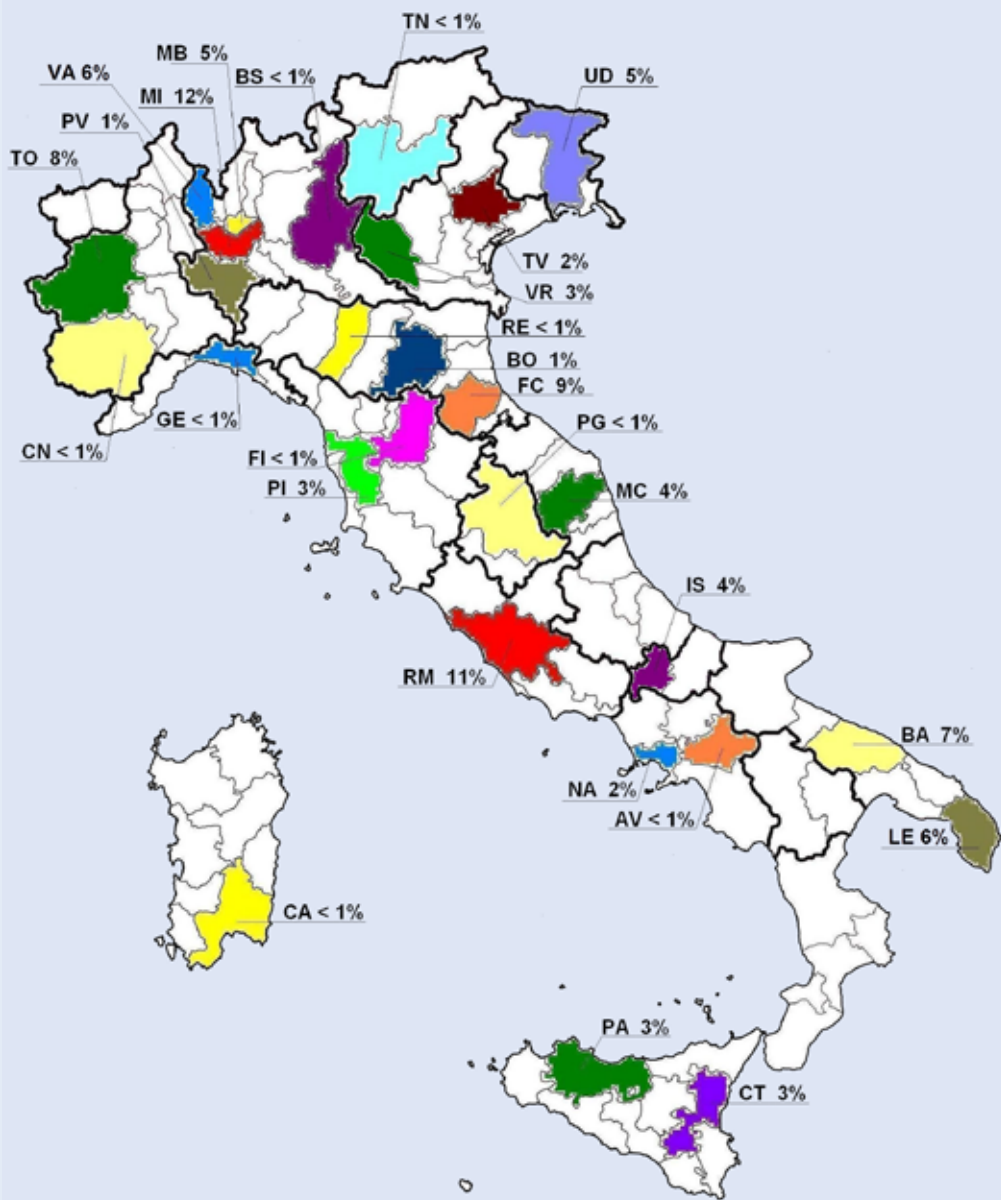
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

**Tabella 12.4: Distribuzione provinciale della produzione di F-18 (2015)**

Provincia	Attività	
	TBq	%
Avellino - AV	40,7	< 1
Bari - BA	555,0	7
Bologna - BO	80,0	1
Brescia - BS	10,0	< 1
Cagliari - CA	32,3	< 1
Catania - CT	231,5	3
Cuneo - CN	30,0	< 1
Firenze - FI	50,0	< 1
Forlì Cesena - FC	666,0	9
Genova - GE	60,1	< 1
Isernia - IS	330,0	4
Lecce - LE	444,0	6
Macerata - MC	333,0	4
Milano - MI	930,2	12
Monza Brianza - MB	370,0	5
Napoli - NA	132,6	2
Palermo - PA	240,5	3
Pavia - PV	92,5	1
Perugia - PG	27,8	< 1
Pisa - PI	244,2	3
Reggio Emilia - RE	37,0	< 1
Roma - RM	856,0	11
Torino - TO	632,4	8
Trento - TN	12,0	< 1
Treviso - TV	150,0	2
Udine - UD	370,0	5
Varese - VA	494,0	6
Verona -VR	240,0	3
<b>TOTALE</b>	<b>7.691,77</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

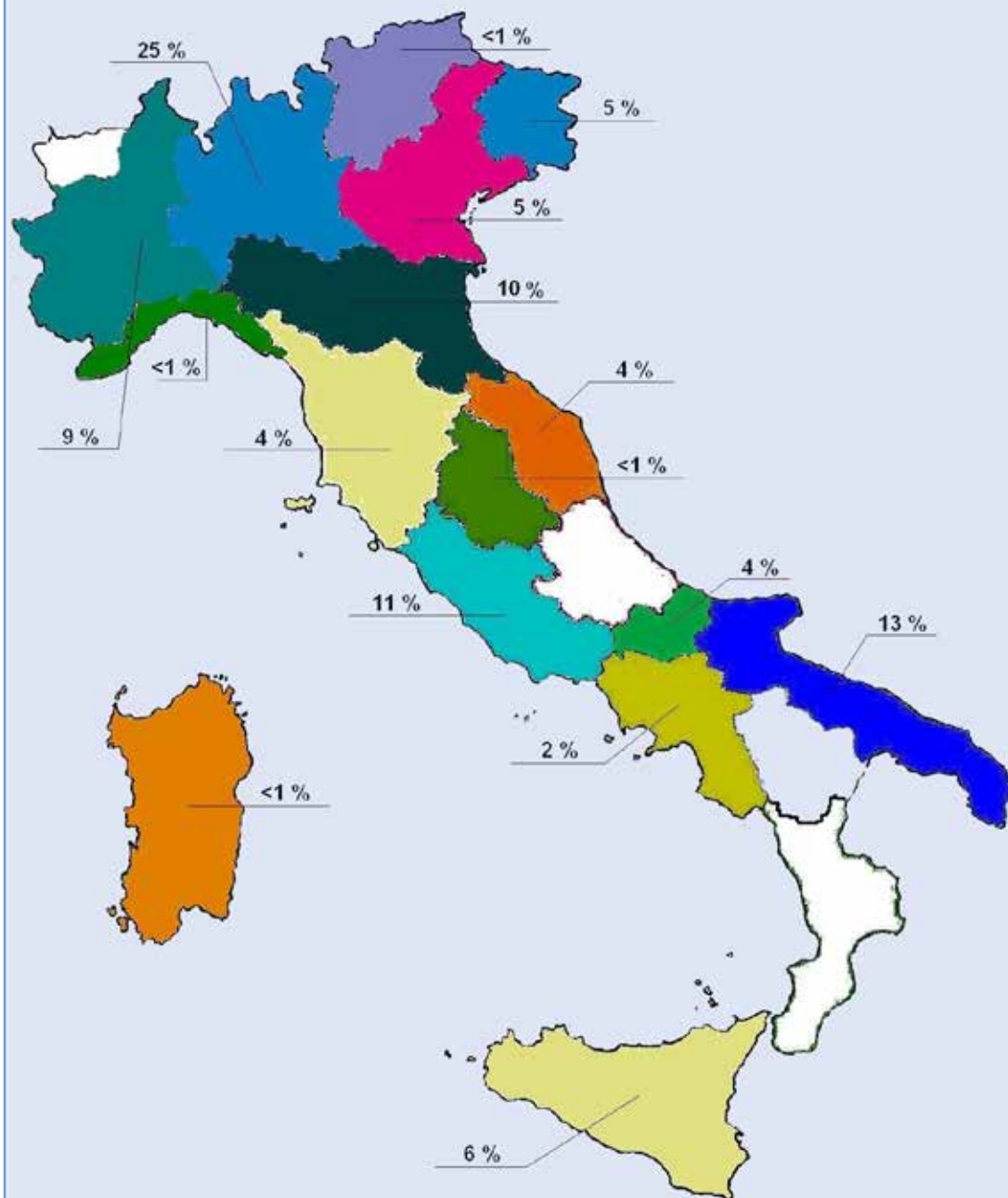
## Distribuzione provinciale della produzione di F-18



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

Figura 12.3: Distribuzione provinciale della produzione di F-18 (2015)

## Distribuzione regionale della produzione di F-18



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti

Figura 12.4: Distribuzione regionale della produzione di F-18 (2015)





## DESCRIZIONE

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

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

La qualità dell'informazione è buona e utilizzabile per valutare la coerenza con i risultati degli anni precedenti, e per avallare la non rilevanza radiologica sulla cui base le stesse formule di scarico sono state approvate.

★★★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Gli scarichi nell'ambiente di effluenti radioattivi da parte degli impianti nucleari, nonché da parte delle installazioni con macchine radiogene e con impiego di sorgenti radioattive in forma sigillata e non, 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).

## STATO E TREND

A fronte dei dati disponibili per il 2015, l'indicatore può considerarsi abbastanza stabile; a un limitato incremento, infatti, dell'impegno delle formule di scarico degli aeriformi per le Centrali di Trino e di Caorso da imputare all'aumento delle attività propedeutiche al *decommissioning* ovvero all'avanzamento delle stesse, corrisponde un impegno delle formule di scarico costante per le centrali di Latina e del Garigliano. Per quanto attiene le installazioni nucleari (gli impianti ITREC, EUREX e il Deposito Avogadro) le attività di scarico sono rimaste pressochè costanti. Per i restanti

impianti, FN di Bosco Marengo, il reattore LENA di Pavia e il JRC di Ispra e per il Centro ENEA della Casaccia si registra una diminuzione negli scarichi sia liquidi sia aeriformi, con conseguente diminuzione dell'impegno della formula di scarico autorizzate.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

La Tabella 12.5 riporta, per tutte le installazioni di interesse, gli scarichi liquidi e aeriformi per il 2015, in termini di attività o concentrazione, ovvero di quantità in peso, e il relativo impegno della formula di scarico. Si tenga conto che per tutte le installazioni è autorizzata una formula di scarico il cui impegno totale corrisponde al massimo alla non rilevanza radiologica; la tabella mostra che in realtà la formula di scarico impegnata è davvero una minima percentuale di quella autorizzata e pertanto ne risulta che la dose efficace alla popolazione è irrilevante dal punto di vista radiologico.

**Tabella 12.5: Quantità di radioattività scaricata dagli effluenti liquidi e aeriformi degli impianti nucleari italiani (2015)**

Centrale di Caorso (PC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs137	H <sub>3</sub>	Fe55	Sr90	Sb125	Ni59	Ni63	Beta tot	Alfa tot	% F.d.S.
Attività (Bq)	8,55E+06	2,29E+06	3,33E+08	3,02E+04	1,83E+04	1,44E+07	4,66E+06	1,64E+07	8,89E+04	4,10E+07	3,71E-03
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60		H <sub>3</sub>	Fe55	Sr90			Ni63	Beta tot	Alfa tot	% F.d.S.
Attività (Bq)	1,15E+05		3,98E+08	5,99E+03	4,97E+03			3,14E+04	3,58E+06	8,49E+04	
											P=1,928E-02
Centrale di Trino Vercellese (VC)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Fe55	H <sub>3</sub>	Pu239	Am241	Eu152		% F.d.S.
Attività (Bq)	4,70E+06	8,04E+04	3,36E+06	9,03E+04	7,42E+05	1,29E+07	3,73E+03	7,05E+03	3,04E+05		2,80E-03
Nuclide	Mn54	Sb125	C14	Ni63	Ni59	Eu154	Pu241				
Attività (Bq)	8,34E+04	2,29E+05	3,42E+06	8,62E+06	2,27E+06	1,23E+05	4,58E+05				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H <sub>3</sub>	% F.d.S.			
Attività (Bq)	7,45E+04	(*)	9,90E+04	2,33E+02	9,46E+05	9,96E+11	1,02E+09	8,40E-01			
Centrale di Latina (LT)											
Scarichi liquidi											
Nuclide	β / γ	Co60	Cs137	Sr90	Pu239	H <sub>3</sub>	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,66E+07	4,97E+07	6,48E+08	8,40E+08	5,11E+08	1,74E+07	1,44E+01				
Scarichi aeriformi											
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,10E+06						<0,1				

continua

segue

Centrale del Garigliano (CE)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	Sr90	$\alpha$	H <sub>3</sub>	Ni63				% F.d.S.
Attività (Bq)	1,00E+07	2,67E+08	2,80E+06	3,52E+05	7,62E+05	8,48E+06				4,05E-01
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs137	Sr90	$\alpha$	H <sub>3</sub>					% F.d.S
Attività (Bq)	1,25E+03	7,25E+04	1,49E+03	2,42E+03	5,56E+08					1,77E-02
Centro EURATOM di Ispra (VA)										
Scarichi liquidi										
Nuclide								HTO		% F.d.S.
Attività (Bq)								2,85E+07		1,70E-03
Scarichi aeriformi										
Nuclide		Cs137						HTO		% F.d.S.
Attività (Bq)		7,03E+03						1,40E+11		9,50E-06
Centro Casaccia dell'ENEA (RM)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	H <sub>3</sub>	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125				% F.d.S.
Attività (Bq)	9,25E+08	<998	<7,87E+06	1,26E+05	<5,2E+03	<1,43E+03				4,80E+00
Nuclide	I131	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235				
Attività (Bq)	<5,52E+02	<6,3E+02	<1,58E+03	<2,24E+04	<3,76E+03	5,24E+02				
Nuclide	U238	Pu238	Pu240	Pu241	Am241	Pu242				
Attività (Bq)	1,03E+04	<5,98E+01	<5,98E+01	<3,17E+04	<7,82E+01	<5,98E+01				
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$ totale	% F.d.S.				
Attività (Bq)	3,6E+11	(*)	$\leq 1,0E+06$	1,51E+04	2,19E+05	(**)				

continua



segue

Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)

Scarichi liquidi									
Nuclide	Uranio								%F.d.S.
Quantità (kg)	0,1962								3,27
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Uranio								%F.d.S.
Attività (Bq)	6,1E+05								0,08
Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)									
Scarichi liquidi									
Nuclide	$\beta$ totale	$\alpha$ totale							%F.d.S.
Attività (Bq)	7,60E+07	4,45E+07							1,64E-02
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Si90	Pu239	particolato $\beta/\gamma$	particolato $\alpha$		% F.d.S
Attività (Bq)	$\leq 13,2E+03$	$\leq 16,3E+03$	$5,62E+03$	$\leq 1,77E+03$	$\leq 2,6E+02$	$\leq 3,8E+04$	$\leq 8,9E+03$		a) 0,0 b) <0,06 c) <0,03

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti Impianti Nucleari

**Legenda:**

- a) formula di scarico per i gas nobili;
- b) formula di scarico per i particolati  $\beta/\gamma$ ;
- c) formula di scarico per i particolati  $\alpha$ ;

(\*) 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

N.A. misura non applicabile

N.S. non scaricato

HTO acqua triziata



## 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.

## 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 precisione dei dati relativi ad alcuni siti; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo e nello spazio.

★ ★ ★

## 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.

## STATO E TREND

Lo stato dell'indicatore è 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 della quantità dei rifiuti radioattivi con l'avvio delle attività di smantellamento delle installazioni nucleari italiane.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

I dati riportati in Tabella 12.6 costituiscono una fotografia dei quantitativi di rifiuti radioattivi (volume e attività) delle sorgenti dismesse (attività) e del combustibile irraggiato (attività) detenuti nei siti nucleari e ripartiti nelle diverse regioni.

**Tabella 12.6: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2014)**

Regione	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	Totale			
	Attività		Volume				Attività	Attività	Attività	%
	GBq	%	m <sup>3</sup>	%			GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.356.588,5	73,87	5.656,4	19,07	3.836	116.180	118.540	95,74		
Lombardia	97.150,9	3,045	4.694,9	15,83	3.456	7	108	0,09		
Emilia-Romagna	2.414,1	0,08	3.380,0	11,40	145	0	3	0,00		
Lazio	53.356,3	1,67	8.194,5	27,60	1.092.391	98	1.244	1,00		
Campania	380.059,1	11,91	2.972,4	10,02			380	0,31		
Toscana	14.503,0	0,45	350,0	1,18	10.000	0,005	25	0,02		
Basilicata	285.877,8	8,96	3.277,7	11,05	0	3.230	3.516	2,84		
Puglia	238,1	0,01	1.140,0	3,84	1		0,24	0,0002		
<b>TOTALE</b>	<b>3.190.187,8</b>		<b>29.665,9</b>		<b>1.109.829</b>	<b>119.515</b>	<b>123.815</b>			

Fonte: ISPRA Inventario nazionale dei rifiuti radioattivi



## DESCRIZIONE

Il rischio derivante dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti associato al trasporto delle materie radioattive si manifesta anche in condizioni normali di trasporto e cioè in assenza di eventi incidentali. L'Indice di Trasporto (IT) esprime la misura del livello delle radiazioni alla distanza di un metro dall'imballaggio contenente la materia radioattiva. Esso svolge numerose funzioni che includono la base numerica per stabilire la giusta distanza di segregazione al fine di limitare l'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori addetti e, più in generale, della popolazione nel corso del trasporto e nell'immagazzinamento in transito delle materie radioattive.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore consente di ricavare una valida e significativa informazione sull'impatto radiologico relativo al trasporto di materie radioattive, presenta una sufficiente accuratezza e la comparabilità, nel tempo e nello spazio, è garantita dalla sistematicità di raccolta dei dati che viene effettuata fin dal 1987.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 35 "Attuazione della Direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose. (10G0049)" fissa per l'Indice di Trasporto un valore massimo che, per un collo nelle condizioni di trasporto non esclusivo, è pari a 10. Tale valore corrisponde a un rateo di dose di 0,1 mSv/h a un metro di distanza dalla superficie esterna del collo. La sicurezza e la protezione sanitaria devono essere ottimizzate in modo tale che il livello delle dosi individuali, il numero delle persone esposte e la probabilità di incorrere nell'esposizione siano mantenute basse per quanto ragionevolmente ottenibile.

## STATO E TREND

Il *trend* è legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e soprattutto al tipo di radioisotopo trasportato. Al 2012 si osserva una diminuzione dell'indice di trasporto totale correlata alla generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive; dal 2013 si registra un aumento che, nel biennio successivo, individua una crescita confermata nel 2015, nonostante il numero dei colli trasportati sia in diminuzione.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Per una migliore comprensione degli elaborati è necessario premettere che il trasporto delle materie radioattive avviene con diversi tipi di imballaggi, classificati dalla normativa tecnica in base alle loro caratteristiche di resistenza e alla quantità di radioattività presente nel loro interno. In particolare, le tipologie di colli maggiormente trasportate sono quelle identificate come colli "esenti" e colli di "tipo A". I colli "esenti" sono utilizzati per il trasporto di piccole quantità di materie radioattive e presentano caratteristiche di resistenza limitate. I colli di "tipo A" sono utilizzati per il trasporto di quantità di radioattività più elevate e devono soddisfare requisiti di resistenza a fronte di prove di qualificazione atte a simulare piccoli incidenti che potrebbero verificarsi durante il loro trasporto. Inoltre, nella lettura dei dati, è necessario tener conto che il trasporto stradale di un determinato collo può comportare una o più tratte stradali, in particolare in quelle province dove sono localizzati centri dedicati allo smistamento dei colli. In taluni casi, come nel trasporto delle sorgenti radioattive impiegate nei controlli non distruttivi, lo stesso collo percorre una tratta stradale dal luogo dove è abitualmente in deposito fino al cantiere/fabbrica, e una tratta stradale per il ritorno. L'interesse per il numero di tratte percorse, anziché per i singoli colli, scaturisce dal fatto che ogni operazione di carico e scarico dall'automezzo di un collo comporta il rischio di assorbire una dose, dovuta all'irraggiamento, che è in relazione al suo Indice di Trasporto (IT). La somma dell'Indice di Trasporto effettuata per l'intero territorio nazionale



(Figura 12.5) pone in evidenza le Province di Roma, Milano, Bergamo, Torino e Napoli che ospitano importanti centri ospedalieri e diagnostici oltre ad alcuni centri di smistamento (*hub*), funzionali al trasporto aereo dei radioisotopi, per le quali si registrano i maggiori valori dell'Indice di Trasporto totale. Un elemento caratteristico dei trasporti delle materie radioattive è che la percentuale maggiore degli stessi riguarda il loro impiego in medicina nucleare, mentre i trasporti legati al ciclo del combustibile nucleare, ossia alla disattivazione delle centrali elettronucleari, ne costituiscono una percentuale molto bassa (Tabella 12.7). Per quanto riguarda la tipologia dei colli trasportati, le percentuali maggiori sono rappresentate dai colli di "tipo A" ed "esenti" (Figura 12.6), impiegati entrambi in modo quasi esclusivo nel trasporto di radiofarmaci e radioisotopi per diagnostica. Dalla Tabella 12.8, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi sull'intero territorio nazionale, si evidenzia una diminuzione complessiva del numero di colli/tratte e un aumento dell'Indice di Trasporto totale. Il maggior contributo all'Indice di Trasporto totale (circa il 90%), elaborato sull'intero territorio nazionale, è dato dal trasporto di materie impiegate in medicina e diagnostica nucleare, come rilevabile anche dalla serie storica dei dati (Figura 12.8). Negli ultimi anni l'indice di trasporto (IT) totale registra un aumento significativo dovuto al trasporto di F-18 (fluoro 18), un radioisotopo in grado di emettere positroni rilevabili nelle indagini diagnostiche eseguite con la PET (Tomografia a Emissioni di Positroni). A tale riguardo si può osservare in Figura 12.9 e 12.10 che il trasporto di tale radioisotopo comporta un contributo significativo all'indice di trasporto totale pari circa al 50%.

**Tabella 12.7: Numero di colli/tratte nelle regioni e province e Indice di Trasporto (IT) (2015)**

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	3.356	23,9	0,24	789
	Asti	9	77,8	0,13	1,2
	Biella	156	96,8	1,21	188,7
	Cuneo	882	81,4	0,40	356,3
	Novara	1.268	80,1	0,87	1097
	Torino	11.085	89,3	1,23	13.658
	Verbania	39	2,6	0,72	28,2
	Vercelli	1.477	92,0	0,09	138,1
Valle d'Aosta	Aosta	420	95,0	0,81	338,9
Lombardia	Bergamo	35.482	97,6	0,61	21.618
	Brescia	1.937	90,2	0,41	800,3
	Como	589	92,2	1,09	639,5
	Cremona	1.354	56,6	0,96	1.298
	Lecco	436	88,8	1,26	550
	Lodi	117	43,6	0,25	29,8
	Mantova	660	76,8	0,66	432,5
	Milano	33.095	72,1	0,68	22.457
	Monza	3.713	93,6	1,91	7.107
	Pavia	1.970	74,9	0,84	1.651
	Sondrio	363	93,4	0,39	140,4
	Varese	4.670	93,0	0,40	1.848
Trentino-Alto Adige	Bolzano	729	90,9	0,50	361
	Trento	492	97,2	1,24	608,5
Veneto	Belluno	182	96,7	0,44	79,7
	Padova	3.184	75,6	0,78	2.479
	Rovigo	1.091	73,5	1,04	1.140
	Treviso	2.105	58,6	0,38	804,2
	Venezia	2.036	41,8	0,65	1.329
	Verona	2.071	90,3	0,73	1.514
	Vicenza	1.071	80,1	0,38	412,1
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	2	100,0	1,00	2
	Pordenone	1.073	99,4	0,31	333,1
	Trieste	479	99,0	0,30	145,8
	Udine	2.239	99,1	1,68	3.760
Liguria	Genova	2.905	78,6	0,56	1.619
	Imperia	5	20,0	0,00	0

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Liguria	La Spezia	1.012	71,8	1,13	1.141
	Savona	1.357	68,2	0,97	1.311
Emilia-Romagna	Bologna	1.822	76,3	0,54	990,2
	Ferrara	1.270	57,5	0,68	862,9
	Forlì	11.800	63,1	1,12	13.208
	Modena	1.084	92,5	0,89	965,8
	Parma	1.408	74,0	1,29	1.816
	Piacenza	855	28,1	0,50	424,6
	Ravenna	1.467	36,1	0,75	1.103
	Reggio-Emilia	1.310	94,6	0,39	515,5
	Rimini	33	3,0	0,02	0,5
Toscana	Arezzo	625	96,8	0,37	228,9
	Firenze	1.482	90,1	0,43	631,2
	Grosseto	348	88,8	0,39	137,3
	Livorno	1.386	88,0	0,68	941,5
	Lucca	553	96,0	1,01	560,9
	Massa Carrara	798	90,9	1,41	1.122
	Pisa	7.748	84,4	0,57	4.442
	Pistoia	362	98,1	1,12	403,8
	Prato	699	98,9	1,01	705,8
	Siena	431	75,9	0,35	149,7
Umbria	Perugia	908	96,1	0,42	380,6
	Terni	772	62,3	0,68	526,1
Marche	Ancona	1.135	72,7	0,87	992,9
	Ascoli Piceno	548	92,0	0,50	272
	Macerata	5.097	94,2	0,39	1.975
	Pesaro	754	96,9	1,23	928,4
Lazio	Frosinone	366	74,0	0,43	159,2
	Latina	752	96,7	0,78	585,4
	Rieti	1	0,0	0,00	0
	Roma	33.915	89,6	0,59	19.953
	Viterbo	363	98,1	0,39	142,2
Abruzzo	Chieti	859	59,4	0,46	397,8
	L'Aquila	625	73,9	0,56	350,8
	Pescara	1.450	83,0	0,25	358,9
	Teramo	348	80,2	0,29	103
Molise	Campobasso	466	83,0	0,85	394
	Isernia	5.872	99,2	2,02	11.869

continua

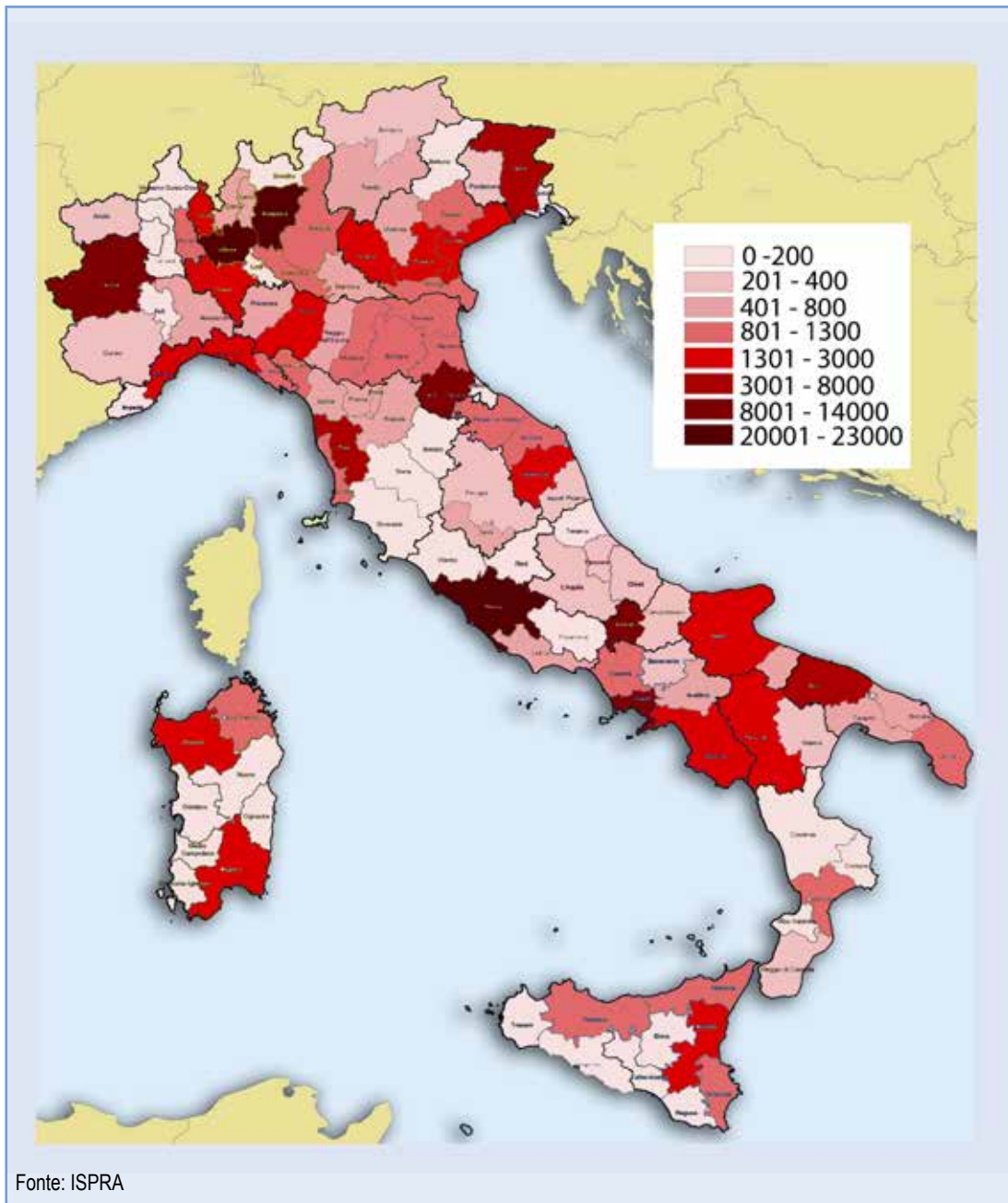
segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Campania	Avellino	841	99,5	0,90	760
	Benevento	221	95,5	0,99	218
	Caserta	1.374	87,0	0,73	999
	Napoli	9.828	87,3	1,21	11.869
	Salerno	2.087	72,4	0,72	1.503
Puglia	Bari	4.547	93,3	0,89	4.056
	Barletta	813	99,0	0,57	461,1
	Brindisi	1.040	79,6	0,40	416,7
	Foggia	2.542	99,7	0,52	1.326
	Lecce	2.345	97,1	0,40	932,5
	Taranto	1.424	51,0	0,42	599,1
Basilicata	Matera	449	96,7	0,87	392,5
	Potenza	2.536	90,0	0,82	2.092
Calabria	Catanzaro	2.810	76,5	0,31	870
	Cosenza	573	93,2	0,25	142
	Crotone	248	78,2	0,34	85
	Reggio Calabria	1.263	84,6	0,22	279
	Vibo Valentia	87	2,3	0,59	51
Sicilia	Agrigento	276	91,7	0,71	196
	Caltanissetta	79	39,2	0,53	42
	Catania	3.680	92,4	0,54	1.987
	Enna	59	96,6	0,91	54
	Messina	3.051	71,2	0,37	1.120
	Palermo	2.308	91,6	0,52	1.211
	Ragusa	238	61,8	0,52	125
	Siracusa	2.592	4,8	0,50	1.300
	Trapani	157	70,7	0,60	94
Sardegna	Cagliari	3.916	87,8	0,39	1.545
	Carbonia Iglesias	107	87,9	0,67	72
	Nuoro	1	100,0	0,20	0,2
	Olbia Tempio	1.052	99,7	0,86	909,8
	Oristano	0	0,0	0,00	0,0
	Sanluri Medio Campidano	0	0,0	0,00	0,0
	Sassari	2.025	96,7	0,88	1.782,0
	Tortoli Ogliastra	2	0,0	0,50	1,0

Fonte: ISPRA

**Tabella 12.8: Numero di colli/tratte per impiego e Indice di Trasporto (IT)**

Impiego	2010			2011			2012		
	Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT	
		Totale	Medio		Totale	Medio		Totale	Medio
	n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100	
Medicina nucleare & ricerca	168.467	79.061	0,47	155.913	89.106	0,57	150.597	87.623	0,58
Rifiuti	23.855	170	0,01	22.622	179	0,01	21.829	162	0,01
Industria	12.342	7.967	0,65	12.026	8.128	0,68	10.927	6.300	0,58
Altro	199	12	0,06	191	34	0,18	3.476	4	0,00
Ciclo del combustibile	25	10	0,38	7	6	0,86	15	3	0,20
<b>TOTALE</b>	<b>204.888</b>	<b>87.220</b>		<b>190.759</b>	<b>97.453</b>		<b>186.844</b>	<b>94.092</b>	
	2013			2014			2015		
	Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT		Colli/ tratte	IT	
		Totale	Medio		Totale	Medio		Totale	Medio
	n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100		n.	mSv/h*100	
Medicina Nucleare & Ricerca	152.688	99.218	0,65	158.418	109.394	0,69	140.857	111.381	0,79
Rifiuti	21.999	264	0,01	13.529	456	0,03	12.456	364	0,03
Industria	11.366	6.673	0,59	10.955	6.523	0,60	14.210	7.941	0,56
Altro	4.066	4	0,00	37	5	0,14	93	5	0,05
Ciclo del combustibile	11	5	0,45	3	0,2	0,07	7	9,7	1,39
<b>TOTALE</b>	<b>190.130</b>	<b>106.164</b>		<b>182.942</b>	<b>116.378</b>		<b>167.623</b>	<b>119.701</b>	
Fonte: ISPRA									



**Figura 12.5: Carta tematica della somma degli Indici di Trasporto per provincia (2015)**

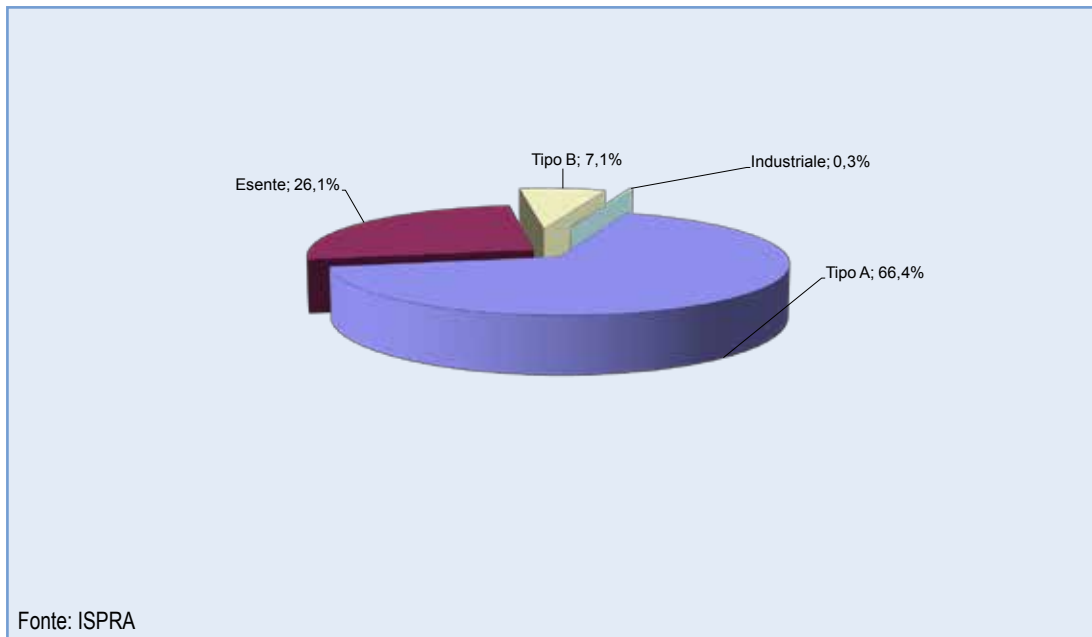


Figura 12.6: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2015)

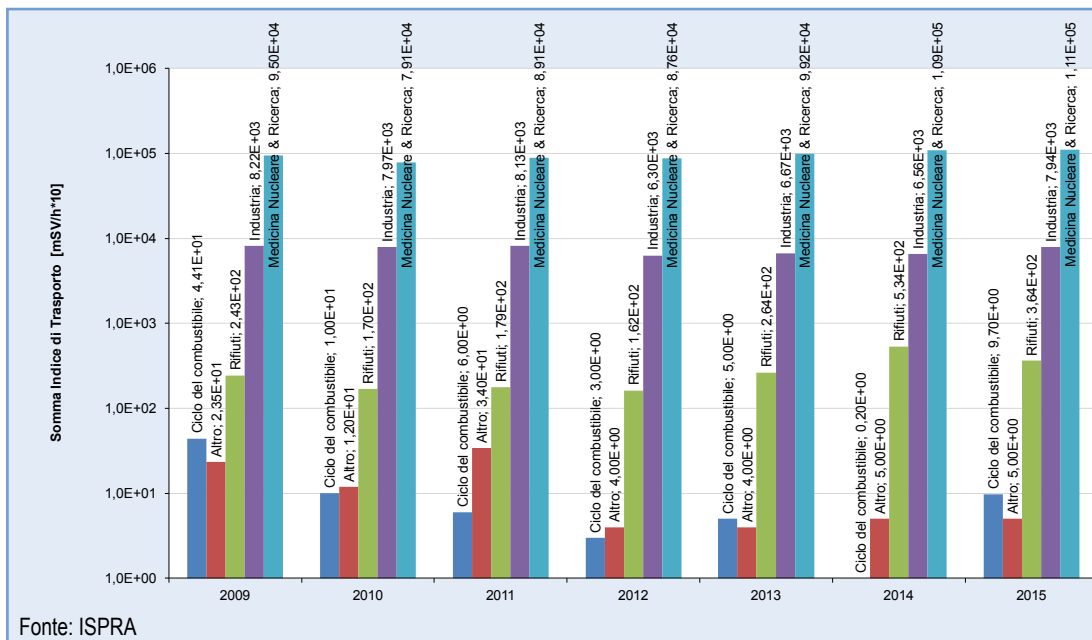


Figura 12.7: Andamento della somma degli Indici di Trasporto in funzione dell'impiego (2015)

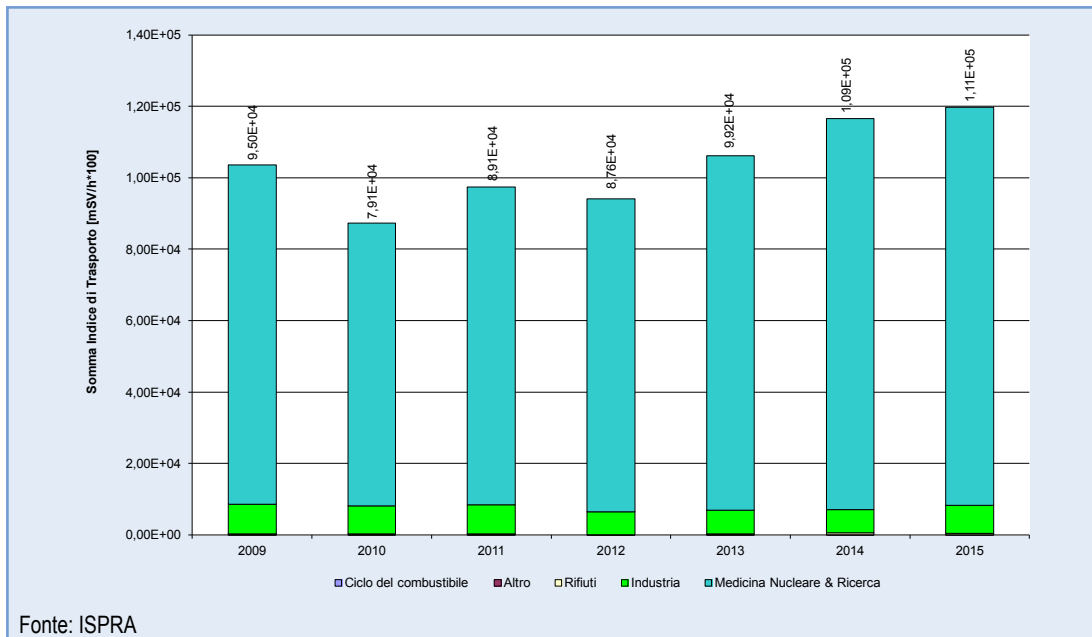


Figura 12.8: Andamento della somma degli Indici di Trasporto totale (2015)

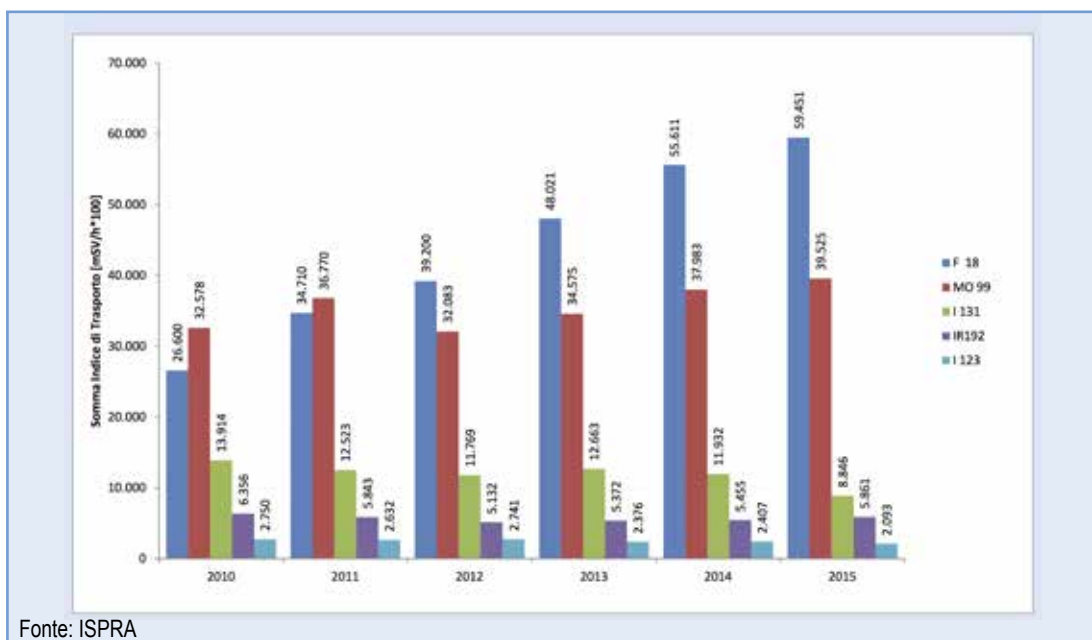
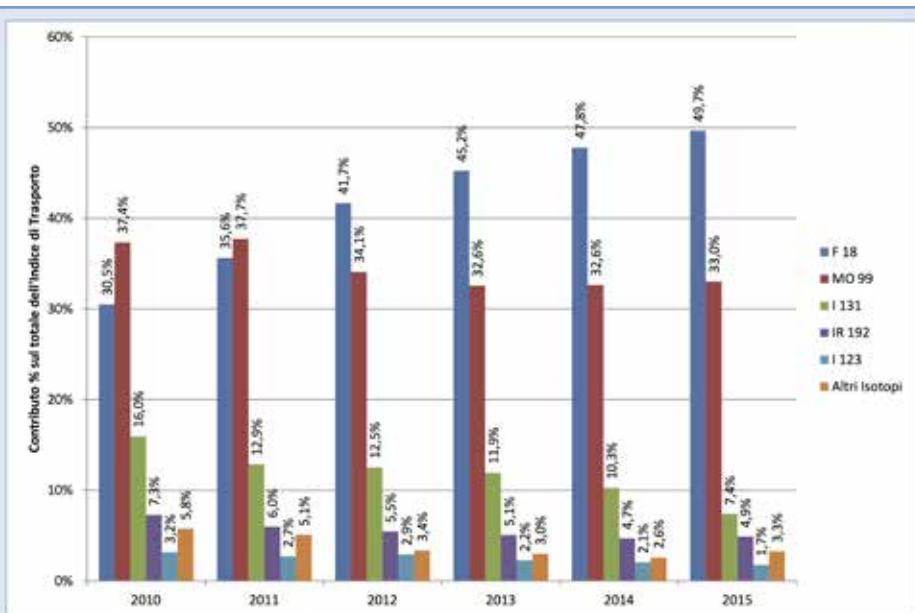


Figura 12.9: Andamento della somma degli Indici di Trasporto dei 5 radionuclidi che più contribuiscono al totale (2015)





Fonte: ISPRA

Figura 12.10: Andamento percentuale della somma degli Indici di Trasporto dei 5 radionuclidi che più contribuiscono al totale (2015)

## 12.2 RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Il controllo della radioattività ambientale è regolato dal Decreto Legislativo n. 230 del 1995 e sue successive modifiche ed integrazioni (s.m.i.), che recepisce le Direttive 89/628/Euratom, 90/641/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti. L'art. 104 stabilisce che il controllo sulla radioattività ambientale è esercitato dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, il controllo sugli alimenti e bevande per il consumo umano e animale è esercitato dal Ministero della Salute inoltre, fornisce indicazioni sul sistema dei controlli che viene articolato in reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali. La gestione delle reti regionali è effettuata dalle singole Regioni, le quali debbono avvalersi, anche attraverso forme consortili tra le regioni stesse, di strutture pubbliche idoneamente attrezzate. Le reti nazionali si avvalgono dei rilevamenti e delle misure effettuati da istituti, enti e organismi idoneamente attrezzati, inclusi quelli afferenti alle reti regionali. All'ISPRA sono affidate le funzioni di coordinamento tecnico delle reti nazionali, sulla base delle direttive dei due Ministeri citati, al fine di assicurare l'omogeneità dei criteri di rilevamento e delle modalità dei prelievi e delle misure, nonché la diffusione dei dati rilevati e la trasmissione dei dati alla Commissione Europea.

Attualmente sul territorio nazionale sono operative:

- la REte di SOrveglianza della RADIOattività ambientale (RESORAD) costituita dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SiNPA) di cui fanno parte, oltre all'ISPRA, le 21 Agenzie regionali e provinciali di protezione dell'ambiente – ARPA/APPA e da altri Enti ed Istituti (IIZZSS, CRI);
- la rete di allarme GAMMA, gestita dall'ISPRA, costituita da stazioni di rilevamento della intensità di dose gamma in aria distribuite su tutto il territorio nazionale;
- la rete di allarme del Ministero dell'Interno, che concorre autonomamente al sistema delle reti nazionali.

Le fonti di radioattività nell'ambiente possono essere di origine naturale o artificiale.

La presenza di radioattività artificiale nell'ambiente è dovuta in gran parte ai test atomici effettuati nel secolo scorso e agli incidenti nucleari, in particolare l'incidente di Chernobyl del 1986. In assenza di eventi incidentali, la principale fonte di esposizione a radiazioni ionizzanti di origine artificiale è quella medico-diagnostica. A questa va aggiunto l'utilizzo di radionuclidi artificiali in alcune applicazioni industriali, nonché l'uso non controllato di materiali contenenti sorgenti artificiali, le cosiddette sorgenti "orfane".

L'esposizione più rilevante della popolazione alle radiazioni ionizzanti è, tuttavia, quella derivante dal fondo naturale. Nella radioattività naturale si distinguono una componente di origine cosmica (raggi cosmici) e una di origine terrestre (dovuta ai radionuclidi primordiali presenti nella crosta terrestre fin dalla sua formazione). Tra le fonti di radioattività naturale di origine terrestre sono da annoverare i prodotti di decadimento del radon. Il radon è un gas naturale radioattivo prodotto dal radio a sua volta prodotto dall'uranio, presente ovunque nei suoli ed in alcuni materiali impiegati in edilizia, rappresenta in assoluto la principale fonte naturale di esposizione a radiazioni ionizzanti per la popolazione. In aria aperta si disperde rapidamente non raggiungendo quasi mai concentrazioni elevate, mentre nei luoghi chiusi (case, scuole, ambienti di lavoro, etc.) tende ad accumularsi fino a raggiungere, in particolari casi, concentrazioni ritenute inaccettabili in quanto causa di un rischio eccessivo per la salute. Ogni anno in Italia sono attribuiti all'esposizione al radon circa 3.400 tumori polmonari su un totale di circa 31.000 casi.

Occorre, inoltre, aggiungere tra le fonti di radioattività naturale quella derivante da particolari lavorazioni e attività industriali di materiali contenenti radionuclidi naturali (*naturally occurring radioactive material - NORM*) che possono comportare un significativo aumento dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori.

A tale proposito il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti

introduce nuove attività da annoverare come NORM e regolamenta, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni.

Tra gli indicatori presentati per la radioattività ambientale non ci sono ulteriori indicatori di pressione, oltre a quelli inseriti nella precedente sezione "Attività nucleari"; sono descritti tre indicatori di stato e un solo indicatore di risposta; questo perché alcune cause primarie, quali l'esposizione a raggi cosmici, alle radiazioni terrestri, alle ricadute al suolo delle esplosioni nucleari negli anni '60 o dell'incidente di Chernobyl, sono difficilmente controllabili in termini di risposta.

Nel quadro Q12.2 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi per gli indicatori considerati.

## Q12.2: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI PER RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	Censire le fonti di pressione ambientale relative ai NORM ( <i>Naturally Occurring Radioactive Materials</i> )	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), in un'ottica di prevenire il rischio di tumori polmonari e di fornire utili strumenti di programmazione territoriale e di intervento	S	Raccomandazione Europea 1990/143/ Euratom D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre, 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	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Riportare la concentrazione media mensile di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo finalizzata al controllo e alla valutazione della radiocontaminazione ambientale. Fornire la concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel latte al fine di evidenziare una possibile contaminazione rilevante sia per l'aspetto dietetico-sanitario, in relazione all'importanza di tale alimento quale componente della dieta, che per quello ambientale in seguito al trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte attraverso la catena alimentare	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Raccomandazione Europea 2000/473/ Euratom Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe
Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	Stimare i contributi delle fonti di esposizione alla radioattività (di origine naturale e antropica) della popolazione	I	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

continua

segue

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Fornire un quadro sintetico sull'operatività delle reti locali/regionali e valutare lo stato di attuazione della sorveglianza sulla radioattività ambientale in Italia, relativamente alle reti esistenti, in conformità con programmi di assicurazione di qualità nazionali e internazionali	R	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Circolare 2/87 Ministero della Sanità

<sup>a</sup> Nella presente edizione, l'indicatore non è stato aggiornato. La relativa scheda è consultabile nel DB <http://annuario.isprambiente.it>

## BIBLIOGRAFIA

- Decreto Legislativo 230/1995 e s.m.i. Allegato IX del Decreto Legislativo 230/1995.
- ANPA, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998
- APAT, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia*, 2002
- ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari.
- ISS-ANPA, *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni - Rapporto finale* presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la Terza Università di Roma, Roma 8/6/1994
- F. Bochicchio, G. Campos Venuti, S. Piermattei, G. Torri, C. Nuccetelli, S. Risica, L. Tommasino, *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, L. Frittelli, G. Lembo, G. Gera, O. Ilari, *Studies on the Natural Background in Italy, Health Phys.* 20, 285, 1971
- Cardinale, G. Cortellessa, F. Gera, O. Ilari, G. Lembo, *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
- OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi 2° Rapporto Nazionale per la Convenzione congiunta sulla sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi e sulla sicurezza della gestione del combustibile irraggiato
- Scivyer C., *Radon Guidance on protective measures for new buildings, IHS BRE Press 2007 World Health Organization Handbook on indoor radon. A public health perspective*, edited by Hajo Zeeb and Ferid Shannoun, 2009
- ISPRA, *L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura*, Linea guida 52/2009
- ISPRA, *Linee guida per il monitoraggio della radioattività*, SiNPA, Delibera del Consiglio Federale delle Agenzie Ambientali del 25 ottobre 2012, Manuali e linee guida 83/2012
- DIRETTIVA 2013/59/EURATOM del Consiglio del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom (GU UE 17/01/2014)
- UNSCEAR 2000, *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: New York: United Nations; E.00.IX.3, ISBN92-1-142238-8, 2000
- UNSCEAR 2008 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: New York: United Nations; E.10.XI.3, ISBN 978-92-1-142274-0, 2010



## DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria negli ambienti confinati (abitazioni, luoghi di lavoro). Esso rappresenta il parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione, in quanto il Rn-222 è causa dell'aumento del rischio di tumori al polmone. È riportata anche un'indicazione sulle indagini svolte a livello territoriale, da parte delle Agenzie regionali e delle Province autonome per la Protezione dell'ambiente, per l'individuazione di aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività radon.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore soddisfa la domanda d'informazione sulla problematica radon *indoor* a livello nazionale e regionale. I valori di concentrazione media a livello nazionale e regionale hanno caratteristiche di accuratezza e comparabilità nel tempo. Tali valori sono ritenuti costanti nel tempo. Pertanto, un miglioramento in termini di qualità dell'informazione riguarda l'affinamento del dettaglio spaziale dell'informazione stessa. Tuttavia, per una rappresentazione dell'indicatore a livello sub-regionale (province, comuni o aree definite in altro modo), anche se le fonti dei dati sono affidabili e le metodologie consistenti nel tempo, non si dispone ancora di una buona comparabilità nello spazio.

★★★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio Europeo del dicembre 2013, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. La direttiva, che dovrà essere recepita entro il 6 febbraio 2018, prevede una riduzione dei livelli di riferimento negli ambienti di lavoro e per

la prima volta, prende in considerazione anche gli ambienti residenziali (abitazioni). Attualmente il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. definisce come campo di applicazione particolari luoghi di lavoro quali sottovie, catacombe, grotte e tutti i luoghi di lavoro sotterranei. Il decreto prevede, inoltre, che le regioni e le Province autonome individuino le zone o luoghi di lavoro, con caratteristiche determinate, a elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon. Viene fissato un primo livello di azione in termini di concentrazione di attività media in un anno pari a 500 Bq/m<sup>3</sup> oltre il quale i datori di lavoro devono attuare particolari adempimenti ad esempio notifiche a pubbliche amministrazioni e, in particolare, una valutazione della dose efficace. Nel caso in cui tale dose efficace superi il valore di 3 mSv/anno, il datore di lavoro ha l'obbligo di ridurre la concentrazione di radon o la dose efficace al di sotto dei valori sopra riportati. Nel caso non si riesca a ridurre la dose efficace al di sotto dei valori prescritti si applica la disciplina della protezione sanitaria dei lavoratori (capo VIII). Relativamente agli ambienti residenziali non esiste attualmente una normativa. In passato la Raccomandazione Europea 90/143/Euratom del 21/02/90 aveva stabilito un livello di riferimento di 400 Bq/m<sup>3</sup> per gli edifici esistenti e, come parametro di progetto, un livello di 200 Bq/m<sup>3</sup> per gli edifici residenziali da costruire, superati i quali era raccomandata l'adozione di provvedimenti correttivi. Nel 2009 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha proposto che le Autorità nazionali adottino un valore di riferimento di 100 Bq/m<sup>3</sup>. Tuttavia, se particolari condizioni di un paese non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a 300 Bq/m<sup>3</sup>. Le principali novità introdotte con la nuova Direttiva 2013/59/Euratom riguardano l'indicazione di livelli di riferimento inferiori rispetto ai livelli di azione indicati dalla normativa italiana per gli ambienti di lavoro. Ogni Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento per i luoghi di lavoro, come media annua della concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq/m<sup>3</sup> a meno che un livello superiore non sia giustificato dalle circostanze esistenti a livello nazionale. Per le abitazioni lo Stato membro dovrà stabilire livelli di riferimento nazionali, per la media annua della

concentrazione di attività di radon in aria, non superiori a 300 Bq/m<sup>3</sup>. La direttiva stabilisce, inoltre, che gli Stati membri definiscano un piano d'azione nazionale che affronti i rischi di lungo termine dovuti alle esposizioni al radon, provvedano all'adozione di misure appropriate per prevenire l'ingresso del radon in nuovi edifici, e individuino le zone in cui si prevede che la concentrazione media annuale di radon superi il livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici. All'interno di tali zone dovranno essere effettuate misurazioni del radon nei luoghi di lavoro e negli edifici pubblici situati al pianterreno o a livello interrato, e promossi interventi volti a individuare le abitazioni in cui la concentrazione media annua supera il livello di riferimento, incoraggiando, in tali casi, eventuali azioni di rimedio.

## STATO E TREND

L'esposizione al radon *indoor* è un fenomeno di origine naturale, al più legato al tipo di suolo sul quale gli edifici sono costruiti e alle modalità di costruzione e gestione degli stessi. La concentrazione di radon è molto variabile e in una frazione di edifici supera i valori di riferimento stabiliti a livello nazionale, oltre i quali è richiesto un intervento di risanamento. Mentre per gli ambienti di lavoro già esistono dei livelli di azione, per le abitazioni non sono stati ancora definiti i livelli di riferimento così come previsti dalla recente Direttiva 2013/59/Euratom (dovranno essere definiti entro il febbraio 2018). Non sono stati effettuati ad oggi, su vasta scala, un numero sufficiente di interventi di risanamento volti alla riduzione della concentrazione di radon *indoor*, pertanto il *trend* non può definirsi positivo o negativo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Tra il 1989 e il 1997, è stata realizzata dall'ISPRa, dall'Istituto Superiore della Sanità e dai Centri Regionali di Riferimento della Radioattività Ambientale degli Assessorati Regionali alla Sanità, oggi confluiti nelle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente regionali e provinciali (ARPA/APPA), un'indagine nazionale rappresentativa sull'esposizione al radon nelle abitazioni. La Tabella 12.9 mostra i risultati di tale indagine aggregati per regione/provincia autonoma. Sono riportate le medie regionali della

concentrazione di attività di radon *indoor* calcolate su base annuale (Figura 12.11) e le percentuali di abitazioni che superano 200 Bq/m<sup>3</sup> e 400 Bq/m<sup>3</sup>. Il valore medio nazionale è stato ottenuto pesando le medie regionali per il numero degli abitanti di ogni regione. La media aritmetica è risultata essere 70 ± 1 Bq/m<sup>3</sup>, valore superiore alla media mondiale pari a circa 40 Bq/m<sup>3</sup>. Le percentuali stimate di abitazioni che eccedono i due livelli sopra citati sono rispettivamente 4,1% e 0,9%. La notevole differenza tra le medie delle regioni è dovuta principalmente alle differenti caratteristiche geologiche del suolo che rappresenta la principale sorgente di radon. Si evidenzia che all'interno delle singole regioni sono possibili variazioni locali, anche notevoli, della concentrazione di radon, pertanto il valore della concentrazione media regionale riportato nella Tabella 12.9 non fornisce indicazioni riguardo la concentrazione di radon presente nelle singole abitazioni. Si reputa che i risultati dell'indagine nazionale siano, ad oggi, ancora validi, in quanto, nonostante la forte variabilità locale dei livelli di radon, la media nazionale e le medie annuali regionali sono ritenute stabili nel tempo. Negli anni successivi all'indagine nazionale, molte regioni/province autonome hanno svolto studi e indagini, su scala regionale o sub-regionale, mirate ad approfondire la conoscenza del fenomeno in alcuni ambienti *indoor*, in particolare scuole, o indagini finalizzate a una più dettagliata caratterizzazione del territorio, in alcuni casi anche tenendo conto di quanto previsto dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Tali indagini hanno consentito di elaborare carte tematiche nelle quali sono rappresentate aree con una differenziata incidenza del fenomeno. La Figura 12.12 mostra le regioni/province autonome che hanno prodotto tali mappe. In mancanza di criteri definiti a livello nazionale, le indagini, le analisi e anche le rappresentazioni grafiche, sono state realizzate con metodologie diverse, tutte, comunque, basate su approcci validi dal punto di vista tecnico scientifico. Per questo motivo, i risultati e le mappe possono essere o apparire non direttamente comparabili. È fondamentale evidenziare che tali rappresentazioni grafiche non devono essere intese come indicative della concentrazione di radon in singoli edifici o, ancor meno, utilizzate per individuare aree nelle quali ritenere di escludere l'opportunità di effettuare la misura di radon. Alte concentrazioni di radon si possono riscontrare in tutto il territorio, anche in

aree definite a bassa concentrazione o a bassa probabilità di riscontrare alte concentrazioni e il solo modo di conoscere la concentrazione di radon è la misura diretta. Approfondimenti sulle singole mappe e sulle modalità di svolgimento delle indagini o degli studi (essenziali per interpretare le rappresentazioni cartografiche) sono consultabili attraverso i riferimenti delle fonti, riportati nella Tabella 12.10. Alcune delle regioni/province autonome attualmente non rappresentate nella figura hanno comunque svolto ulteriori indagini o studi di diverso tipo e, in alcuni casi, sono in corso analisi volte alla elaborazione delle mappe tematiche.

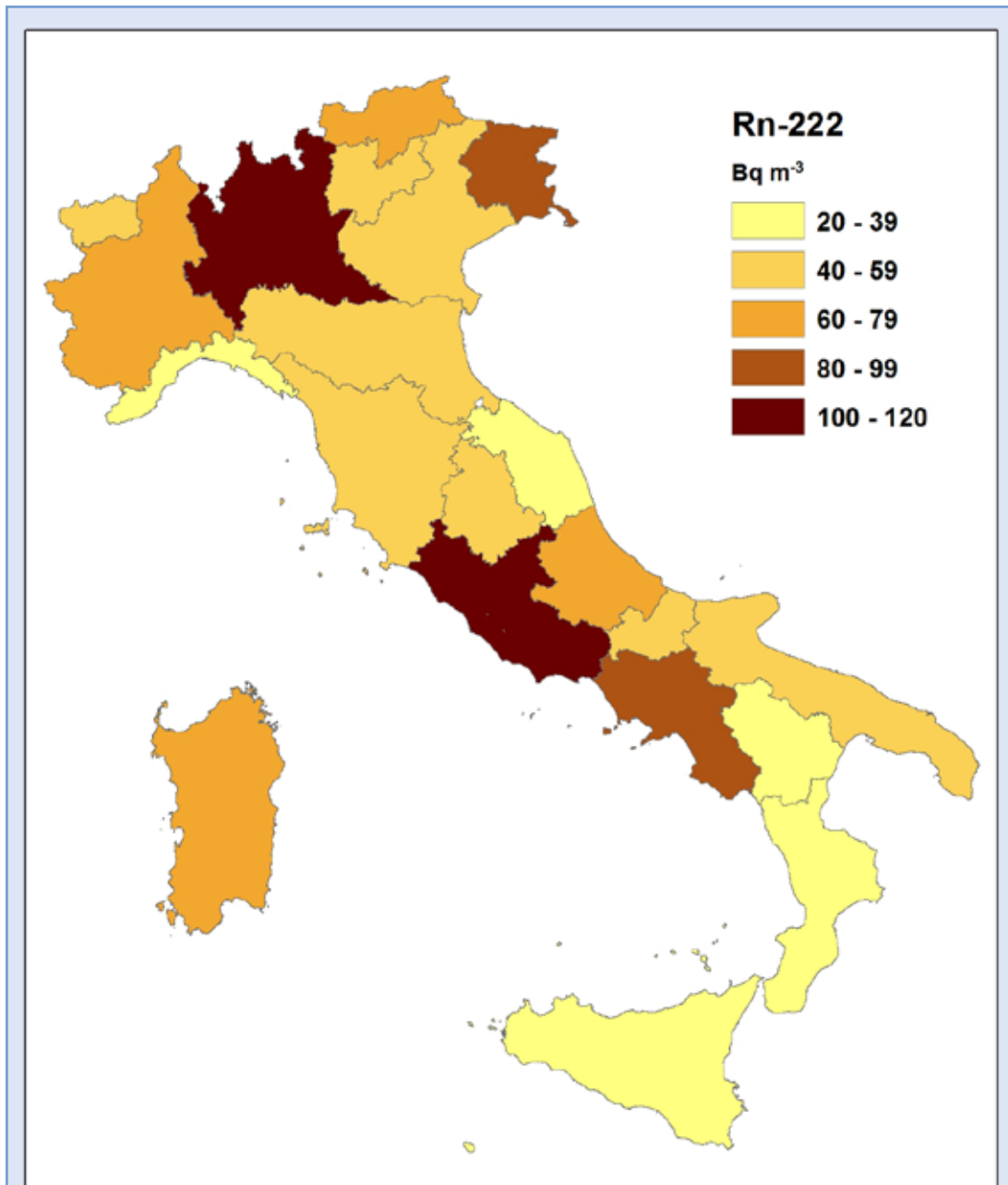


**Tabella 12.9: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 – 1997)**

Regione/Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica ± STD ERR	Abitazioni >200 Bq/m <sup>3</sup>	Abitazioni >400 Bq/m <sup>3</sup>
	Bq/m <sup>3</sup>	%	%
Piemonte	69 ± 3	2,1	0,7
Valle d'Aosta	44 ± 4	0	0
Lombardia	111 ± 3	8,4	2,2
<i>Bolzano-Bozen</i> <sup>a</sup>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento</i> <sup>a</sup>	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
Sardegna	64 ± 4	2,4	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
<b>MEDIA</b> <b>(pesata per la popolazione regionale)</b>	<b>70 ± 1</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>
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 all the 21 Italian Regions" Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999			
<b>Legenda:</b>			
<sup>a</sup> Il Trentino-Alto Adige è costituito dalle province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti			

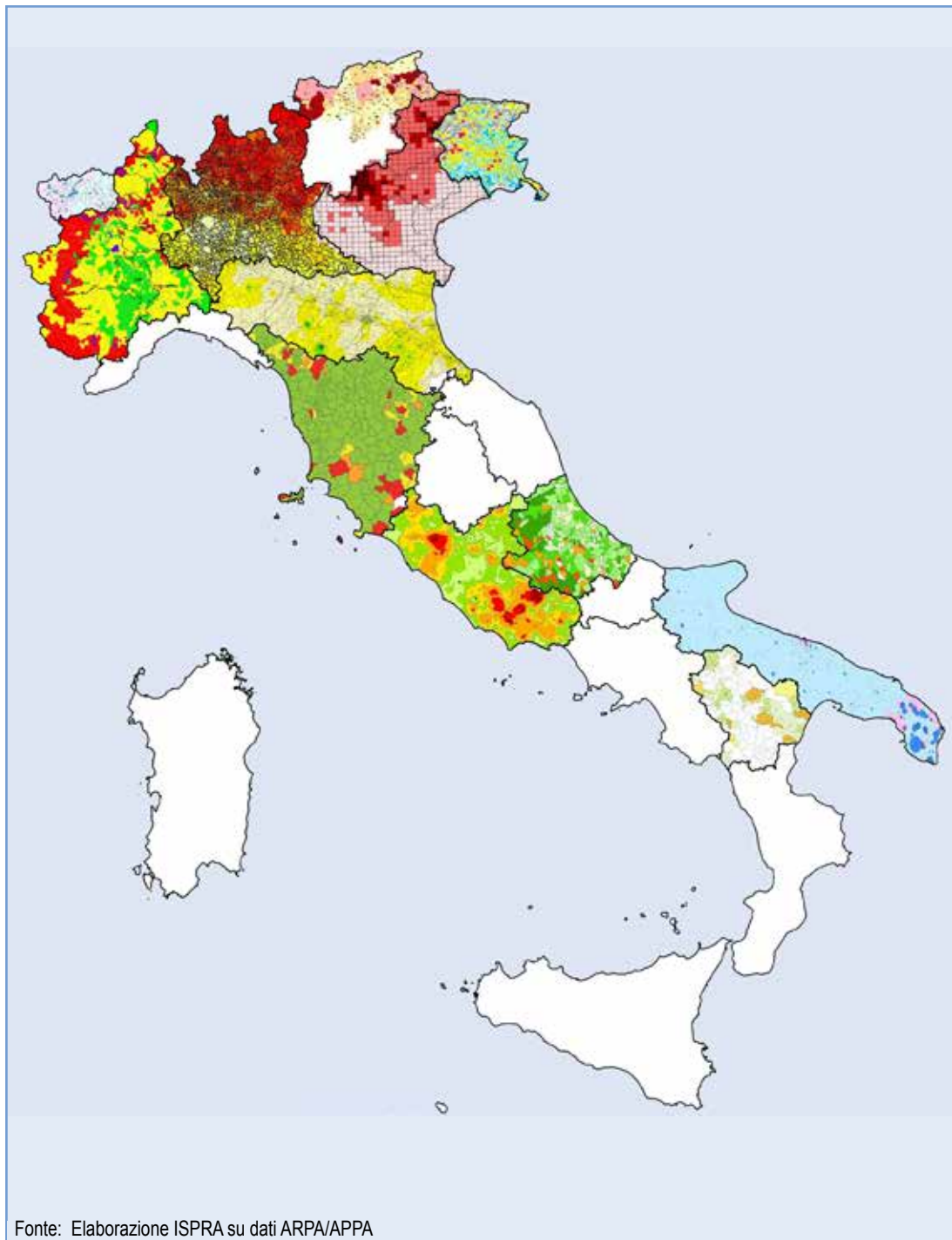
**Tabella 12.10: Riferimenti alle fonti delle mappe radon regionali**

Piemonte	<a href="http://www.arpa.piemonte.it/publicazioni-2/publicazioni-anno-2009/pdf-mappatura-radon">http://www.arpa.piemonte.it/publicazioni-2/publicazioni-anno-2009/pdf-mappatura-radon</a>
	<a href="http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/radioattivita/radon/mapparadonregionePiemonte.png">http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/radioattivita/radon/mapparadonregionePiemonte.png</a>
Valle d'Aosta	<a href="http://www.arpa.vda.it/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;cid=983%3Aradiazioni-ionizzanti&amp;id=1348%3Alivelli-di-concentrazione-di-attivita-di-radon-222-allinterno-di-edifici-indoor-terr007&amp;Itemid=258&amp;lang=it">http://www.arpa.vda.it/index.php?option=com_flexicontent&amp;view=items&amp;cid=983%3Aradiazioni-ionizzanti&amp;id=1348%3Alivelli-di-concentrazione-di-attivita-di-radon-222-allinterno-di-edifici-indoor-terr007&amp;Itemid=258&amp;lang=it</a>
Lombardia	<a href="http://ita.arpalombardia.it/ita/RSA_2010-2011/index.html">http://ita.arpalombardia.it/ita/RSA_2010-2011/index.html</a>
Bolzano	<a href="http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/mappa-radon.asp">http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/mappa-radon.asp</a>
Veneto	<a href="http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/radiazioni-ionizzanti/radon/i-monitoraggi/la-mappatura-delle-aree-ad-elevato-potenziale-di-radon">http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/radiazioni-ionizzanti/radon/i-monitoraggi/la-mappatura-delle-aree-ad-elevato-potenziale-di-radon</a>
Friuli-Venezia Giulia	<a href="http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radioattivita/radon/approfondimenti/Il-Radon-in-Friuli-Venezia-Giulia.html">http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/radiazioni/radioattivita/radon/approfondimenti/Il-Radon-in-Friuli-Venezia-Giulia.html</a>
Emilia-Romagna	<a href="http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=1601&amp;idlivello=1326">http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=1601&amp;idlivello=1326</a>
	<a href="http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/radiazioni/piacenza/testo_radon2009.pdf">http://www.arpa.emr.it/cms3/documenti/_cerca_doc/radiazioni/piacenza/testo_radon2009.pdf</a>
Toscana	<a href="http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-publicazioni-arpat/indagine-regionale-sulla-concentrazione-di-radon-negli-ambienti-di-vita-e-di-lavoro">http://www.arpat.toscana.it/documentazione/catalogo-publicazioni-arpat/indagine-regionale-sulla-concentrazione-di-radon-negli-ambienti-di-vita-e-di-lavoro</a>
	<a href="http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2012/002-12/fig-6.jpg">http://www.arpat.toscana.it/notizie/arpatnews/2012/002-12/fig-6.jpg</a>
Lazio	<a href="http://www.arpalazio.gov.it/ambiente/radioattivita/publicazioni.htm">http://www.arpalazio.gov.it/ambiente/radioattivita/publicazioni.htm</a>
Abruzzo	<a href="http://cartografia.artaabruzzo.it/radonaprile2012/Default.aspx">http://cartografia.artaabruzzo.it/radonaprile2012/Default.aspx</a>
Puglia	<a href="http://www.arpa.puglia.it/web/guest/agentifisici_radon_misure">http://www.arpa.puglia.it/web/guest/agentifisici_radon_misure</a>
Basilicata	<a href="http://www.arpab.it/comunicazione/comunicazione/monitoraggio_radon.asp">http://www.arpab.it/comunicazione/comunicazione/monitoraggio_radon.asp</a>
Fonte: ARPA/APPA	



Fonte: Bochicchio F, Campos Venuti G, Piermattei S, Nuccetelli C, Risica S, Tommasino L, Torri G, Magnoni M, Agnesod G, Sgorbati G, Bonomi M, Minach L, Trotti F, Malisan MR, Maggiolo S, Gaidolfi L, Giannardi C, Rongoni A, Lombardi M, Cherubini G, D'Ostilio S, Cristofaro C, Pugliese MG, Martucci V, Crispino A, Cuzzocrea P, Sansone Santamaria A, Cappai M. *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian regions. Radiation measurements* 2005;40(2-6):686-694.

**Figura 12.11: Carta tematica delle concentrazioni di attività di Rn-222 nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (la scelta degli intervalli ha valore esemplificativo) (1989-1997)**



**Figura 12.12: Mappe radon prodotte in ambito regionale**



## 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.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde bene alla domanda di informazione. La rete Gamma è una rete di monitoraggio e di allarme, predisposta a segnalare eventuali anomalie, dovuti a rilasci in atmosfera e non alla valutazione della dose alla popolazione. I dati della rete sono confrontabili con i dati dell'indagine svolta nel 1972.

★ ★ ★

## 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 s.m., sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123). In riferimento alla gestione delle emergenze, risponde a quanto previsto dal DPCM 19 marzo 2010 "Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche", nonché alla necessità di scambiare rapidamente le informazioni sulle misure ambientali come richiesto in ambito comunitario dalla Decisione del Consiglio 87/600/EURATOM e in ambito internazionale dalla "Convenzione internazionale sulla pronta notifica in caso di un incidente nucleare".

## STATO E TREND

Lo stato e il *trend* attribuiti all'indicatore evidenziano una situazione stazionaria, 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.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Nella Tabella 12.11 sono riportate le stime dei contributi medi dei diversi componenti della dose gamma assorbita in aria. I dati dei contributi di origine cosmica e 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* derivano dall'elaborazione ISPRA dei dati relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni, su campioni rappresentativi a livello regionale. La media della componente di origine terrestre *indoor*, pesata per la popolazione, è stata ottenuta attribuendo alla regione, per la quale i dati non sono disponibili, un valore ottenuto dividendo la componente terrestre *outdoor* della regione stessa per il rapporto medio tra componente *outdoor* e *indoor* di tutte le regioni di cui si dispongono dati.

I dati in Tabella 12.11 evidenziano le sostanziali uniformità del contributo della radiazione cosmica, mentre il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito. La dose gamma annuale dipende dai tempi di permanenza *indoor* e *outdoor*, che in questa elaborazione sono stati assunti rispettivamente pari al 79% e al 21%.

Nella Figura 12.13 è illustrata la rete GAMMA dell'ISPRA, costituita da 60 centraline di monitoraggio automatico, distribuite sul territorio nazionale, che forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose gamma assorbita in aria. Nella Tabella 12.12 sono forniti i dati statistici di base del rateo di dose gamma assorbita in aria (periodo

2000-2015), aggregati per macroregioni ricavate dalla Banca dati rete GAMMA. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni standard (Dev. ST.), espressi in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive macroregioni. Per quanto riguarda, invece, le variazioni temporali dell'intensità della dose gamma, le deviazioni *standard* delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio risultano, su base annua, dell'ordine del 5% per il Nord, del 4% per il Centro e per il Sud d'Italia. Il lieve aumento del valore medio annuale registrato per le stazioni del Nord a partire dal 2014 è conseguente alle attività di aggiornamento della strumentazione di misura.

Infatti, nella maggior parte delle stazioni del Nord, nel 2014, si è progressivamente proceduto alla sostituzione delle sonde con strumentazione in linea con i più recenti *standard* tecnici. Si evidenzia, inoltre, che per le stazioni che hanno visto lunghi periodi di innevamento, la variazione temporale su base annua delle medie giornaliere oscilla nell'intervallo 20%-25%. Vengono inoltre riportati anche i valori massimi e minimi per ciascuna macroregione. Il valore medio pesato per la popolazione delle tre macroregioni (censimento 2011) è pari a 108 nGy/h, il quale, confrontato con il valore di 112 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 12.11, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor* (38+74 nGy/h), rileva una sostanziale stazionarietà. Nella Figura 12.14 sono forniti gli andamenti delle medie mensili, nel 2015, dei ratei di dose gamma assorbita in aria delle tre macroregioni italiane, calcolate a partire dalle medie giornaliere delle singole stazioni.

**Tabella 12.11: Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre**

Regione	Origine cosmica	Origine terrestre	
		<i>outdoor</i>	<i>indoor</i>
	nGy/h		
Piemonte	40	57	95
Valle d'Aosta*	46	70	-
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
<b>MEDIA (pesata per la popolazione)</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>104<sup>a</sup></b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati A. Cardinale, et al., *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. Lowd, 1972

Esposizione gamma *indoor*; Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni – Rapporto finale presentato nell'ambito del seminario tenuto presso la Terza Università di Roma, Roma 8-6-1994

**Legenda:**

\* ARPA Valle d'Aosta, 2009, Quinta Relazione sullo stato dell'ambiente in Valle d'Aosta

<sup>a</sup> La media pesata per la componente di origine terrestre *indoor* è stata ottenuta 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 i dati

**Tabella 12.12: Rateo di dose gamma assorbita in aria**

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media	Dev. ST	Val. min	Val. max	Media	Dev. ST	Val. min	Val. max	Media	Dev. ST	Val. min	Val. max
	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h
2000	103	14	78	130	109	53	61	309	93	27	59	131
2001	101	15	77	128	109	50	61	302	103	32	63	173
2002	105	15	71	143	106	58	58	322	112	36	66	179
2003	103	15	72	150	112	64	57	329	98	33	56	184
2004	104	15	64	144	114	57	58	324	94	34	58	286
2005	101	15	53	143	103	58	52	329	102	28	66	257
2006	105	17	65	202	110	53	55	393	107	27	40	243
2007	103	15	66	210	114	52	53	458	105	26	63	203
2008	102	15	71	414	116	57	69	314	104	26	66	185
2009	98	16	55	164	106	36	63	234	106	24	67	185
2010	98	17	56	159	105	35	63	227	106	24	66	184
2011	99	17	60	159	106	34	63	234	108	24	66	184
2012	98	16	66	164	104	35	59	224	109	27	58	185
2013	97	18	57	150	107	33	57	222	107	32	55	193
2014	103	17	49	164	109	34	58	219	104	34	55	194
2015	112	25	60	179	108	33	57	215	104	30	57	193

Fonte: ISPRA - Banca dati rete GAMMA

**Legenda:**

Dev.ST.: I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono circa il 5% per il Nord e il 4% per il Centro e il Sud

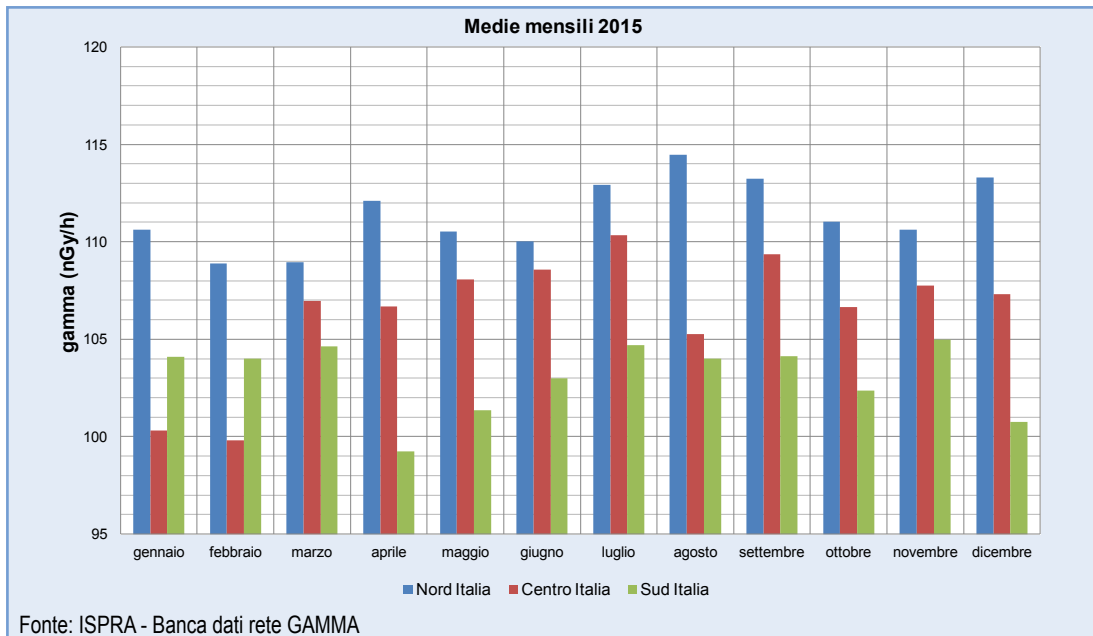


## Stazioni della rete GAMMA



Fonte: ISPRA: Banca dati rete GAMMA

**Figura 12.13: Rete GAMMA (2015)**



**Figura 12.14: Andamenti delle medie mensili, delle tre macroregioni italiane, dei ratei di dose gamma assorbita in aria (2015)**

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



## DESCRIZIONE

Il controllo della radioattività ambientale in Italia nasce in seguito ai test bellici nucleari degli anni '60 e attualmente è esercitato dalla Rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale (REte di SOrveglianza della RADioattività – RESORAD), il cui obiettivo principale è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari, anche allo scopo di determinare la dose efficace alla popolazione. Ai sensi dell'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., ISPRA ha il compito del coordinamento tecnico della rete RESORAD, costituita dai laboratori degli "istituti, enti e organismi idoneamente attrezzati" che rendono operativi piani annuali di campionamento e misura su numerose matrici ambientali e alimentari. Generalmente, la radiocontaminazione dell'atmosfera è il primo segnale della dispersione nell'ambiente di radionuclidi artificiali, cui segue la deposizione al suolo di materiale radioattivo e conseguente il trasferimento nella catena alimentare; ad esempio, la presenza di Cesio-137 (Cs-137) nel latte è riconducibile alla contaminazione ambientale prodotta a seguito di eventi su scala globale (test bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl). Pertanto, la presenza di radionuclidi artificiali in campioni di particolato atmosferico corrispondenti a volumi di aria noti, di deposizione umida e secca e di latte vaccino consente di monitorare lo stato della contaminazione radiometrica. La scelta di riportare i dati relativi al Cs-137 è dettata dalla natura di questo radionuclide artificiale, tossico anche in piccole quantità e dalla vita media di 30 anni.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Le tecniche di misura e analisi adottate dai diversi istituti, enti, organismi della rete nazionale non sempre sono omogenee, ciò porta ad avere delle riserve sul grado di accuratezza delle indicazioni fornite dall'indicatore e sulla comparabilità nello spazio dei dati, mentre la sistematicità di raccolta di

quest'ultimi assicura una buona comparabilità nel tempo.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

L'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, individua la Rete nazionale 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 agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale. Il Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe è relativo alla commercializzazione di prodotti fra gli Stati membri conseguente alla contaminazione di Chernobyl.

## STATO E TREND

L'obiettivo principale dell'indicatore è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari. In particolare la concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo è finalizzata al controllo e alla valutazione della radiocontaminazione ambientale, mentre la concentrazione di attività di Cs-137 nel latte è volta a evidenziare una possibile contaminazione rilevante sia per l'aspetto dietetico-sanitario, sia per quello ambientale in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare. Il trend dell'indicatore mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Le medie delle misure effettuate a intervalli mensili (particolato atmosferico e deposizioni umide e secche al suolo) o annuali (latte vaccino) sono riportate nelle Tabelle 12.13, 12.14, 12.15. I valori sono preceduti dal simbolo di minore (<) in quanto le rilevazioni sono in gran parte inferiori alla Minima Attività Rilevabile (MAR) dagli strumenti di misura. Dalla Tabella 12.13 si evince una buona copertura territoriale per le macroarea

Nord e Centro (rispettivamente 9 stazioni e 8 stazioni) e da completare al Sud (1 stazione). In Figura 12.15 è visualizzato l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico per tutte le stazioni italiane dal 1986 ad oggi; in essa si osservano i picchi di contaminazione relativi all'arrivo in Italia della "nube di Chernobyl" (aprile 1986), nonché quello dovuto a un incidente avvenuto nel giugno 1998 in una fonderia spagnola presso Algeciras, rilevato in modo più evidente nel Nord Italia. Permane, negli ultimi anni, una sostanziale stazionarietà dei livelli misurati che sono ben al di sotto del "reporting level" fissato dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom (30 mBq/m<sup>3</sup>). In Tabella 12.14 sono riportati i dati relativi alle medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre ripartizioni geografiche; anche in questo caso la copertura territoriale è buona sia al Nord sia al Centro (rispettivamente 7 e 5 punti di campionamento); al Sud (2 punti di campionamento) la copertura è accettabile. La Figura 12.16 mostra l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 in quest'ultima matrice; si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test in atmosfera degli anni '60 e l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl, a partire dal quale i valori di contaminazione presentano prima una sistematica diminuzione e quindi una sostanziale stazionarietà. La Tabella 12.15 riporta la media annuale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; per questa matrice la copertura del territorio nazionale è ben distribuita (i dati sono riferiti a 16 regioni italiane su 20) e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili; inoltre si rileva un mantenimento nel tempo della sensibilità delle misure riscontrabile dal valore della media annuale che si attesta al di sotto di 0,17 Bq/l. Dall'andamento temporale del valore medio nazionale (Figura 12.17) si evince un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino, ad oggi, di circa due ordini di grandezza rispetto al 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, e al di sotto del *reporting level* fissato dalla CE (0,5 Bq/l). In Tabella 12.16 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2015, suddivise sulla base delle matrici e dei diversi radionuclidi analizzati. L'esame della tabella offre un quadro sintetico e immediato sullo stato del monitoraggio nazionale della radioattività ambientale. Si evidenzia l'elevato

numero di misure effettuate e di matrici analizzate; persistono, tuttavia, differenze tra Nord, Centro e Sud, con una copertura spaziale non omogenea, in particolare, per alcune tipologie di misura.

**Tabella 12.13: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2015)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m <sup>3</sup>		
Gennaio	< 13	< 30	< 18
Febbraio	< 9	< 41	< 13
Marzo	<27	< 26	< 27
Aprile	< 29	< 35	< 16
Maggio	< 28	< 29	< 24
Giugno	< 29	< 22	< 16
Luglio	< 33	< 26	< 26
Agosto	< 29	< 20	< 20
Settembre	< 29	< 29	< 16
Ottobre	< 26	< 31	< 29
Novembre	< 32	< 33	< 27
Dicembre	< 8	< 26	< 42
<b>Stazioni n.</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>1</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.14: Concentrazione di attività di Cs 137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2015)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	Bq/m <sup>2</sup>		
Gennaio	< 0,081	< 0,020	< 0,10
Febbraio	< 0,065	< 0,50	< 0,075
Marzo	< 0,068	< 0,58	< 0,065
Aprile	< 0,075	< 0,58	< 0,10
Maggio	< 0,095	< 0,64	< 0,084
Giugno	< 0,078	< 0,63	< 0,065
Luglio	< 0,093	< 0,70	< 0,074
Agosto	< 0,066	< 0,69	< 0,069
Settembre	< 0,068	< 0,58	< 0,072
Ottobre	< 0,055	< 0,50	< 0,11
Novembre	< 0,054	< 0,54	< 0,071
Dicembre	< 0,022	< 0,017	-
<b>Stazioni n.</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.15: Concentrazione di attività di Cs 137 nel latte vaccino: media annua e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2015)**

Ripartizione geografica	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	< 0,17	6
Centro	< 0,13	5
Sud	< 0,21	5
<b>MEDIA ITALIA</b>	<b>&lt;0,17</b>	<b>16</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA/CRI/IIZZSS

**Tabella 12.16: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2015)**

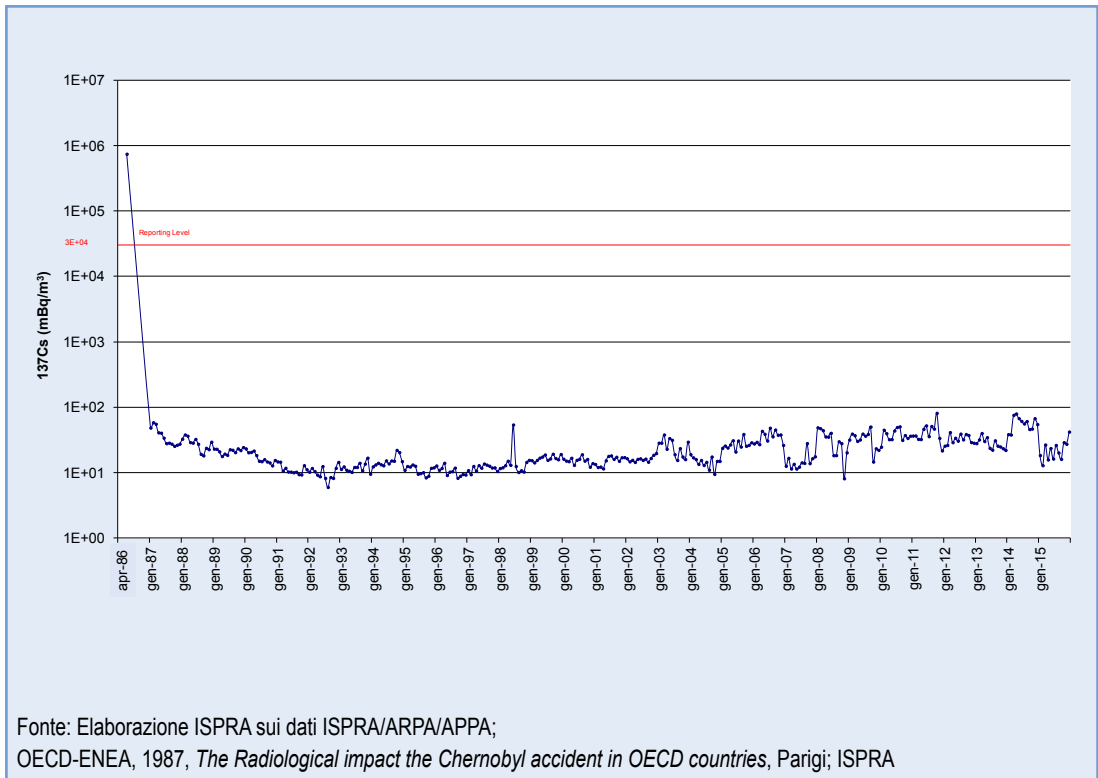
Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	225	96	22	<b>343</b>
	BE-7	225	84	22	<b>331</b>
	I-131	164	52	16	<b>232</b>
	T-BETA	13	22	0	<b>35</b>
	T-ALFA	11	0	0	<b>11</b>
Dose gamma in aria	T-GAMMA	72	168	24	<b>264</b>
Acque superficiali	CS-137	16	108	54	<b>178</b>
	CS-134	6	34	43	<b>83</b>
	I-131	6	21	26	<b>53</b>
	CO-60	6	26	31	<b>63</b>
	PU-(239+240)	2	0	0	<b>2</b>
	PU-238	2	0	0	<b>2</b>
	SR-90	2	0	0	<b>2</b>
	AM-241	0	26	0	<b>26</b>
	H-3	0	0	2	<b>2</b>
	T-BETA	10	19	22	<b>51</b>
	T-ALFA	10	0	22	<b>32</b>
Acque potabili	CS-137	47	8	84	<b>139</b>
	CS-134	11	6	16	<b>33</b>
	H-3	12	36	120	<b>168</b>
	PU-(239+240)	1	0	0	<b>1</b>
	PU-238	1	0	0	<b>1</b>
	PB-210	2	4	0	<b>6</b>
	PO-210	2	0	0	<b>2</b>
	SR-90	5	0	0	<b>5</b>
	CO-60	11	6	11	<b>28</b>
	I-131	11	6	11	<b>28</b>
	U-234	2	0	0	<b>2</b>
	U-235	0	4	0	<b>4</b>
	U-238	2	0	0	<b>2</b>
	T-ALFA	47	73	145	<b>265</b>
	T-BETA	47	73	144	<b>264</b>
Acque d'impianto di depurazione	CS-137	454	45	45	<b>544</b>
	IN-111	44	70	36	<b>150</b>
	I-131	441	144	38	<b>623</b>
	TC-99M	158	67	20	<b>245</b>
Latte vaccino	CS-137	444	108	113	<b>665</b>
	CS-134	114	58	41	<b>213</b>
	I-131	16	56	34	<b>106</b>
	K-40	421	97	111	<b>629</b>
	SR-90	44	0	5	<b>49</b>

continua

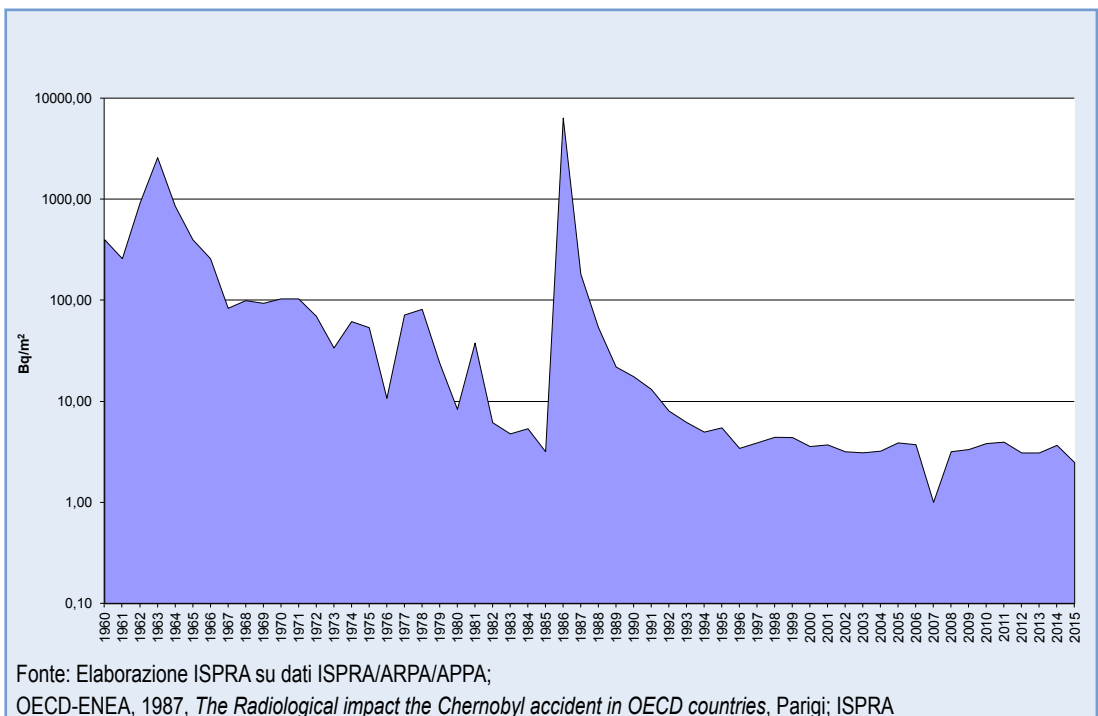
segue

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Alimenti	CS-137	1.189	445	452	<b>2.086</b>
	CS-134	280	330	325	<b>935</b>
	I-131	27	255	136	<b>418</b>
	K-40	369	244	232	<b>845</b>
	SR-90	18	0	0	<b>18</b>
Vegetazione acquatica	CS-137	2	13	3	<b>18</b>
	I-131	0	0	2	<b>2</b>
Deposizione	CS-137	79	65	20	<b>164</b>
	CS-134	11	11	9	<b>31</b>
	I-131	21	9	9	<b>39</b>
	PU-(239+240)	3	0	0	<b>3</b>
	PU-238	3	0	0	<b>3</b>
	SR-90	4	0	0	<b>4</b>
	K-40	10	20	9	<b>39</b>
	BE-7	56	20	20	<b>96</b>
Suolo	CS-137	8	10	61	<b>79</b>
	CS-134	3	7	30	<b>40</b>
	CO-60	0	30	30	<b>60</b>
	SR-90	1	0	0	<b>1</b>
Sedimenti	CS-137	41	79	113	<b>233</b>
	CS-134	6	43	51	<b>100</b>
	SR-90	8	0	0	<b>8</b>
	PU-(239+240)	8	0	0	<b>8</b>
	PU-238	8	0	0	<b>8</b>
	I-131	28	16	46	<b>90</b>
Pasto completo	CS-137	56	15	19	<b>90</b>
	K-40	49	7	19	<b>75</b>
	SR-90	4	0	0	<b>4</b>
<b>TOTALE</b>		<b>5.399</b>	<b>3.136</b>	<b>2.844</b>	<b>11.379</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA/CRI/IIZZSS

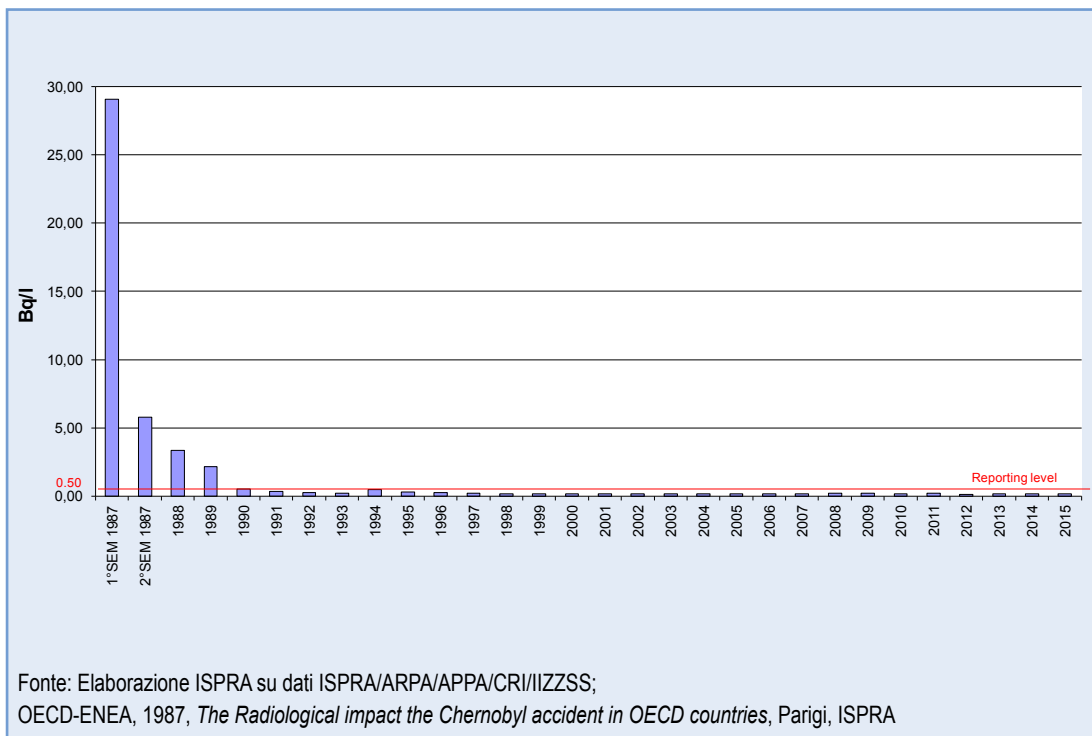


**Figura 12.15: Trend della concentrazione di Cs-137 nel particolato atmosferico in Italia**



**Figura 12.16: Trend delle deposizioni umide e secche di Cs-137 in Italia**





**Figura 12.17: Trend deposizione della concentrazione di Cs-137 nel latte vaccino in Italia**



# STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

## DESCRIZIONE

Indicatore di risposta che riepiloga la situazione dell'attività di sorveglianza attuata dalle reti nazionali/regionali/locali. L'organizzazione attuale (in condizioni ordinarie) prevede tre livelli di monitoraggio/controllo ambientale, in ottemperanza a disposizioni normative: le reti locali, attraverso le quali si esercita il controllo dell'ambiente attorno alle centrali nucleari e altri impianti di particolare rilevanza (*source related*); le reti regionali, delegate al monitoraggio e 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*).

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. L'accuratezza presenta un certo grado di limitazione per la non completa copertura del monitoraggio delle matrici analizzate, soprattutto in termini di tipologia di misure effettuate; nessuna riserva sulla comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio non è sempre garantita per le disomogeneità presenti nei dati forniti dalle regioni delle diverse macroaree. I dati forniti, utili alla valutazione dell'indicatore, suggeriscono la necessità di colmare le lacune rilevate al fine di avere una completa copertura del monitoraggio su tutto il territorio nazionale.

★ ★ ★

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

La normativa che regola l'istituzione delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale è attualmente il D.Lgs. 230/95 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 84/467, 89/618, 90/641, 92/3, 96/29 in materia di radiazioni ionizzanti", art. 54

"Sorveglianza locale della radioattività ambientale", art. 104 "Controllo sulla radioattività ambientale" e la circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità "Direttive agli Organi Regionali per l'esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale". Sono state emanate, inoltre, leggi e direttive regionali.

## STATO E TREND

L'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale è stato raggiunto alle scadenze prefissate, il trend dell'indicatore è pertanto positivo.

## COMMENTI A TABELLE E FIGURE

Nella Tabella 12.17 è riepilogato lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (rete nazionale e reti regionali) ottenuto attraverso la consultazione dei soggetti della rete nazionale e sulla base dei dati trasmessi all'ISPRA. In alcuni casi la rete di monitoraggio è approvata solo dall'Assessorato alla sanità in altri dall'Assessorato all'ambiente. La colonna "operatività" mostra lo stato reale della rete, in quanto la delibera regionale, provinciale o degli assessorati non garantisce l'effettiva attività e funzionamento della stessa. Le reti regionali risultano tutte operative e, tenendo conto delle tre matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte), la copertura del monitoraggio è nel complesso omogenea su tutto il territorio nazionale. Tuttavia, se si considerano tutte le matrici analizzate e i radionuclidi misurati si rileva una non completa copertura sul territorio nazionale, in particolare per alcune misure radiometriche complesse che non tutti i soggetti della rete possono effettuare. Lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale delle reti locali è riportato nella Tabella 12.18, in cui è indicata la presenza o meno della rete del gestore e quella dell'ente locale ARPA/APPA. I gestori degli impianti, in ottemperanza alla normativa vigente, provvedono alla sorveglianza locale della radioattività ambientale, mentre si rileva la necessità di incrementare le reti di monitoraggio da parte degli enti locali. Nel 2013 e nel 2015 sono state svolte dall'ISPRA due indagini straordinarie

per il monitoraggio della radioattività ambientale in relazione al processo di smantellamento della centrale del Garigliano. Nel 2015 è stata effettuata anche una campagna di monitoraggio straordinaria intorno alla centrale di Latina. Le indagini non hanno rilevato criticità dal punto di vista della radiocontaminazione ambientale. Nella Tabella 12.19 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio a livello nazionale, a partire dal 1997. Per l'attribuzione del punteggio annuale sono state considerate le seguenti matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile. Per ciascuna di queste matrici sono stati valutati i seguenti aspetti: tipologie di misure effettuate, frequenza di campionamento e misura; sensibilità di misura (in riferimento alle Linee guida per il monitoraggio della radioattività e ai *reporting levels* raccomandati dalla Commissione Europea per il Cs-137); densità di monitoraggio (in termini di distribuzione territoriale dei controlli nelle macroaree Nord, Centro e Sud) e regolarità del monitoraggio nel tempo. Sebbene il punteggio attribuito nel 2015 sia appena inferiore all'anno precedente, lo stato di attuazione del monitoraggio nazionale risulta sufficientemente adeguato. In generale si evidenzia un incremento su alcune matrici fondamentali per quel che riguarda il numero delle misure e i punti di campionamento sul territorio, ma sono rilevabili delle mancanze relative ad alcune tipologie di misure radiometriche, che non sono effettuate da tutti i laboratori, questo comporta una non completa copertura del territorio nazionale.

**Tabella 12.17: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale**

Regione/ Provincia autonoma	Approvata da Regione/Provincia autonoma	Operatività rete regionale	Esempi di dati forniti alla rete		
			Particolato atmosferico	Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	Si	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Lombardia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Bolzano-Bozen	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Trento	Si	Si	Si	Si	Si
Veneto	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Friuli-Venezia Giulia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Liguria	Si (Ass. Sanità)	Si	No	No	Si
Emilia-Romagna	Si	Si	Si	Si	Si
Toscana	Si	Si	Si	Si	Si
Umbria	Si	Si	Si	Si	Si
Marche	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si
Lazio	Si (Ass. Ambiente)	SI	Si	No	Si
Abruzzo	Si	Si	Si	Si	Si
Molise	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si	Si
Campania	Si	Si	No	No	Si
Puglia	Si	Si	Si	Si	Si
Basilicata	Si	Si	Si	Si	Si
Calabria	Si	Si	Si	No	Si
Sicilia	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	No	Si
Sardegna	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si	Si

Fonte: ISPRA/ARPA/APPA/CRI/IIZZSS

**Tabella 12.18: Stato delle reti locali**

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	Si**
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 - C.R. Trisaia ENEA	In "carico", rifiuti parzialmente condizionati	Si	Si
Centro ENEA Casaccia:		Si	No
Reattore TRIGA RC-1	In esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO		
Reattore RSV TAPIRO	In esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO		
Impianto Plutonio	Cessato esercizio, rifiuti sull'impianto e depositati in NUCLECO		
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 ISPRA dei rapporti attività dei gestori impianti e ARPA/APPA

**Legenda:**

\*In relazione al processo di smantellamento, nel 2013 e nel 2015, sono state svolte due indagini straordinarie di monitoraggio della radioattività ambientale

\*\*Nel 2015 è stata svolta un'indagine straordinaria di monitoraggio della radioattività ambientale

\*\*\*In relazione al processo di smantellamento, è prevista la realizzazione di un piano di monitoraggio da parte di ARPA Toscana

**Tabella 12.19: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio nazionale**

Anno	Punteggio	Giudizio
1997	15	Sufficiente
1998	17	sufficiente
1999	13	Insufficiente
2000	17	Sufficiente
2001	17	Sufficiente
2002	17	Sufficiente
2003	17	Sufficiente
2004	17	Sufficiente
2005	17	Sufficiente
2006	17	Sufficiente
2007	17	Sufficiente
2008	17	Sufficiente
2009	16	Sufficiente
2010	17	Sufficiente
2011	20	Sufficiente
2012	20	Sufficiente
2013	20	Sufficiente
2014	19	Sufficiente
2015	18	Sufficiente

Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna

**Nota:**  
Classi di qualità: insufficiente 0- <15, sufficiente 15- <21, buono 21-25