



**Attività nucleari  
e  
radioattività  
ambientale**

**Autori:**

Luciano BOLOGNA<sup>1</sup>, Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Silvia IACCARINO<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>, Luca TOLAZZI<sup>1</sup>, Paolo ZEPPA<sup>1</sup>

**Coordinatore statistico:**

Silvia IACCARINO<sup>1</sup>

**Coordinatori tematici:**

Luciano BOLOGNA<sup>1</sup>, Mario DIONISI<sup>1</sup>, Sonia FONTANI<sup>1</sup>, Giuseppe MENNA<sup>1</sup>, Carmelina SALIERNO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISPRA



L'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti deriva principalmente dalla radioattività naturale. Si individua 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 e in alcuni materiali impiegati in edilizia, all'aria aperta si disperde rapidamente, mentre nei luoghi chiusi (case, scuole, ambienti di lavoro, ecc.) tende ad accumularsi fino a raggiungere, in particolari casi, concentrazioni ritenute inaccettabili in quanto causa di un rischio eccessivo per la salute. In Italia, circa il 10% dei tumori polmonari sono attribuiti all'esposizione al radon.

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. In tale ambito si evidenzia che il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio del 5 dicembre 2013 che stabilisce nuove norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti e che introduce, proprio in riferimento ai materiali contenenti radionuclidi naturali, nuove attività da annoverare come NORM e regolamenta, per la prima volta, l'esposizione al radon nelle abitazioni. Tale direttiva dovrà essere recepita a livello nazionale entro febbraio 2018.

Per quanto riguarda invece la radioattività artificiale nell'ambiente, essa è dovuta in gran parte ai test atomici, effettuati nella seconda metà del secolo scorso naturalmente non in Europa ma principalmente nell'Oceano Pacifico, negli Stati Uniti e in Russia, e agli incidenti nucleari, in particolare quello di Chernobyl del 1986.

In Italia le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile non sono più in esercizio e sono in corso le attività collegate alla disattivazione delle installazioni e alla messa in sicurezza dei rifiuti radioattivi derivanti dal

pregresso esercizio. Permangono, tuttavia, in attività alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. Continua, inoltre, a essere sempre più diffuso l'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni medico-diagnostiche, nell'industria e nella ricerca scientifica.

Tutte queste attività, incluse le attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti radioattive e dei rifiuti da esse derivanti, sono regolate e controllate affinché l'impatto sull'ambiente e sulla popolazione risulti inferiore alla rilevanza radiologica (10  $\mu$ Sv/anno).

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, dal Decreto legislativo del 4 marzo 2014, n. 45 e dal Decreto legislativo del 15 febbraio 2016, n. 28. 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). Il controllo sulla radioattività ambientale è articolato in reti di sorveglianza regionali e reti di sorveglianza nazionali. All'ISPRA sono affidate le funzioni di coordinamento tecnico delle reti nazionali, sulla base delle direttive dei Ministeri competenti, 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 loro trasmissione alla Commissione europea.

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 delle attività connesse alla disattivazione delle installazioni nucleari e all'uso di radioisotopi artificiali, della radioattività nell'ambiente e negli alimenti su tutto il territorio nazionale, al fine di prevenire e proteggere lavoratori, popolazione e

ambiente da esposizioni indebite alle radiazioni ionizzanti.

L'obiettivo principale del capitolo è presentare, nel rispetto del modello DPSIR, alcuni indicatori che rappresentino, 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 Ambientale	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend
					S	T	
Attività nucleari	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	D P	Annuale		I R P	2016	
	Produzione annuale di fluoro 18	D P	Annuale		I R P	2016	
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	D P	Annuale		C P R	2016	
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale		I R	2015	
	Trasporti materie radioattive	P	Annuale		I	2010-2015 2009-2016	
	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) <sup>a</sup>	D	Annuale		I	2003	-
Radioattività ambientale	Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	S	Non definibile		I	1989-2016	-
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	Annuale		I R	1970-1971, 2000-2006	
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale		I	1986-2016	
	Dose efficace media da radioattività ambientale <sup>a</sup>	I	Quinquennale		I	2005	-
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale		I	1997-2015	

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

## QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

<i>Trend</i>	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. La concentrazione di attività del Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo è finalizzata alla sorveglianza della radiocontaminazione ambientale, mentre la concentrazione di attività del Cs-137 nel latte è volta a evidenziare una possibile contaminazione rilevante anche per l'aspetto dietetico-sanitario in seguito a fenomeni di accumulo nella catena alimentare. Il <i>trend</i> dell'indicatore è positivo e 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 riduzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive; dal 2013 si registra un aumento che, nel biennio successivo, presenta una significativa crescita. Nel 2016, invece, si segnala una lieve diminuzione sia per l'indice di trasporto sia del numero dei colli totali trasportati.
	-	-

## BIBLIOGRAFIA

AEA Safety Standards "Regolamentazione IAEA per il Trasporto in Sicurezza del Materiale Radioattivo" ed. 2012, No. SSR-6.

Banca dati della rete automatica dell'ISPRA di rilevamento della dose gamma in aria (rete GAMMA).

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. Radon in the Living Environment*, Athens, 1999.

Cardinale A., Frittelli L., Gera G., Ilari O., Lembo G., "Studies on the Natural Background in Italy", Health Phys. 20, 285, 1971.

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

Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013.

D.Lgs. 230/95 "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti" sue successive modifiche e integrazioni.

Gazzetta Ufficiale europea, L 13 del 17 gennaio 2014.

International Commission on Radiological Protection, ICRP Statement on Radon. ICRP Ref 00/902/09, 2009.

Raccomandazione della Commissione 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000.

Regolamento (CEE) n. 737/90 del Consiglio, del 22 marzo 1990, relativo alle condizioni d'importazione di prodotti agricoli originari dei paesi terzi a seguito dell'incidente verificatosi nella centrale nucleare di Chernobyl.

International Atomic Energy Agency, *Protection of the public against exposure indoors due to radon and other sources of radiation. Specific safety guide*. IAEA Safety Standards Series No.SSG-32, 2015.

International Atomic Energy Agency, *Technical Report Series n.465*, 2008.

IAEA Safety Standards "Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2012 Edition)", No. SSG-26.

IAEA Safety Standards "Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material" Safety Guide, No. TS-G-1.3.

*Il trasporto di materie radioattive in Italia*, Rapporto 2005 – 2006 – 2007 (ai sensi dell'art.3 del D.M. 18/10/2005 del Ministero delle attività produttive).

International Commission on Radiological Protection, *Radiological protection against radon exposure*, ICRP Publication 126. 2014.

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.

Scivyer Chris, *Radon Guidance on protective measures for new buildings*. Ihs Bre Press, 2007.

SNPA, ENEA-INMRI, CRI, ISS - *Manuale della rete RESORAD*, Convenzione del 29.12.2006 MATTM-ISPRA "Supporto tecnico alla DSA all'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici", linea di attività "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti", tematica "Implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale".

ISPRA, *Inventario Nazionale dei Rifiuti Radioattivi*, aggiornamento al 31/12/2105

Pelliccioni M., "Fondamenti fisici della Radioprotezione", 1989.

*Statistics on the Transport of Radioactive Materials and Statistical Analyses* -European Commission DG TREN (Contract No. C4/TMR2001/300-1) NRPB UK (project co-ordinator), GRS Germany, IRSN (including CEPN) France, ANPA Italy and NRG Netherland.

Torri G., Menna G., Fontani S., Bochicchio F., Bucci S., Chiaravalle E., Magliano A., Magnoni M., Operti C., Pantalone C., Rusconi R., Sabatini P., Verdi L., Vitucci L., 2012 "Linee guida per il monitoraggio della radioattività". Manuali e Linee guida SNPA n°83/2012, ISBN 978-88-448-0582-1, 27 pagine.

Trattato che istituisce la Comunità europea dell'energia atomica (Euratom), Roma 1957 – articoli 35 e 36.  
Trotti F., Torri G., Bucci S., Magnoni M., Agnesod G., Amendola L., Bussallino M., Caldognetto E., Cappai M., Conti A., Cristofaro C., Di Giosa A., Fontani S. et al. “*La rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale: la sua evoluzione e lo stato dell'arte a 5 anni dall'incidente di Fukushima*”. Atti del Convegno nazionale di radioprotezione 19-21 ottobre 2016. ISBN 9788888648446, 11 pagine.  
World Health Organisation, *WHO Handbook on indoor radon: a public health perspective*. WHO Press, 2009.



## SITOGRAFIA

[http://www.icrp.org/docs/ICRP\\_Statement\\_on\\_Radon%28November\\_2009%29.pdf](http://www.icrp.org/docs/ICRP_Statement_on_Radon%28November_2009%29.pdf)

[http://www.isprambiente.gov.it/files/sicurezza-nucleare-radioattivita/ManualeReteRESORAD\\_rev2.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/sicurezza-nucleare-radioattivita/ManualeReteRESORAD_rev2.pdf)

[http://www.icrp.org/docs/P103\\_Italian.pdf](http://www.icrp.org/docs/P103_Italian.pdf)



## 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.

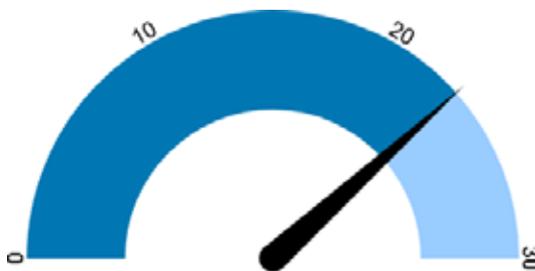
L'articolo 27 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni (che disciplina l'impiego pacifico dell'energia nucleare e stabilisce le norme per la sicurezza nucleare e per la protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i rischi delle radiazioni ionizzanti) prevede l'obbligo di nullaosta preventivo per gli impianti o strutture che intendono utilizzare sorgenti di radiazioni ionizzanti. Il suddetto nullaosta può essere di categoria A o categoria B, a seconda del superamento o meno delle soglie fissate nell'Allegato IX del decreto stesso. Le autorizzazioni di categoria A, che riguardano l'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti al di sopra di tali soglie, sono autorizzate dal Ministero dello sviluppo economico, sentito il parere dell'ISPRA e di altri Ministeri; le strutture classificate in cat.B, di minore impatto sulla popolazione e sull'ambiente, sono autorizzate a livello regionale.

Tra le sorgenti di radiazioni in categoria A si trovano principalmente ciclotroni, acceleratori di ricerca e sorgenti sigillate ad alta attività per radioterapia o radiografia industriale.

## SCOPO

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

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'informazione è rilevante perché offre 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

Il D.Lgs. 230/95 disciplina l'utilizzo pacifico di sorgenti di radiazioni ionizzanti al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione. In particolare, le strutture che intendono utilizzare tali sorgenti devono essere autorizzate preventivamente dal Ministero dello sviluppo economico, in modo da garantire che la produzione e impiego di radiazioni ionizzanti comportino un'esposizione per i lavoratori e la popolazione al di sotto dei limiti fissati dalla legge.

## STATO E TREND

Rispetto al 2015, in cui risultavano 90 autorizzazioni di categoria A, si è avuto un lieve incremento di 5 unità.

## COMMENTI

La Figura 12.1 e Tabella 12.1 evidenziano una forte concentrazione di impianti autorizzati in categoria A in Lombardia e nel Lazio. 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 e Varese, 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 12.2 - Tabella 12.2).

**Tabella 12.1: Distribuzione regionale delle strutture autorizzate in categoria A (2016)**

Regione	Impianti	
	n.	%
Abruzzo	5	5
Basilicata	1	1
Calabria	1	1
Campania	4	4
Emilia-Romagna	8	8
Friuli-Venezia Giulia	2	2
Lazio	15	16
Liguria	1	1
Lombardia	24	25
Marche	2	2
Molise	1	1
Piemonte	6	6
Puglia	3	3
Sardegna	1	1
Sicilia	6	6
Toscana	2	2
Trentino-Alto Adige	1	1
Umbria	3	3
Veneto	9	9
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico

**Tabella 12.2: Distribuzione provinciale delle strutture autorizzate in categoria A (2016)**

Provincia	Impianti	
	n.	%
Alessandria - AL	1	1
Avellino - AV	1	1
Bari - BA	2	2
Bologna - BO	3	3
Brescia - BS	1	1
Cagliari - CA	1	1
Catania - CT	2	2
Chieti - CH	2	2
Como - CO	2	2
Cosenza	1	1
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
Messina	1	1
Milano - MI	10	11
Napoli - NA	3	3
Padova - PD	6	6
Palermo - PA	3	3
Pavia - PV	2	2
Perugia - PG	3	3
Pescara - PE	2	2
Pisa - PI	1	1
Ravenna - RA	3	3
Reggio Emilia - RE	1	1
Roma - RM	15	16
Torino - TO	3	3
Trento - TN	1	1
Treviso - TV	2	2
Trieste - TS	1	1
Udine - UD	1	1
Varese - VA	9	9
Vercelli - VC	1	1
Verona - VR	1	1
<b>TOTALE</b>	<b>95</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico

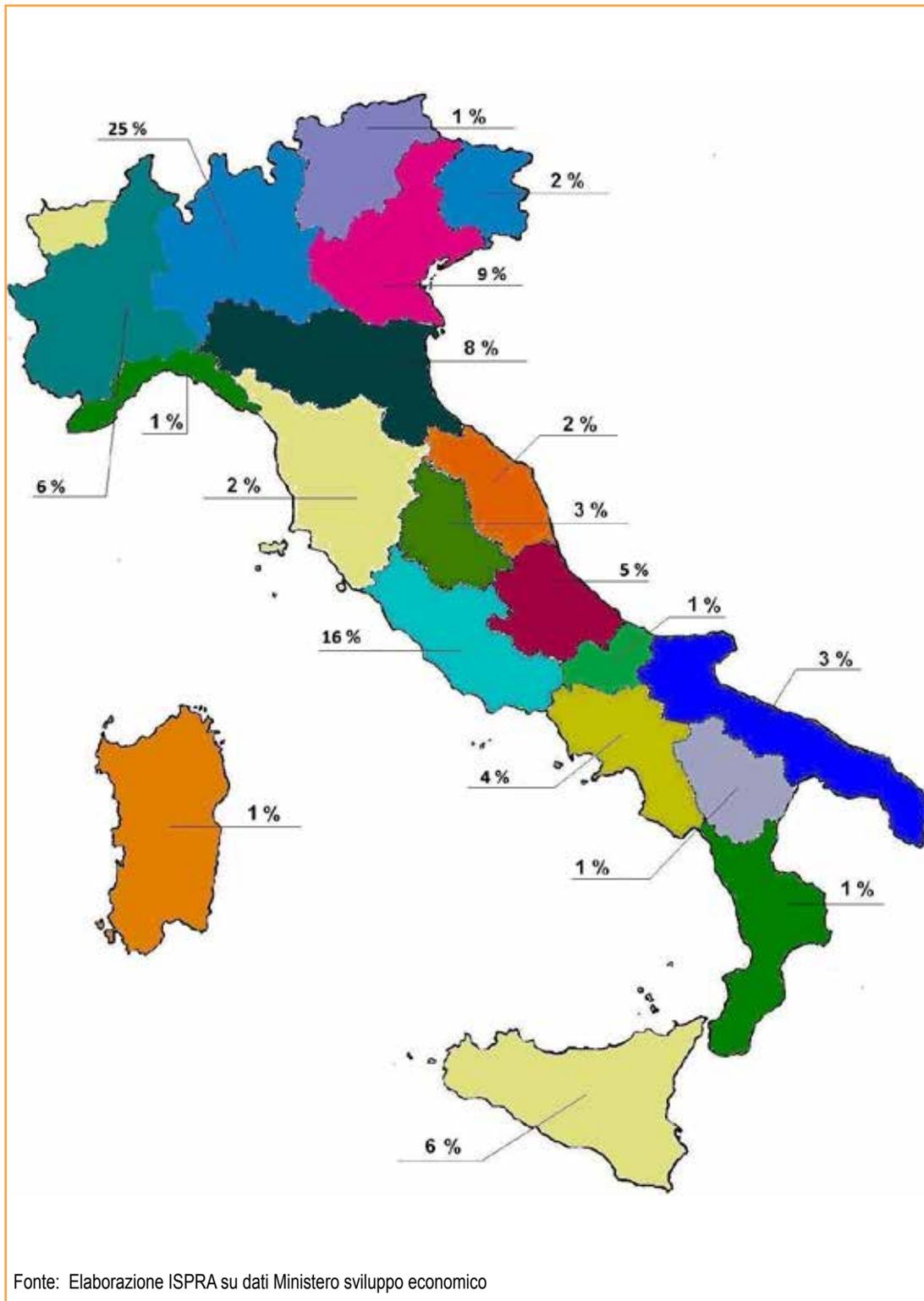
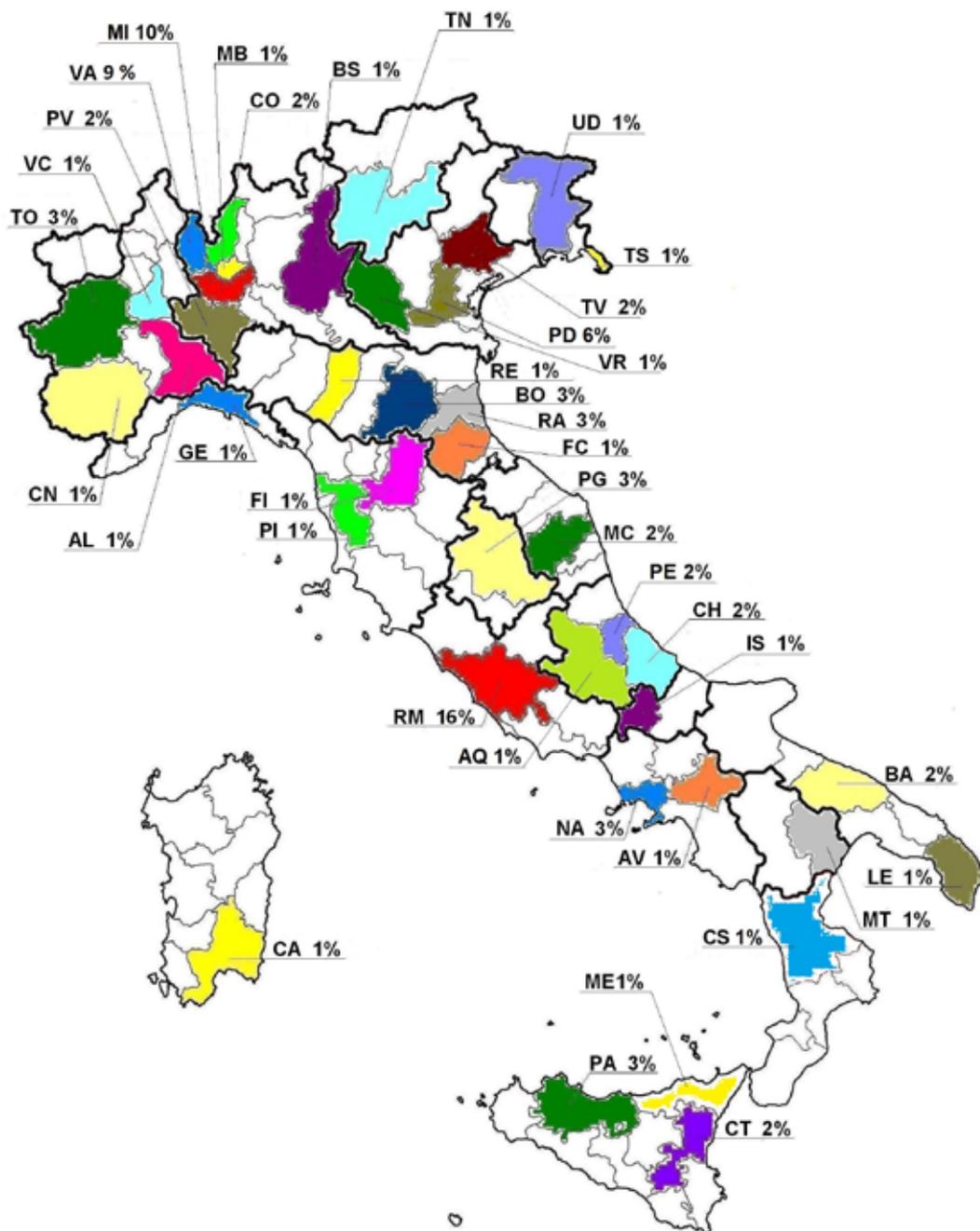


Figura 12.1: Distribuzione regionale delle strutture autorizzate in categoria A



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico

**Figura 12.2: Distribuzione provinciale delle strutture autorizzate in categoria A**



## DESCRIZIONE

Il F18 è un radionuclide che trova largo impiego in ambito medico per la diagnosi tramite PET di diverse patologie. Questo radioisotopo viene prodotto tramite particolari acceleratori di particelle denominati ciclotroni.

L'articolo 27 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni (che disciplina l'impiego pacifico dell'energia nucleare e stabilisce le norme per la sicurezza nucleare e per la protezione sanitaria dei lavoratori e delle popolazioni contro i rischi delle radiazioni ionizzanti) prevede l'obbligo di nullaosta preventivo per gli impianti o strutture che intendono utilizzare sorgenti di radiazioni ionizzanti. Il suddetto nullaosta può essere di categoria A o categoria B, a seconda del superamento o meno delle soglie fissate nell'Allegato IX del decreto stesso. In particolare i ciclotroni, essendo sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a  $10E+07$  neutroni al secondo, sono soggetti a nulla osta di categoria A, concesso dal Ministero dello sviluppo economico, sentito il parere tecnico dell'ISPRA e di altri organismi preposti.

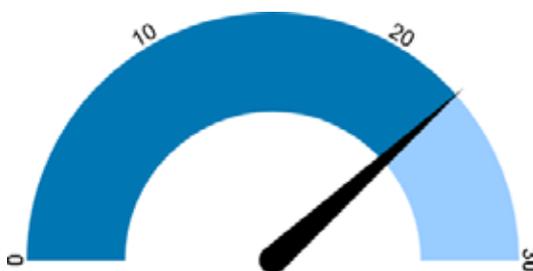
L'indicatore rappresenta la quantità massima di produzione F18 autorizzata in ambito nazionale, espressa in Becquerel.

Non sempre la produzione reale di F18 coincide con la massima produzione autorizzata, poiché le ore di funzionamento della macchina potrebbero essere inferiori a quelle teoricamente previste.

## SCOPO

Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'informazione è rilevante perché 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

Il D.Lgs. 230/95 disciplina l'utilizzo pacifico di sorgenti di radiazioni ionizzanti al fine di garantire la protezione sanitaria dei lavoratori e della popolazione. In particolare, le strutture che intendono utilizzare tali sorgenti devono essere autorizzate preventivamente dal Ministero dello sviluppo economico, in modo da garantire che la produzione e impiego di radiazioni ionizzanti da parte delle strutture autorizzate comportino un'esposizione per i lavoratori e la popolazione al di sotto dei limiti fissati dalla legge.

## STATO E TREND

L'indicatore è sostanzialmente stabile rispetto agli anni precedenti. Si registra un leggero aumento della produzione in Lombardia e Sicilia. La produzione di F18 presenta un incremento notevole negli ultimi 10 anni visto il suo largo utilizzo in ambito medico, ma negli ultimi 3-4 si rileva una flessione, probabilmente perché si è raggiunta un'eccessiva produzione rispetto alla domanda.

## COMMENTI

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 nelle autorizzazioni, in base alle richieste del produttore, e tenendo conto, in particolare, dell'impatto sui lavoratori e sulla popolazione. Come si evince dalla Tabella 12.3 e Figura 12.3, la maggiore produzione si riscontra in Lombardia, Puglia, Lazio ed Emilia-Romagna. A livello provinciale, è Milano, seguita da Roma e da Forlì-Cesena, a detenere la maggiore produzione (Tabella 12.4 - Figura 12.4).

**Tabella 12.3: Distribuzione regionale della produzione di F-18 (2016)**

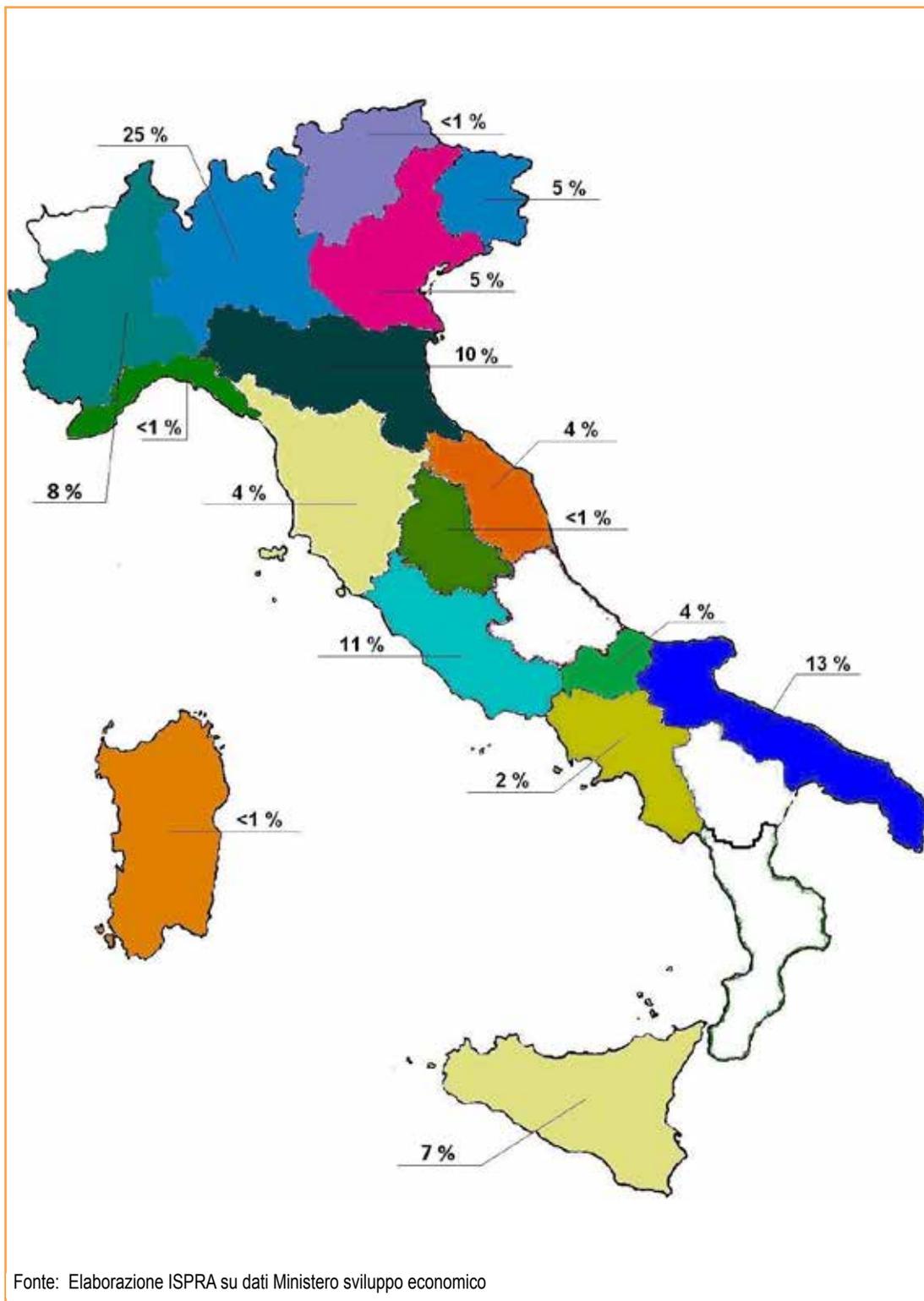
Regione	Attività	
	TBq	%
Campania	173,32	2
Emilia-Romagna	783	10
Friuli-Venezia Giulia	370	5
Lazio	856	11
Liguria	60,1	1
Lombardia	2006,7	25
Marche	333	4
Molise	330	4
Piemonte	662,4	8
Puglia	999	13
Sardegna	32,3	0
Sicilia	547	7
Toscana	294,2	4
Trentino-Alto Adige	12	0
Umbria	27,75	0
Veneto	390	5
<b>TOTALE</b>	<b>7.876,77</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico

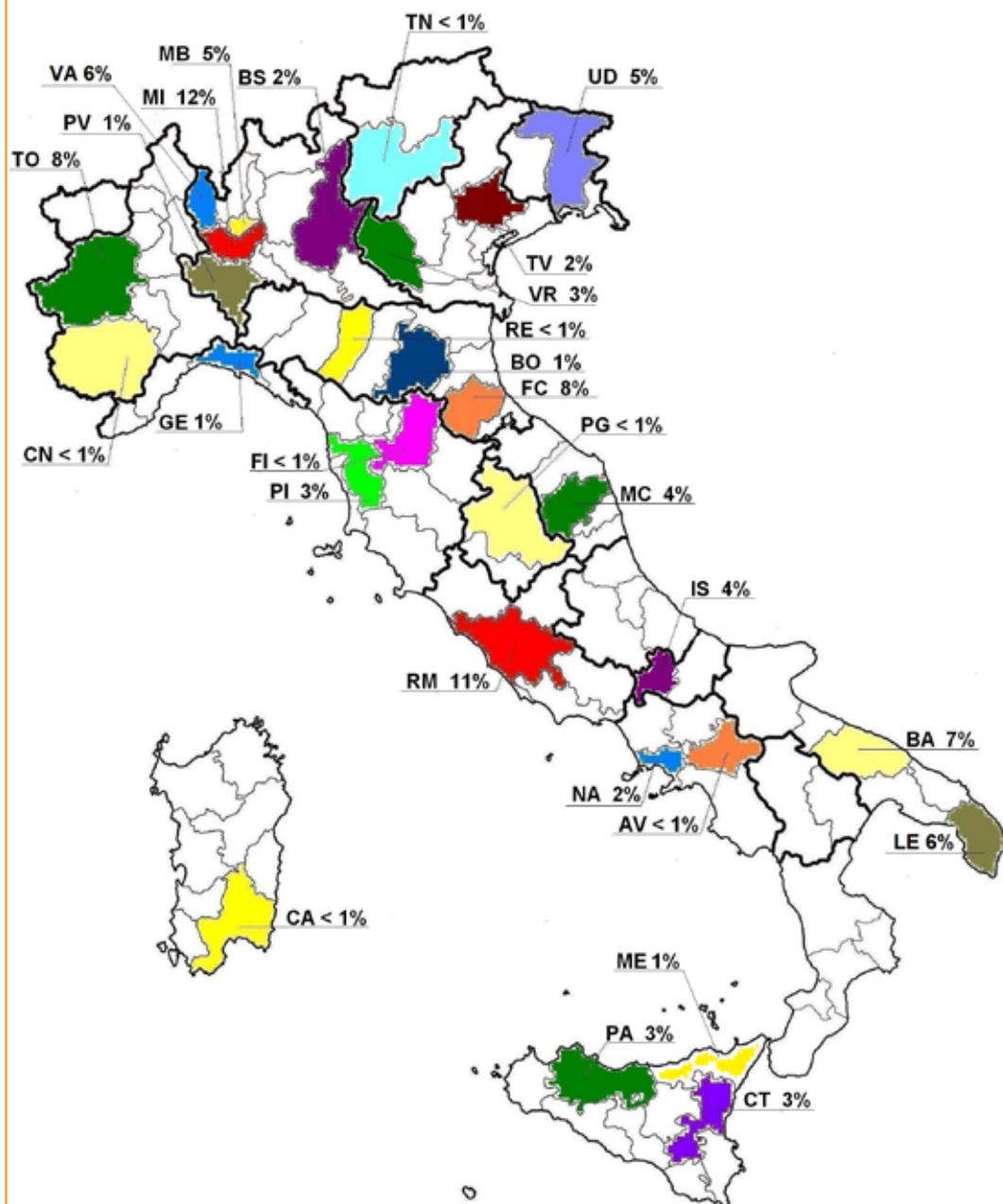
**Tabella 12.4: Distribuzione provinciale della produzione di F-18 (2016)**

Provincia	Attività	
	TBq	%
Avellino - AV	40,7	<1
Bari - BA	555	7
Bologna - BO	80	1
Brescia - BS	120	2
Cagliari - CA	32,3	0
Catania - CT	231,5	3
Cuneo - CN	30	<1
Firenze - FI	50	1
Forlì Cesena - FC	666	8
Genova - GE	60,1	1
Isernia - IS	330	4
Lecce - LE	444	6
Messina - ME	75	1
Macerata - MC	333	4
Milano - MI	930,2	12
Monza Brianza - MB	370	5
Napoli - NA	132,62	2
Palermo - PA	240,5	3
Pavia - PV	92,5	1
Perugia - PG	27,75	<1
Pisa - PI	244,2	3
Reggio Emilia - RE	37	<1
Roma - RM	856	11
Torino - TO	632,4	8
Trento - TN	12	<1
Treviso - TV	150	2
Udine - UD	370	5
Varese - VA	494	6
Verona - VR	240	3
<b>TOTALE</b>	<b>7.876,8</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico



**Figura 12.3: Distribuzione regionale della produzione di F-18 (2016)**



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero sviluppo economico

**Figura 12.4: Distribuzione provinciale della produzione di F-18 (2016)**

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



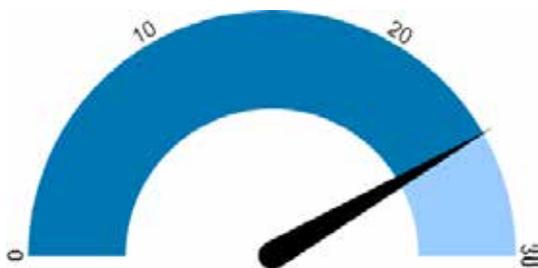
## DESCRIZIONE

L'indicatore, classificabile come indicatore di pressione, documenta la quantità di radioattività rilasciata annualmente nell'ambiente in qualità di scarichi liquidi e aeriformi, ponendolo in relazione con i limiti di scarico autorizzati attraverso l'impegno percentuale annuale di formula di scarico.

## SCOPO

Monitorare gli scarichi radioattivi al fine di quantificare e controllare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio delle installazioni nucleari.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



La qualità dell'informazione è buona ed è utilizzabile sia per valutare la coerenza con i risultati degli anni precedenti, sia 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 2016, l'indicatore può considerarsi abbastanza stabile; a un limita-

to incremento, infatti, dell'impegno delle formule di scarico degli aeriformi per le Centrali di Trino e per il CCR di Ispra, da imputare prevalentemente all'aumento delle attività propedeutiche al *decommissioning* ovvero all'avanzamento delle stesse, corrisponde un impegno delle formule di scarico costante per le centrali di Caorso e del Garigliano. Per quanto attiene alle restanti installazioni nucleari è da evidenziare che, per gli impianti ITREC, FN di Bosco Marengo, EUREX e per il Deposito Avogadro l'incremento nelle attività scaricate, sia qualitativamente sia quantitativamente è diminuito. Per i restanti impianti, il reattore LENA di Pavia e per il Centro ENEA della Casaccia si registra un andamento costante negli scarichi sia liquidi sia aeriformi con conseguente invarianza dell'impegno della formula di scarico autorizzate.

## COMMENTI

Attualmente, nello specifico, sono autorizzate, o in fase di disattivazione preliminare a diversi stati di avanzamento, le attività di *decommissioning* per le centrali nucleari del Garigliano, di Trino, di Caorso e di Latina; proseguono, altresì, le operazioni di smantellamento negli impianti sperimentali di ri-processamento 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). 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. La Tabella 12.5 riporta, per tutte le installazioni di interesse, gli scarichi liquidi e aeriformi per il 2016, 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, e per tutti gli impianti considerati, 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: Effluenti liquidi e aeriformi scaricati dagli impianti nucleari in ambiente (2016)**

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)	2,49E+06	1,86E+07	1,06E+08	5,32E+04	1,15E+04	1,73E+06	3,16E+06	7,27E+06	3,47E+07	9,25E+04		3,46E-03
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Co60		H <sub>3</sub>	Fe55	Sr90			Ni63	Beta tot	Alfa tot		% F.d.S.
Attività (Bq)	4,98E+04		4,50E+08	1,21E+04	2,43E+04			7,41E+05	4,26E+06	1,02E+05		
												P=2,29E-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)	2,57E+07	3,36E+05	1,42E+07	4,81E+05	4,25E+06	7,14E+07	3,81E+04	4,39E+05	1,27E+06			1,00E-02
Nuclide	Mn54	Sb125	C14	Ni63	Ni59	Eu154	Pu241					
Attività (Bq)	2,94E+05	1,28E+06	2,18E+06	7,93E+07	5,42E+06	5,51E+05	7,60E+05					
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	Kr85	H <sub>3</sub>	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,02E+05	(*)	2,13E+05	9,23E+02	2,10E+06		1,23E+09	2,01E+00				
Centrale di Latina (LT)												
Scarichi liquidi												
Nuclide		Co60	Cs137	Sr90	Pu239	H <sub>3</sub>	% F.d.S.					
Attività (Bq)		4,23E+06	4,73E+07	8,20E+07	1,00E+07	2,50E+08	3,23E-01					
Scarichi aeriformi												
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.					
Attività (Bq)	3,36E+04						<0,1					
Centrale del Garigliano (CE)												
Scarichi liquidi												
Nuclide	Co60		Cs137	Sr90	α	H <sub>3</sub>	Ni63					% F.d.S.
												continua

segue

Attività (Bq)	5,11E+06	2,80E+08	6,06E+06	2,10E+05	7,54E+07	9,85E+06			4,18E-01
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Co60	Cs137	Sr90	$\alpha$	H <sub>3</sub>				% F.d.S
Attività (Bq)		7,13E+04	2,28E+03	1,62E+03	4,89E+08				1,32E-02
<b>Centro EURATOM di Ispra (VA)</b>									
Scarichi liquidi									
Nuclide		$\beta/\gamma$	Sr90	$\alpha$				HTO	% F.d.S.
Attività (Bq)		4,52E+05	3,56E+05	7,16E+03				1,45E+08	1,08E-02
Scarichi aeriformi									
Nuclide		Cs137						HTO	% F.d.S.
Attività (Bq)								3,36E+11	4,54E-01
<b>Centro Casaccia dell'ENEA (RM)</b>									
Scarichi liquidi									
Nuclide	H <sub>3</sub>	C14	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125		% F.d.S.
Attività (Bq)	5,58E+08	<1,70E+05	<7,02E+02	<6,93E+06	3,27E+04	<5,1E+03	<2,18E+03		5,40E+00
Nuclide	I131	Cs134	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235		
Attività (Bq)	<6,21E+02	<6,15E+02	1,07E+05	<1,42E+03	4,86E+04	<3,33E+03	2,99E+02		
Nuclide	U238	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Am241	Pu242		
Attività (Bq)	5,94E+03	<5,40E+01	<4,80E+01	<4,80E+01	<1,35E+04	<3,30E+01	<4,80E+01		
Scarichi aeriformi									
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$ totale	% F.d.S.			
Attività (Bq)	4,7E+10	(*)	<1,0E+06	1,83E+04	3,22E+05	(**)			
<b>Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)</b>									
Scarichi liquidi									
Nuclide	$\alpha$ totale	$\beta/\gamma$ totale	H <sub>3</sub>	Sr90					% F.d.S.

continua



segue

Scarichi aeriformi										%F.d.S.	
Nuclide	Uranio										
Attività (Bq)	1,1E+03										0,0162
Scarichi liquidi										%F.d.S.	
Nuclide	$\beta$ totale	$\alpha$ totale									6,00E-03
Attività (Bq)	8,20E+06	1,90E+06									
Scarichi aeriformi										% F.d.S	
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Si90	Pu239	particolato $\beta/\gamma$	particolato $\alpha$				
Attività (Bq)	$\leq 2,11E+04$	$\leq 2,11E+04$	1,33E+04	$\leq 3,03E+02$	$\leq 1,85E+02$	$\leq 5,80E+04$	$\leq 5,55E+03$				a) 0,0 b) <0,06 c) <0,03

Fonte: Dati ricavati dai Rapporti di Sorveglianza ambientali inviati annualmente dagli esercenti all'ISPRA

**Legenda:**

<sup>a</sup> formula di scarico per i gas nobili;

<sup>b</sup> formula di scarico per i particolati  $\beta/\gamma$ ;

<sup>c</sup> 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

**Nota:**

Non è banale evidenziare che le percentuali di formula di scarico impegnate per i singoli impianti risultano tutte al di sotto del 6% assicurando in tal modo un impatto sull'ambiente assolutamente irrilevante dal punto di vista radiologico



## QUANTITÀ DI RIFIUTI RADIOATTIVI DETENUTI

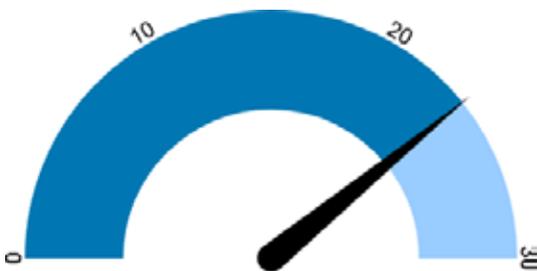
### DESCRIZIONE

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.

### SCOPO

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

### QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



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* 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

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. Da sottolineare che nella grande maggioranza dei casi si tratta di rifiuti radioattivi ancora da condizionare, i volumi finali da considerare per il loro smaltimento saranno quindi maggiori.

**Tabella 12.6: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2015)**

Regione	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	Totale	
	Attività		Volume		Attività	Attività	Attività	%
	GBq	%	m <sup>3</sup>	%	GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.312.021,7	74,10	5.574,2	18,75	3.658	46.050	48.366	83,69
Lombardia	97.152,2	3,11	5.166,9	17,38	3.299	4.278	4.378	7,58
Emilia-Romagna	2.275,3	0,07	3.357,6	11,30	167	0	2	0,00
Lazio	54.106,7	1,73	8.636,5	29,05	1.076.714	97	1.228	2,12
Campania	375.244,1	12,03	2.790,8	9,39			375	0,65
Basilicata	279.446,2	8,96	3.059,6	10,29	0	3.160	3.439	5,95
Puglia	92,8	0,00	1.139,3	3,83	1		0,09	0,0002
<b>TOTALE</b>	<b>3.120.339,0</b>		<b>29.724,9</b>		<b>1.083.839</b>	<b>53.585</b>	<b>57.789</b>	

Fonte: Elaborazione ISPRA - Inventario nazionale sui rifiuti radioattivi su dati Esercenti impianti nucleari

**Legenda:**  
 GBq : 10<sup>9</sup> Bq  
 TBq : 10<sup>12</sup> Bq



# TRASPORTI MATERIE RADIOATTIVE

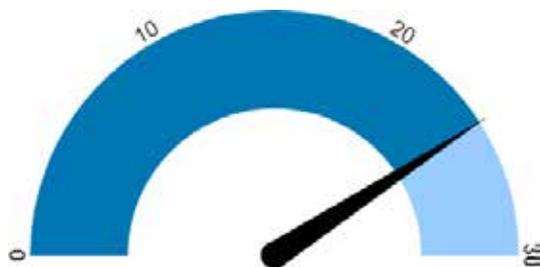
## DESCRIZIONE

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.

## SCOPO

L'Indice di Trasporto (IT) è un numero legato direttamente all'esposizione alle radiazioni ionizzanti dei lavoratori e della popolazione presente nelle immediate vicinanze dei mezzi di trasporto. La conoscenza dei dati relativi all'Indice di Trasporto consente la valutazione dei sistemi di sicurezza e protezione sanitaria adottati dai vettori autorizzati, allo scopo di limitare le dosi da esposizione alle radiazioni ionizzanti. La conoscenza di altri dati sul trasporto di materie radioattive permette, inoltre, di effettuare una stima delle dosi ricevute dalla popolazione e dagli operatori del trasporto, come richiesto dalla Regolamentazione IAEA per il trasporto in sicurezza del materiale radioattivo (SSR-6 edizione 2012 - par. 308).

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore consente di ricavare una valida e significativa informazione sull'impatto radiologico

relativo al trasporto di materie radioattive, presenta una sufficiente accuratezza, una buona copertura spaziale e temporale, inoltre la comparabilità nel tempo e nello spazio è garantita dalla sistematicità di raccolta dei dati che viene effettuata fin dal 1987. I dati confluiscono nel database denominato TraRad e traggono origine dalle dichiarazioni trimestrali che i vettori autorizzati sono tenuti per legge a inviare all'ISPRA. Le dichiarazioni, costituite da un file ASCII, sono inviate tramite un servizio *web* (TraDaWeb) che contiene una procedura atta a verificare la coerenza dei dati, ciò contribuisce al miglioramento della qualità dell'indicatore.

## 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. Fino al 2012 si osserva una diminuzione dell'indice di trasporto totale correlata alla generalizzata riduzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive; dal 2013 si registra un aumento che, nel biennio successivo, presenta una significativa crescita. Nel 2016, invece, si segnala una lieve diminuzione sia per l'indice di trasporto sia del numero dei colli totali trasportati.

## COMMENTI

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 e 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 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 5 e 6 che il trasporto di tale radioisotopo comporta un contributo significativo all'Indice di Trasporto totale pari circa al 50%.

**Tabella 12.7: Colli trasportati nelle regioni e nelle province, e indice di trasporto (IT) (2016)**

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.		%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	2.740	700	25,5	0,27	733
	Asti	5	5	100,0	0,26	1
	Biella	165	159	96,4	1,16	191
	Cuneo	848	580	68,4	0,52	444
	Novara	1.288	1.025	79,6	0,88	1.129
	Torino	11.074	10.106	91,3	1,29	14.246
	Verbania	62	4	6,5	0,88	54
	Vercelli	278	142	51,1	0,45	124
Valle d'Aosta	Aosta	406	341	84,0	0,97	392
Lombardia	Bergamo	36.013	35.035	97,3	0,59	21.323
	Brescia	2.051	1.890	92,2	0,40	823
	Como	612	584	95,4	1,02	623
	Cremona	877	805	91,8	1,34	1.176
	Lecco	471	385	81,7	1,06	499
	Lodi	106	29	27,4	0,64	68
	Mantova	796	495	62,2	0,61	485
	Milano	32.934	24.551	74,5	0,71	23.483
	Monza	3.135	2.922	93,2	1,78	5.571
	Pavia	2.207	1.917	86,9	0,92	2.024
	Sondrio	347	317	91,4	0,38	133
	Varese	4.573	4.122	90,1	0,47	2.130
	Trentino-Alto Adige	Bolzano	701	571	81,5	0,45
Trento		640	631	98,6	1,48	948
Veneto	Belluno	187	182	97,3	0,43	81
	Padova	2.972	2.045	68,8	0,73	2.162
	Rovigo	923	713	77,2	1,27	1.171
	Treviso	1.966	1.053	53,6	0,35	693
	Venezia	1.984	617	31,1	0,88	1.752
	Verona	1.957	1.768	90,3	0,50	975
	Vicenza	1.048	786	75,0	0,41	425
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	9	2	22,2	0,00	0
	Pordenone	1.028	1.019	99,1	0,23	241
	Trieste	450	389	86,4	0,35	158
	Udine	1.531	1.497	97,8	1,91	2.930
Liguria	Genova	3.004	2.235	74,4	0,84	2.533
	Imperia	3	1	33,3	0,57	2

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.		%	mSv/h*100	
Liguria	La Spezia	943	780	82,7	1,20	1.133
	Savona	1.213	830	68,4	1,00	1.207
Emilia-Romagna	Bologna	1.764	1.297	73,5	0,55	976
	Ferrara	1.253	704	56,2	0,67	838
	Forlì	12.848	7.221	56,2	0,99	12.752
	Modena	1.062	942	88,7	0,91	969
	Parma	1.150	1.061	92,3	1,49	1.713
	Piacenza	442	280	63,3	0,56	249
	Ravenna	1.850	515	27,8	0,76	1.398
	Reggio-Emilia	1.600	1.321	82,6	0,50	806
	Rimini	2	0	0,0	0,05	0
	Toscana	Arezzo	597	575	96,3	0,32
Firenze		1.383	1.226	88,6	0,42	577
Grosseto		428	352	82,2	0,35	148
Livorno		1.172	944	80,5	0,76	885
Lucca		512	492	96,1	1,10	561
Massa Carrara		716	662	92,5	1,44	1.033
Pisa		7.171	5.876	81,9	0,58	4.133
Pistoia		234	234	100,0	0,93	218
Prato		822	785	95,5	0,76	624
Siena		390	329	84,4	0,39	153
Umbria		Perugia	1.340	1.284	95,8	0,52
	Terni	776	697	89,8	0,61	475
Marche	Ancona	1.624	1.211	74,6	0,81	1.312
	Ascoli Piceno	668	611	91,5	0,35	234
	Macerata	4.452	4.227	94,9	0,37	1.663
	Pesaro	765	724	94,6	1,20	918
Lazio	Frosinone	228	139	61,0	0,58	132
	Latina	625	585	93,6	0,84	524
	Rieti	2	2	100,0	0,00	0
	Roma	34.107	30.776	90,2	0,57	19.366
	Viterbo	286	250	87,4	0,39	111
Abruzzo	Chieti	996	467	46,9	0,47	466
	L'Aquila	370	346	93,5	0,76	280
	Pescara	1.385	1.228	88,7	0,22	305
	Teramo	259	215	83,0	0,33	85
Molise	Campobasso	691	361	52,2	0,41	285
	Isernia	5.103	5.057	99,1	2,20	11.215

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.		%	mSv/h*100	
Campania	Avellino	725	724	99,9	0,95	685
	Benevento	165	165	100,0	1,32	218
	Caserta	1.087	1.046	96,2	0,88	956
	Napoli	9.824	8.491	86,4	0,95	9.375
	Salerno	1.908	1.046	54,8	0,70	1.331
Puglia	Bari	4.184	3.834	91,6	0,72	3.011
	Barletta	610	610	100,0	0,61	370
	Brindisi	653	570	87,3	0,41	265
	Foggia	2.138	2.124	99,3	0,44	936
	Lecce	2.920	2.865	98,1	0,35	1.027
	Taranto	1.333	654	49,1	0,41	543
Basilicata	Matera	579	355	61,3	0,93	539
	Potenza	2.367	2.109	89,1	0,88	2.074
Calabria	Catanzaro	2.190	2.175	99,3	0,40	885
	Cosenza	597	584	97,8	0,63	377
	Crotone	241	211	87,6	0,40	96
	Reggio Calabria	1.180	833	70,6	0,49	582
	Vibo Valentia	59	1	1,7	0,62	37
Sicilia	Agrigento	520	497	95,6	0,71	367
	Caltanissetta	274	47	17,2	0,58	158
	Catania	3.068	2.932	95,6	0,56	1.715
	Enna	72	61	84,7	0,72	52
	Messina	3.083	2.040	66,2	0,38	1.182
	Palermo	2.470	2.287	92,6	0,51	1.262
	Ragusa	227	191	84,1	0,65	148
	Siracusa	2.004	183	9,1	0,53	1.066
	Trapani	160	144	90,0	0,55	88
Sardegna	Cagliari	3.601	2.592	72,0	0,39	1.414
	Carbonia Iglesias	69	42	60,9	0,60	41
	Nuoro	6	3	50,0	1,25	8
	Olbia Tempio	973	955	98,2	1,10	1.068
	Oristano	0	0	0,0	0,00	0

continua

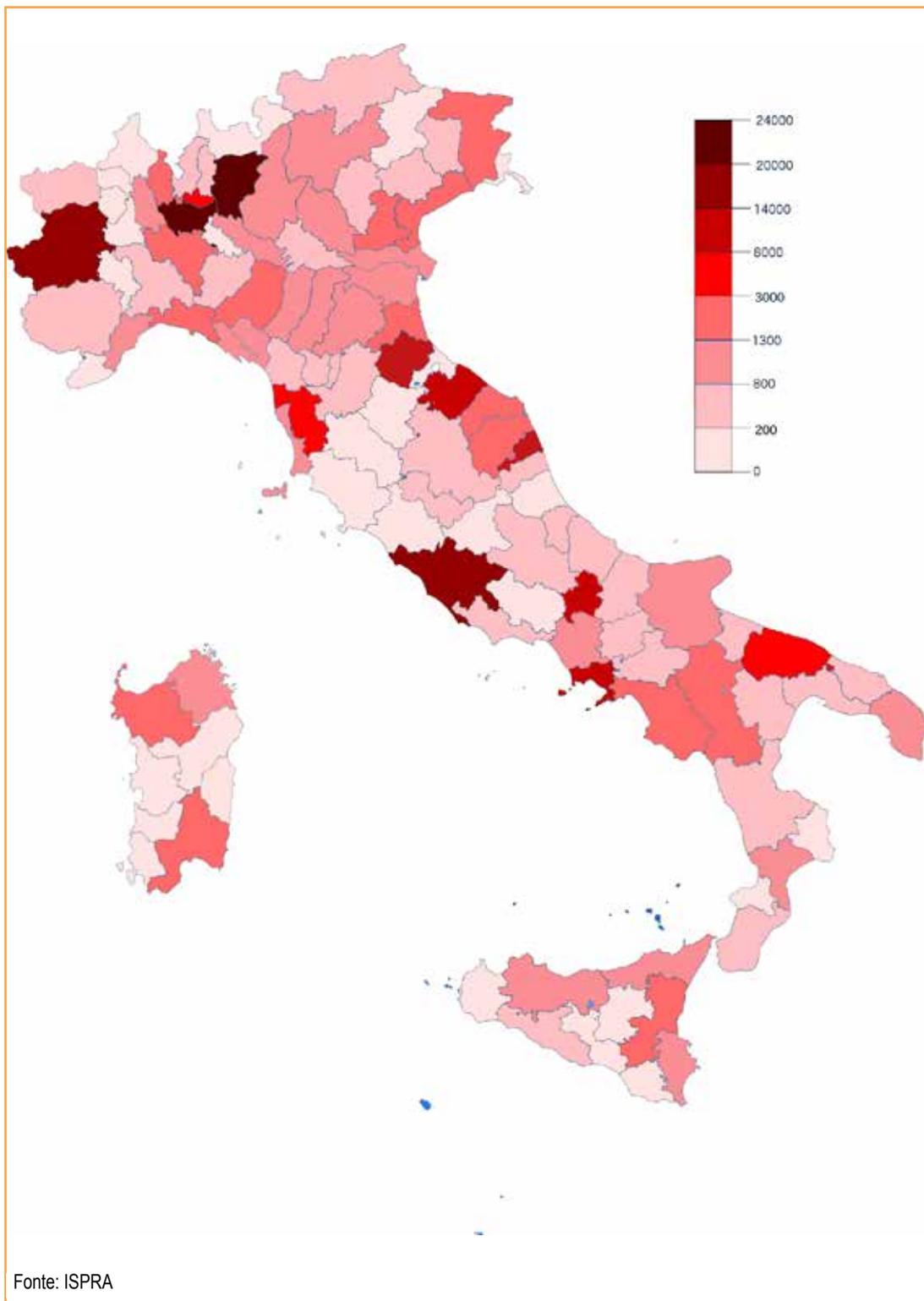
segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.		%	mSv/h*100	
Sardegna	Sanluri Medio Campidano	0	0	0,0	0,00	0
	Sassari	1.881	1.757	93,4	1,03	1.944
	Tortoli Ogliastra	5	0	0,0	0,90	5
Fonte: ISPRA						

**Tabella 12.8: Numero di colli/tratte suddivise per impiego della sorgente 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>	
	2016								
	Colli/tratte			IT					
				Totale			Medio		
	n.			mSv/h*100					
Medicina nucleare & ricerca	137.600			108.326			0,79		
Rifiuti	12.695			382			0,03		
Industria	14.129			8.055			0,57		
Altro	250			19			0,08		
Ciclo del combustibile	0			0			0,00		
<b>TOTALE</b>	<b>164.674</b>			<b>116.782</b>					

Fonte: ISPRA



**Figura 12.5: Carta tematica dell'Indice di Trasporto totale per singola provincia (2016)**

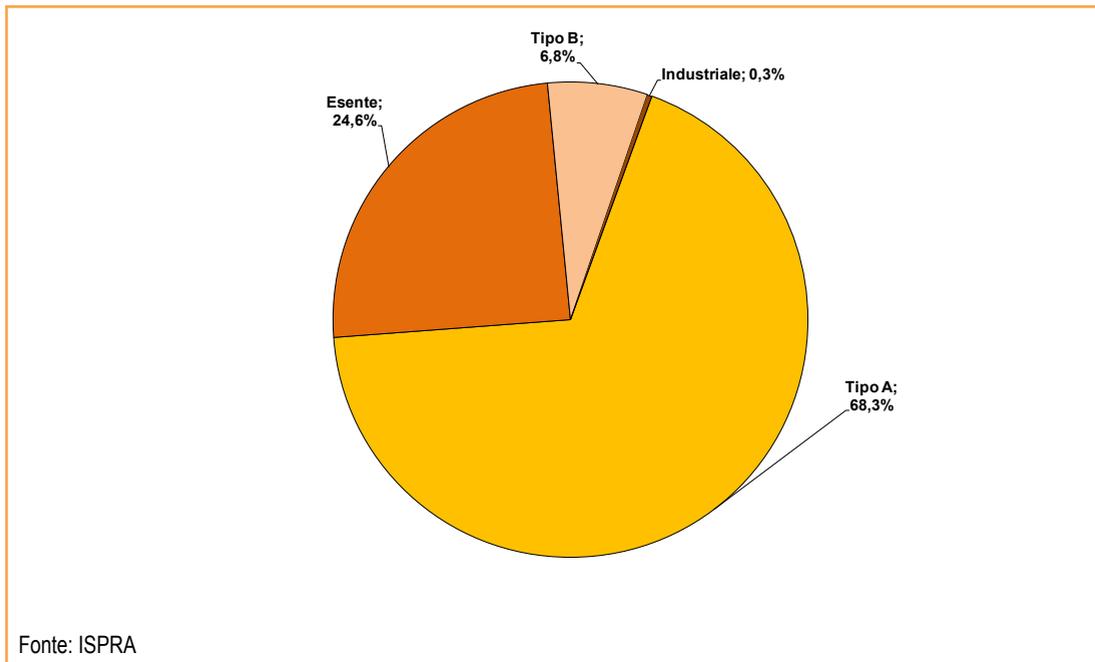


Figura 12.6: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2016)

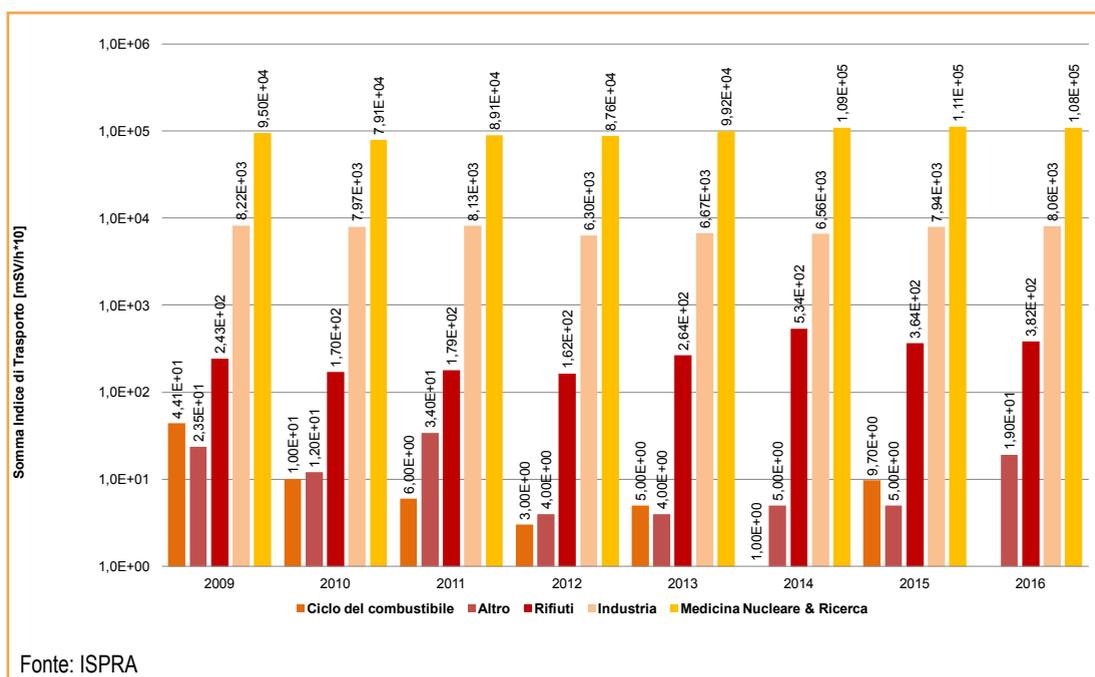


Figura 12.7: Andamento della somma degli Indici di Trasporto in funzione dell'impiego delle sorgenti

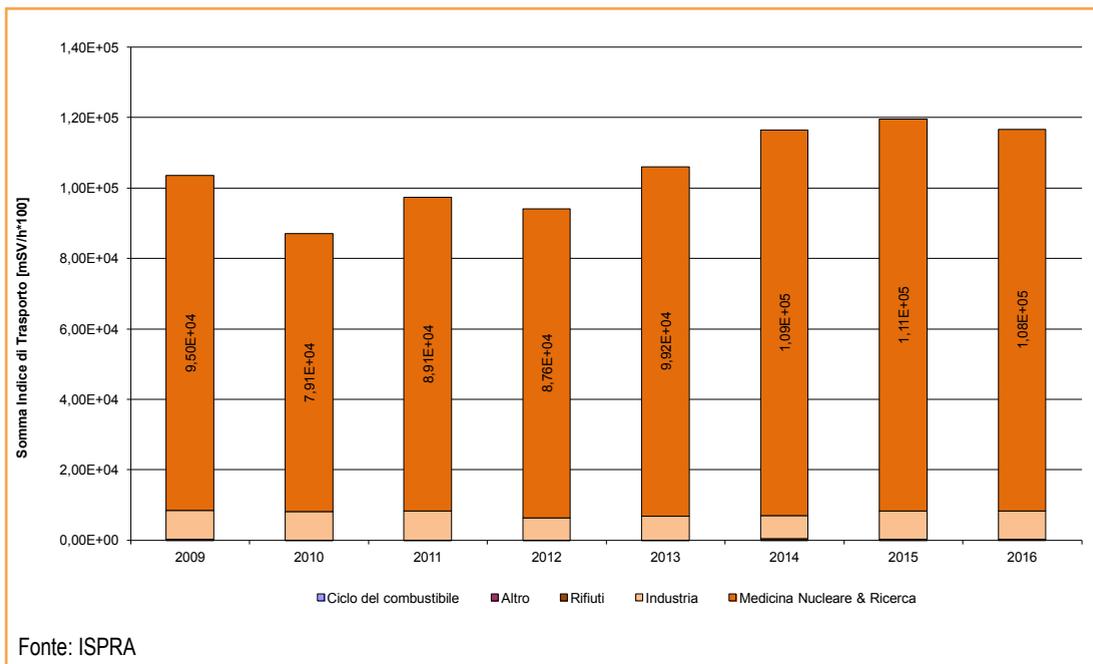


Figura 12.8: Andamento negli anni della somma degli Indici di Trasporto in relazione all'impiego delle sorgenti

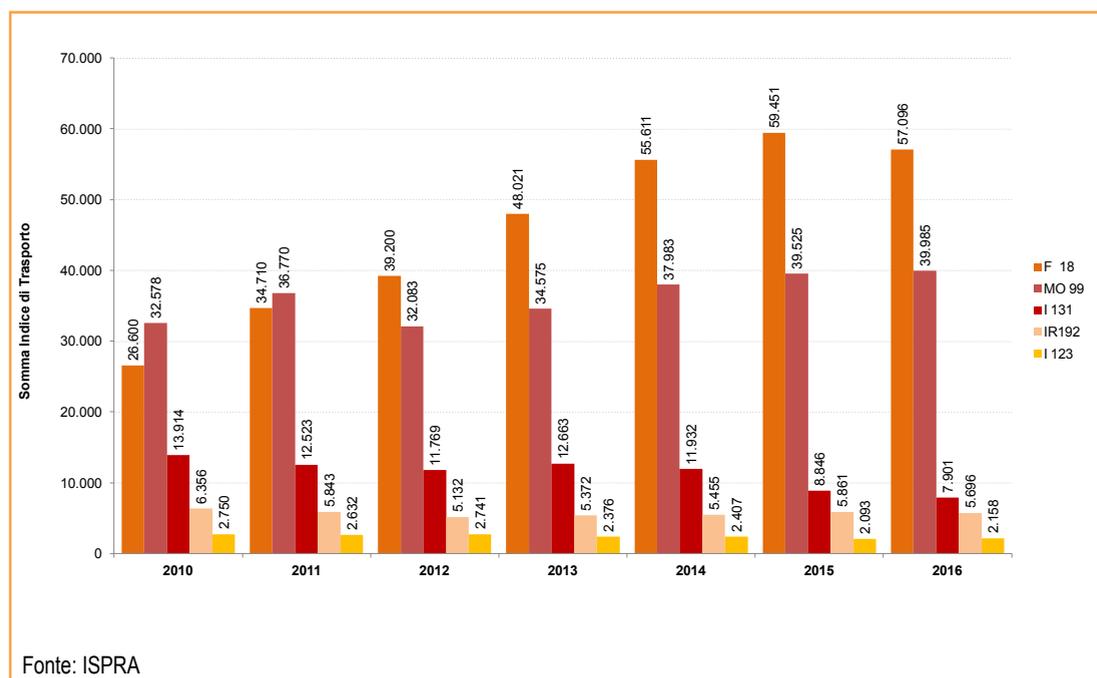
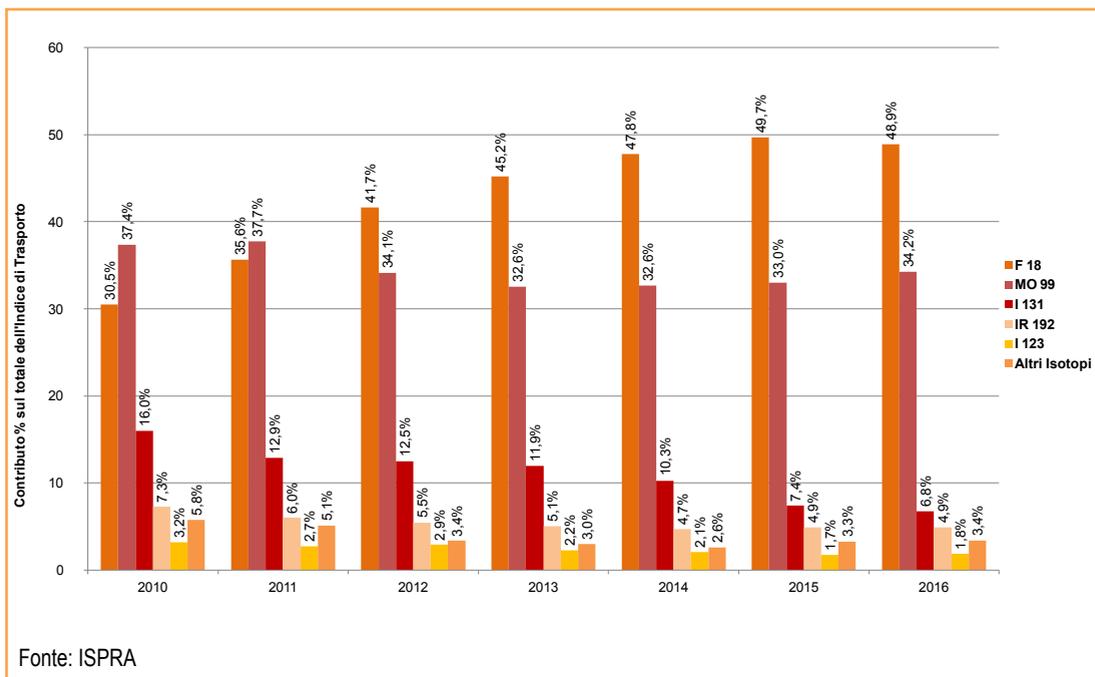


Figura 12.9: Andamento negli anni della somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che più contribuiscono al totale



**Figura 12.10: Andamento percentuale della somma degli Indici di Trasporto per i 5 radionuclidi che maggiormente contribuiscono al totale**



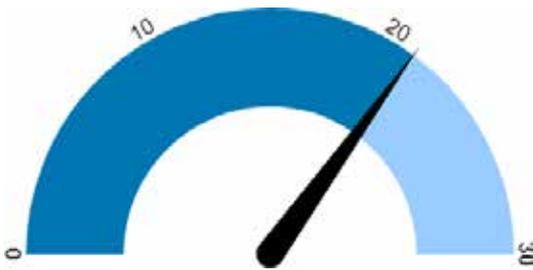
## DESCRIZIONE

L'indicatore, qualificabile come indicatore di stato, fornisce la stima della concentrazione media di Rn-222 in aria negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, 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 attività di misura del radon svolte a livello territoriale da parte delle Agenzie regionali e delle province autonome per la protezione dell'ambiente.

## SCOPO

Monitorare la principale fonte di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), nell'ottica di prevenire e ridurre il rischio di tumori polmonari.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



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, 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 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 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 e 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.

## 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).

## COMMENTI

Tra il 1989 e il 1997, è stata realizzata dall'ISPRA, dall'Istituto Superiore di Sanità e dai Centri Regionali di Riferimento della Radioattività Ambientale degli Assessorati Regionali alla Sanità, oggi confluiti nelle 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. Per conoscere tale valore è necessario effettuare una misura diretta. 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 relativamente stabili nel tempo.

Negli anni successivi all'indagine nazionale, molte regioni/province autonome hanno continuato a effettuare misure in maniera sistematica non solo nelle abitazioni ma anche nelle scuole e nei luoghi di lavoro. Tali attività sono state svolte nell'ambito di studi e indagini, su scala regionale o sub-regionale, mirati ad approfondire la conoscenza del fenomeno, o indagini finalizzate a una più dettagliata caratterizzazione del territorio, in alcuni casi anche elaborando carte tematiche che rappresentano le aree con una differenziata incidenza del fenomeno (*radon prone areas*). Tali carte tematiche sono strumenti fondamentali per l'ottimizzazione delle risorse e la definizione delle corrette priorità nel processo di individuazione degli edifici con elevate concentrazioni di radon, tuttavia è importante ricordare che l'unico modo per conoscere la concentrazione presente nei propri ambienti di vita è quello di effettuare una misura. Pertanto, al fine di proteggere la popolazione dalla pressione ambientale derivante dal radon, presente anche al di fuori delle *radon prone areas*, e per ridurre il conseguente impatto sanitario, è fondamentale estendere le misurazioni a un numero sempre maggiore di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro affinché i controlli raggiungano la porzione più ampia possibile di popolazione, in modo da individuare le situazioni che richiedono interventi di mitigazione, e allo stesso tempo di informare

correttamente la popolazione sui rischi presenti. Nella Figura 12.12 si riporta, per ogni regione/provincia autonoma, il numero di abitazioni oggetto di misure nell'indagine nazionale e il numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro oggetto di misure nelle successive indagini regionali o sub-regionali svolte dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) costituito da ISPRA e dalle ARPA/APPA (esistono ulteriori dati, in minore quantità, raccolti da soggetti diversi). Le regioni/province autonome sono ordinate secondo un criterio di incidenza del fenomeno, sulla base di valori decrescenti della concentrazione media regionale ottenuti dall'indagine nazionale (riportati in Bq m<sup>-3</sup> sotto il nome della regione/provincia autonoma), e si fa riferimento al numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro in cui è noto il valore della concentrazione media annuale almeno in una frazione di locali. I dati indicano una situazione eterogenea tra le regioni/province autonome in termini di numero di ambienti misurati e di approccio adottato nella scelta del tipo di ambienti (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) in cui effettuare misure. Diverse regioni/province autonome hanno approfondito i controlli sul proprio territorio, con una prevalenza di indagini negli ambienti residenziali. Si osserva un maggior numero di misure principalmente nelle regioni/province autonome in cui i livelli medi di radon tendono verso valori relativamente più elevati, seppur, anche tra queste, rimangono ancora casi in cui l'informazione di riferimento è esclusivamente o prevalentemente limitata al risultato fornito dall'indagine nazionale. Sul territorio nazionale sono state raccolte alcune decine di migliaia di dati di concentrazione media annuale di radon e sono in corso ulteriori indagini. Va evidenziato che l'indagine nazionale degli anni '90 è stata programmata allo scopo di conoscere le concentrazioni medie a livello nazionale e regionale ed è stata svolta con i medesimi criteri in ogni regione/provincia autonoma, permettendo una rappresentazione univoca dei risultati (Figura 12.11). Le successive indagini sono state pianificate con obiettivi diversi e con approcci e criteri differenti per cui non consentono di avere una comparabilità dei risultati tra regioni. Uno degli obiettivi principalmente perseguiti, al quale si è precedentemente accennato, è la classificazione del territorio in aree caratterizzate da una maggiore o minore presenza di radon. A causa della mancanza di criteri definiti a livello nazionale, le regioni/province autonome,

in cui tale classificazione è stata realizzata, hanno adottato criteri diversi giungendo a conclusioni valide in termini di incidenza relativa del fenomeno all'interno del territorio regionale (individuazione di aree con una maggiore o più diffusa presenza di radon) ma non confrontabili tra esse.

Nonostante l'elevato numero di indagini, la copertura territoriale dei controlli è ancora piuttosto esigua se si considera il numero totale di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro presenti sul territorio nazionale. Nella Figura 12.13 è mostrata una stima della percentuale di abitazioni oggetto di misure rispetto al totale delle abitazioni occupate (da almeno una persona residente o da persone non residenti) presenti in ogni regione/provincia autonoma. Considerando la grande variabilità, nelle diverse regioni, del numero assoluto di abitazioni occupate, i dati indicano come le percentuali regionali di abitazioni occupate in cui è nota la concentrazione media annuale di radon siano inferiori a 1,5% e che finora i controlli hanno raggiunto, nella maggior parte dei casi, meno dello 0,4% delle abitazioni occupate in ogni regione. Tuttavia, va osservato che alcune regioni/province autonome hanno largamente impegnato le proprie risorse anche nei controlli in ambienti non residenziali (soprattutto scuole).

Tali risultati, alla luce delle recenti stime di impatto sanitario, spiegano perché la pressione ambientale derivante dal radon sia oggetto di risposte, soprattutto tramite dispositivi normativi e programmatici, primariamente nei luoghi di lavoro ma anche nelle abitazioni.

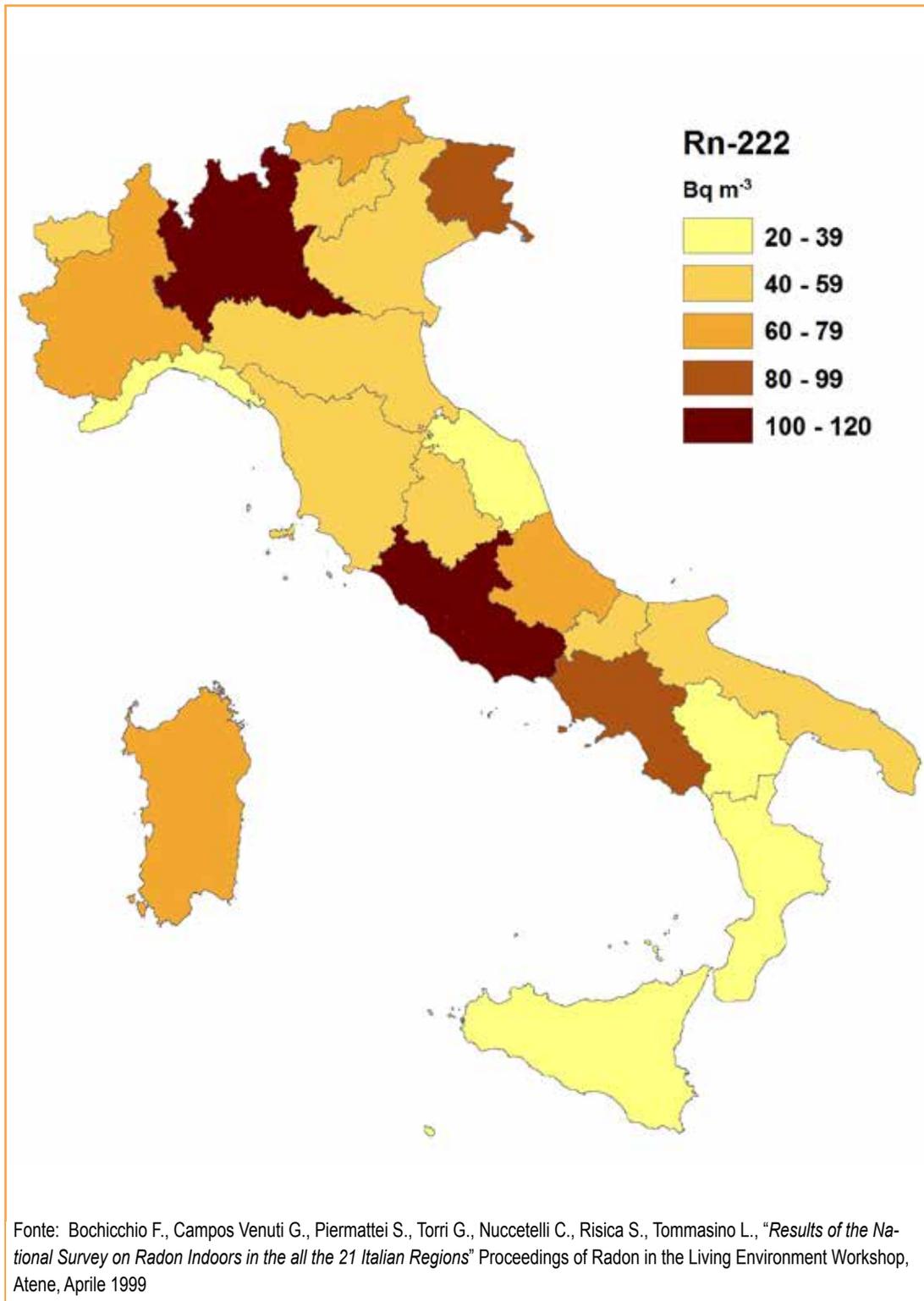
**Tabella 12.9: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 – 1997)**

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<sup>a</sup></i>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento<sup>a</sup></i>	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 (pesata per la popolazione regionale)</b>	<b>70 ± 1</b>	<b>4,1</b>	<b>0,9</b>

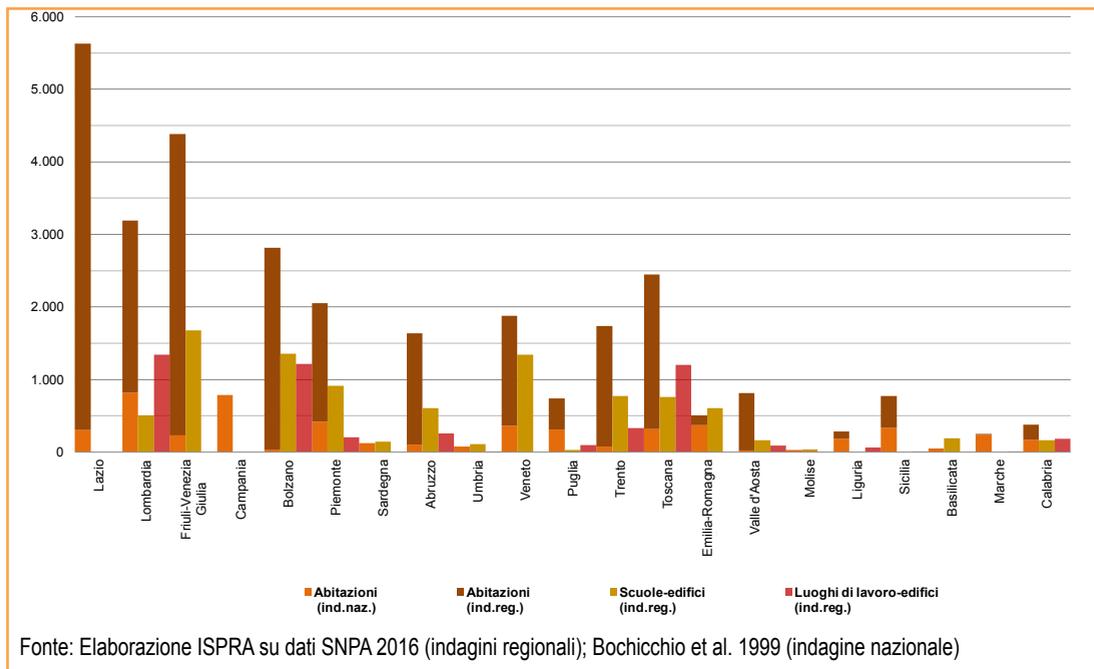
Fonte: Bochicchio F., Campos Venuti G., Piermattei S., Torri G., Nuccetelli C., Risica S., Tommasino L., "Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions" Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999

**Legenda:**

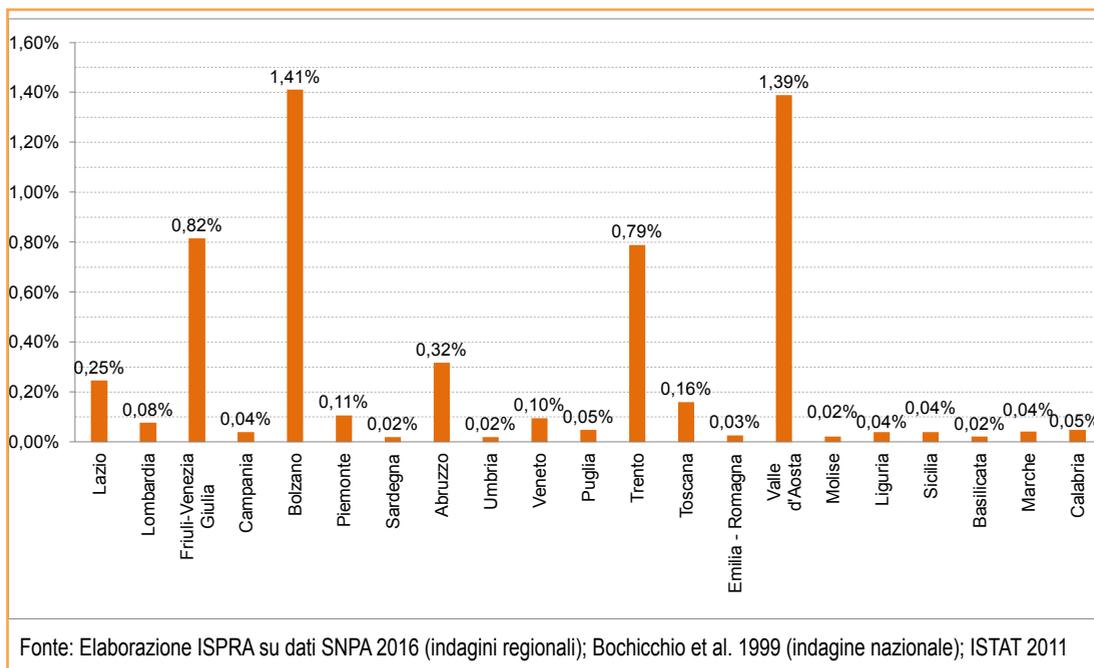
<sup>a</sup> Il Trentino-Alto Adige è costituito dalle province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti



**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: Numero di abitazioni misurate nell'indagine nazionale (1989-1997) e numero di abitazioni, scuole e luoghi di lavoro misurati in indagini regionali o sub-regionali (1991-2016) nelle regioni e province autonome a diversa concentrazione media di radon (Bq m<sup>-3</sup>)**



**Figura 12.13: Stima della percentuale di abitazioni occupate in cui è stata misurata la concentrazione media annuale di radon, per regione e provincia autonoma (1989 - 2016)**

# DOSE GAMMA ASSORBITA IN ARIA PER ESPOSIZIONI A RADIAZIONI COSMICA E TERRESTRE



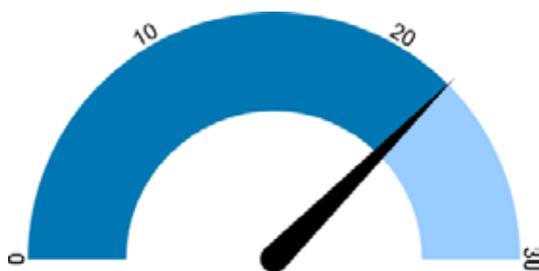
## DESCRIZIONE

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.

## SCOPO

Documentare l'entità e la distribuzione della dose per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre, nonché eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore risponde bene alla domanda di informazione. La rete Gamma è una rete automatica di monitoraggio della radioattività ambientale con finalità di pronto-allarme, predisposta per la segnalazione di eventuali anomalie conseguenti a rilasci di radioattività in atmosfera, come ad esempio nel caso di incidenti nucleari.

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 nucleari e radiologiche, il monitoraggio effettuato 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 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

Nella Tabella 12.10 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 12.10 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 12.14 è illustrata la rete GAMMA dell'ISPRA, costituita da 59 centraline di monitoraggio automatico, distribuite sul territorio nazionale, che forniscono in tempo reale una misura del rateo di dose gamma assorbita in aria. La rete, realizzata con compiti di pronto allarme radiologico, non è stata predisposta per la valutazione della dose alla popolazione.

Nella Tabella 12.11 sono forniti i dati statistici di base del rateo di dose gamma assorbita in aria (periodo 2000-2016), aggregati per macroregioni ricavate dalla banca dati della 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.

Il lieve aumento del valore medio annuale registrato per le stazioni del Nord a partire dal 2014 è conseguente alle attività di aggiornamento condotte sulla strumentazione di misura.

Infatti, nella maggior parte delle stazioni del Nord, tra il 2014 e il 2015, si è proceduto alla sostituzione delle sonde con strumentazione in linea con i più recenti standard tecnici. Quest'ultima, infatti, fornisce una misura dell'intensità dell'equivalente di dose ambiente (espressa in nSv/h), a differenza delle precedenti sonde che restituivano la misura dell'intensità di dose gamma in aria (espressa in nGy/h). Per tali stazioni si è ritenuto significativo, comunque, applicare la metodologia prima descritta sull'insieme dei dati raccolti, sia dalle stazioni dotate di nuova strumentazione sia da quelle ancora con le precedenti sonde di misura.

Il valore medio pesato per la popolazione (Censimento 2011) delle tre macroregioni è pari a circa 108 nGy/h il quale, se confrontato con il valore di 112 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 12.10, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor* (38+74 nGy/h), mostra una sostanziale stazionarietà.

Nella Figura 12.15 sono forniti gli andamenti delle medie mensili, nel 2016, dei ratei di dose gamma assorbita in aria delle tre macroregioni italiane. I valori sono ottenuti a partire dalle medie giornaliere

delle singole stazioni le cui variazioni temporali si caratterizzano con una deviazione *standard* delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio, su base annua, dell'ordine del 5% per il Nord, del 4% per il Centro e del 2,5% per il Sud d'Italia. 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 25-30%.

**Tabella 12.10: 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: Elaborazione ISPRA su dati relativi all'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

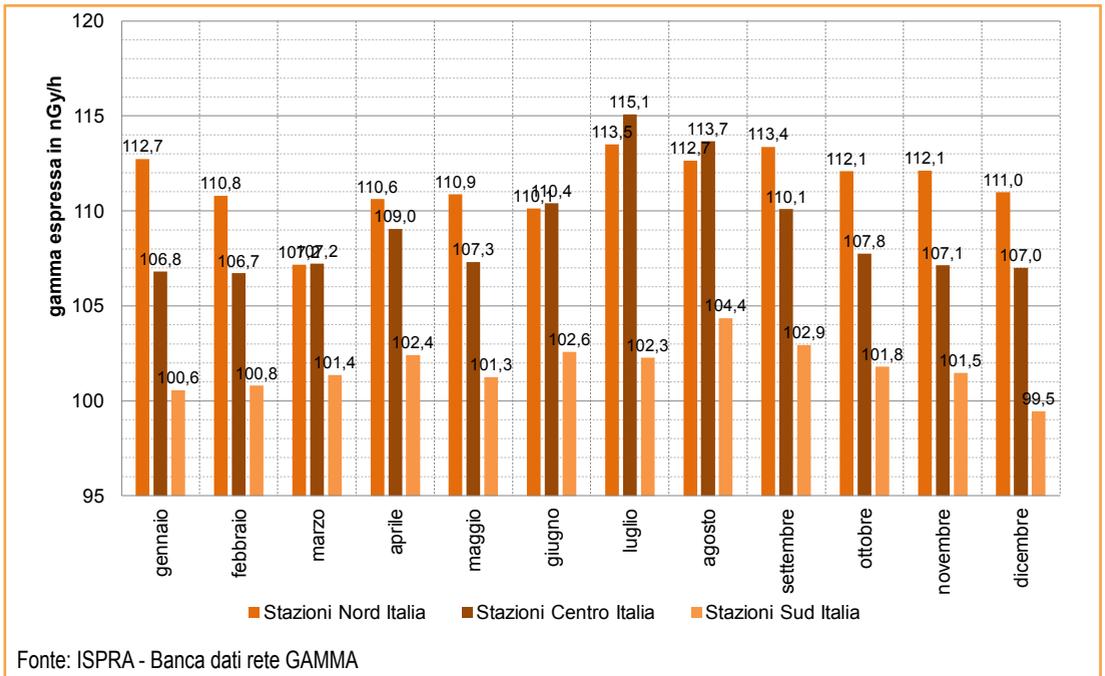
**Tabella 12.11: Rateo di dose gamma assorbita in aria**

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
2016	111	23	67	193	109	35	61	226	101	31	58	189

Fonte: ISPRA - Banca dati rete GAMMA



**Figura 12.14: Stazioni della rete Gamma di monitoraggio nazionale (2016)**



**Figura 12.15: Valori medi mensili di dose gamma delle 3 macroregioni italiane (2016)**

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



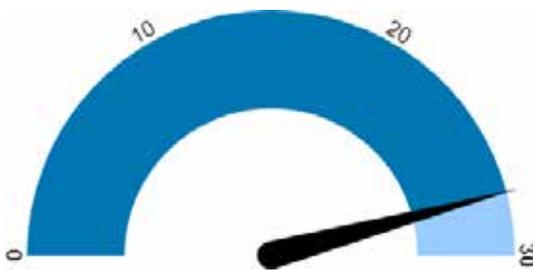
## DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce la concentrazione di attività del cesio 137 (Cs-137) nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte. In genere, la radiocontaminazione dell'atmosfera è il primo segnale della dispersione nell'ambiente di radionuclidi artificiali, cui seguirà la deposizione al suolo di materiale radioattivo e conseguente trasferimento nella catena alimentare; ad esempio, la presenza di 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 nell'ambiente e negli alimenti. La scelta di riportare i dati relativi al Cs-137, quale indicatore di radiocontaminazione artificiale, è dettata dalla natura di questo radionuclide di origine artificiale, tossico anche in piccole quantità e dalla vita media di 30 anni.

## SCOPO

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, sia per quello ambientale in seguito al trasferimento della contaminazione dai foraggi al latte attraverso la catena alimentare.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



I dati utilizzati per la costruzione dell'indicatore sono raccolti annualmente nel database nazionale (DBRAD) di ISPRA consolidato da più di 10 anni, popolato e accessibile via web, tramite credenziali di accesso, a tutti i soggetti produttori dei dati. La sistematicità di raccolta e di produzione dei dati assicura una buona comparabilità e copertura nel tempo e nello spazio, consentendo di effettuare stime a livello regionale, macroregionale e nazionale. Da migliorare, in alcuni casi, la sensibilità delle misure effettuate e le frequenze di campionamento e misura.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Ai sensi degli art.35 e 36 del Trattato Euratom ciascuno Stato membro deve provvedere a effettuare il controllo del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo e inviare le informazioni relative ai controlli alla Commissione europea, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire. La Raccomandazione europea 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale e individua per alcune specifiche matrici dei "reporting level" ovvero livelli di notifica in relazione all'esposizione della popolazione. Nella legislazione italiana, l'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale e individua reti regionali e nazionali. In tale contesto si inserisce la Rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale (REte di SOrveglianza della RADioattività - RESORAD), il cui coordinamento tecnico è

affidato a ISPRA, costituita dai laboratori del SNPA e da altri Istituti (Croce Rossa Italiana e Istituti Zooprofilattici Sperimentali) che rendono operativi piani annuali di monitoraggio della radioattività, il cui obiettivo principale è il rilevamento dell'andamento della radioattività nell'ambiente e negli alimenti. L'indicatore prescelto, focalizzandosi su alcune delle principali matrici ambientali e alimentari, consente di monitorare gli obiettivi previsti dalla normativa.

## STATO E TREND

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

## COMMENTI

Le medie macroregionali e nazionali delle concentrazioni di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico, nella deposizione al suolo e nel latte vaccino sono riportate nelle Tabelle 12.12, 12.13, 12.14. I valori sono preceduti dal simbolo di minore (<) in quanto le misure sono in gran parte inferiori alla minima concentrazione di attività rilevabile (MCR) degli strumenti di misura. Nella Tabella 12.12 sono indicate le medie mensili per le tre macroregioni (Nord, Centro e Sud), le medie annuali per macroregione e la media annuale nazionale pesata per il numero di stazioni di prelievo. Si evidenzia una buona copertura territoriale per le macroarea Nord e Centro (rispettivamente 8 e 7 stazioni) e da migliorare la copertura al Sud dove è presente una sola stazione. In Figura 12.16 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 12.13 sono riportate le medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre macroregioni, le medie annuali per macroregione e la media annuale nazionale pesata per il numero di punti di prelievo. La copertura territoriale, anche in questo caso, è buona sia al Nord che al Centro (rispettivamente con 6 e 4 punti di prelievo), al Sud è accettabile (2 punti di prelievo) anche se con margine di miglioramento. La Figura 12.17 mostra l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo dagli anni '60 ad oggi, si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai test in atmosfera condotti negli 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 flessione verso il basso che si registra nel 2016 è dovuta alla scelta di escludere alcuni dati relativi a misure con sensibilità non adeguata. La Tabella 12.14 riporta la media annuale macroregionale e nazionale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; i dati sono riferiti a 15 regioni italiane su 20, quindi, la copertura territoriale è soddisfacente e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroaree sono confrontabili. La media annuale nazionale si attesta al di sotto di 0,18 Bq/l e dalla Figura 12.18, che riporta l'andamento temporale del valor medio nazionale, si rileva il mantenimento nel tempo delle sensibilità delle misure. Si evidenzia, inoltre, un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino dal 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, ad oggi di circa due ordini di grandezza e ben al di sotto del "*reporting level*" fissato dalla Raccomandazione 2000/473/Euratom (0,5 Bq/l). In Tabella 12.15 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2016, 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 matrici analizzate e di misure effettuate; persistono, tuttavia, differenze tra Nord, Centro e Sud soprattutto per la misura di alcuni radionuclidi (ad esempio Sr-90) che richiedono analisi radiometriche complesse e strumentazioni non presenti in tutte le regioni.

**Tabella 12.12: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2016)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	$\mu\text{Bq}/\text{m}^3$		
Gennaio	< 6.8	< 28	< 15
Febbraio	< 6.3	< 33	< 22
Marzo	< 54	< 30	< 12
Aprile	< 31	< 19	< 25
Maggio	< 31	< 26	< 16
Giugno	< 31	< 57	< 25
Luglio	< 8.1	< 29	< 26
Agosto	< 9.4	< 27	< 31
Settembre	< 9.2	< 23	n.d.
Ottobre	< 31	< 25	n.d.
Novembre	< 35	< 26	n.d.
Dicembre	< 21	< 34	n.d.
<b>Media annuale</b>	<b>&lt; 23</b>	<b>&lt; 30</b>	<b>&lt; 22</b>
<b>Stazioni n.</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
<b>Media annuale nazionale</b>	<b>&lt; 26</b>		

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.13: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nella deposizione umida e secca (2016)**

Mese	Nord	Centro	Sud
	$\text{Bq}/\text{m}^2$		
Gennaio	< 0,093	< 0,028	< 0,060
Febbraio	< 0,055	< 0,030	< 0,080
Marzo	< 0,070	< 0,016	< 0,27
Aprile	< 0,11	< 0,037	< 0,059
Maggio	< 0,082	< 0,030	< 0,053
Giugno	< 0,081	< 0,036	< 0,086
Luglio	< 0,083	< 0,053	< 0,065
Agosto	< 0,096	< 0,019	< 0,080
Settembre	< 0,077	< 0,034	< 0,050
Ottobre	< 0,045	< 0,026	< 0,056
Novembre	< 0,064	< 0,033	< 0,062
Dicembre	< 0,030	< 0,022	< 0,056
<b>Media annuale</b>	<b>&lt; 0,074</b>	<b>&lt; 0,030</b>	<b>&lt; 0,081</b>
<b>Stazioni n.</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Media annuale nazionale</b>	<b>&lt; 0,061</b>		

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

**Tabella 12.14: Concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino: media annuale e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2016)**

Ripartizione geografica	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	< 0,20	6
Centro	< 0,12	5
Sud	< 0,18	4
<b>MEDIA ITALIA</b>	<b>&lt;0,18</b>	<b>15</b>
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA/CR/IIZZSS		

**Tabella 12.15: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2016)**

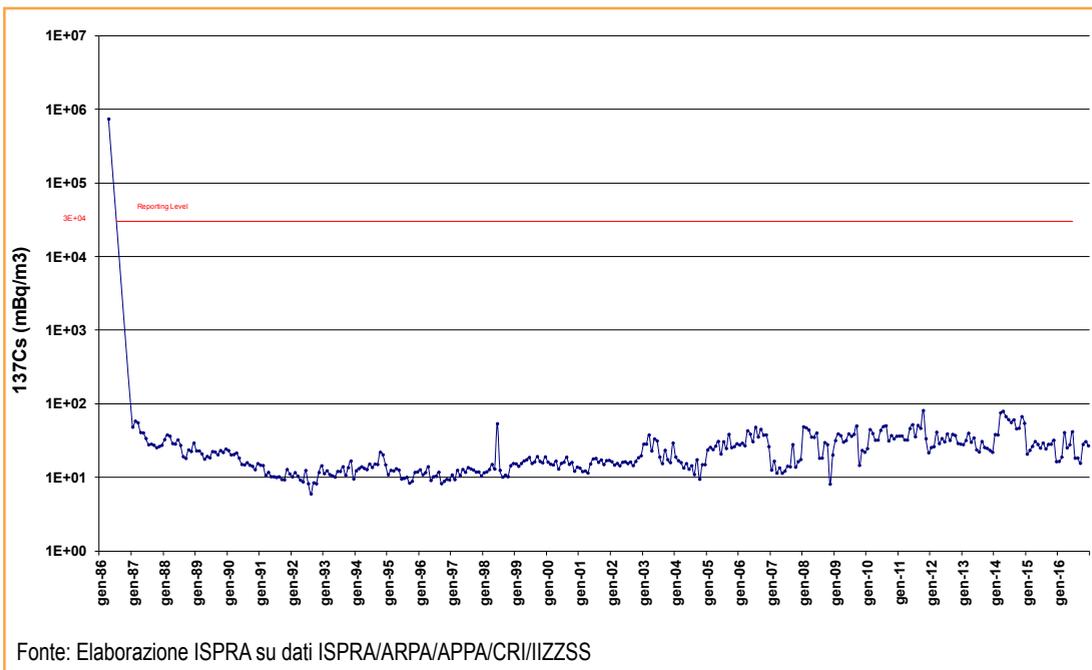
Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	199	92	36	<b>327</b>
	BE-7	199	80	22	<b>301</b>
	I-131	151	53	22	<b>226</b>
	T-BETA	11	1	0	<b>12</b>
	T-ALFA	12	0	0	<b>12</b>
Dose gamma in aria	T-GAMMA	72	36	24	<b>132</b>
Acque superficiali	CS-137	13	79	48	<b>140</b>
	CS-134	4	36	38	<b>78</b>
	I-131	4	14	31	<b>49</b>
	CO-60	4	26	37	<b>67</b>
	AM-241	0	0	30	<b>30</b>
	H-3	0	0	5	<b>5</b>
	T-BETA	8	0	34	<b>42</b>
	T-ALFA	8	0	34	<b>42</b>
Acque potabili	CS-137	61	6	121	<b>188</b>
	CS-134	12	6	22	<b>40</b>
	H-3	20	11	148	<b>179</b>
	PU-(239+240)	1	0	0	<b>1</b>
	PU-238	1	0	0	<b>1</b>
	PB-210	0	4	0	<b>4</b>
	SR-90	5		4	<b>9</b>
	CO-60	0	6	22	<b>28</b>
	I-131	0	5	22	<b>27</b>
	U-234	2	0	0	<b>2</b>
	U-235		4	2	<b>6</b>
	U-238	2	0	0	<b>2</b>
	T-ALFA	47	53	178	<b>278</b>
	T-BETA	47	53	178	<b>278</b>
	Acque d'impianto di depurazione	CS-137	318	5	38
IN-111		50	138	24	<b>212</b>
I-131		314	153	35	<b>502</b>
TC-99M		133	138	10	<b>281</b>
Latte vaccino	CS-137	445	105	157	<b>707</b>
	CS-134	113	62	42	<b>217</b>
	I-131	17	58	42	<b>117</b>
	K-40	427	96	156	<b>679</b>
	SR-90	44	0	4	<b>48</b>

continua

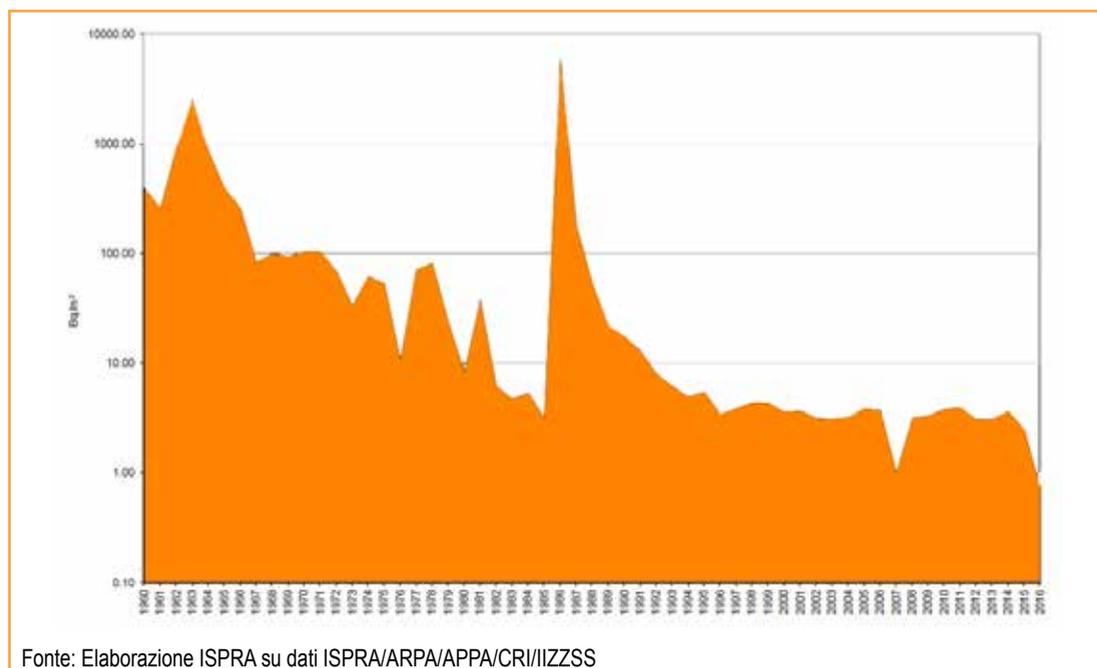
segue

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Alimenti	CS-137	1.275	434	483	2.192
	CS-134	344	329	414	1.087
	I-131	66	238	257	561
	K-40	459	264	247	970
	SR-90	24	4	4	32
Vegetazione acquatica	CS-137	2	4	0	6
	I-131	0	1	3	4
Deposizione	CS-137	70	76	18	164
	CS-134	13	13	10	36
	I-131	24	12	18	54
	PU-(239+240)	4	0	0	4
	PU-238	4	0	0	4
	SR-90	3	0	0	3
	K-40	0	3	10	13
	BE-7	46	78	18	142
Suolo	CS-137	10	6	48	64
	CS-134	9	6	38	53
	CO-60	6	6	0	12
	SR-90	6	0	0	6
Sedimenti	CS-137	42	63	75	180
	CS-134	5	41	64	110
	SR-90	3	0	0	3
	PU-(239+240)	7	0	0	7
	PU-238	7	0	0	7
	I-131	33	24	54	111
Pasto completo	CS-137	55	19	14	88
	K-40	47	13	14	74
	SR-90	6	0	0	6
<b>TOTALE</b>		<b>5.314</b>	<b>2.954</b>	<b>3.355</b>	<b>11.623</b>

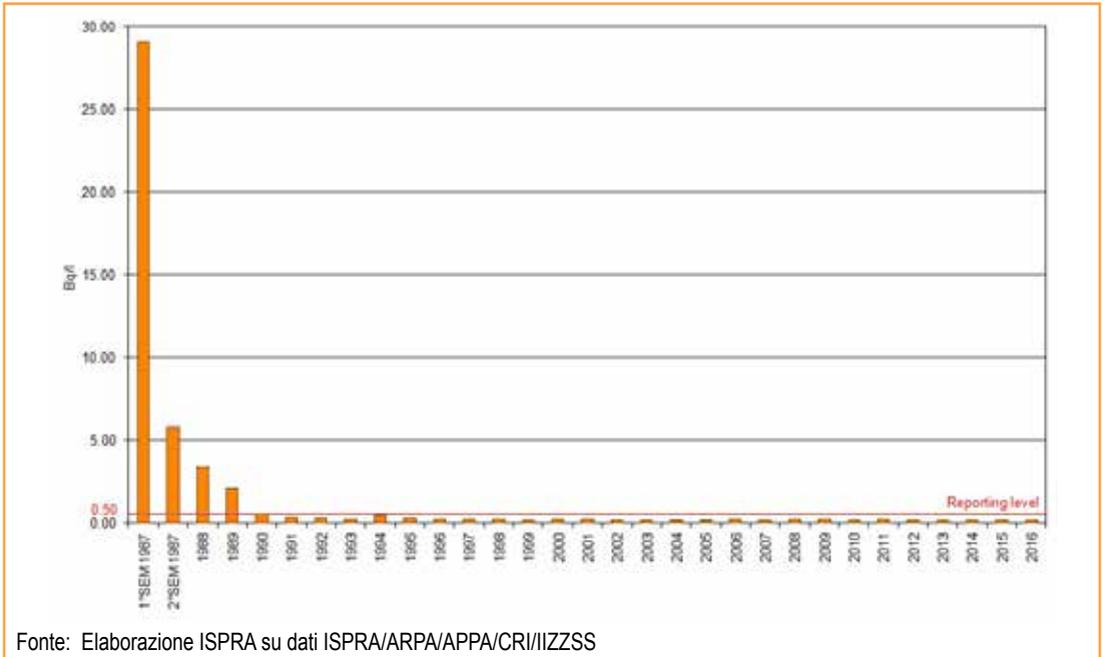
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA/CRI/IIZZSS



**Figura 12.16: Trend della concentrazione di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico in Italia**



**Figura 12.17: Trend della concentrazione di attività di Cs-137 nella deposizione umida e secca in Italia**



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

**Figura 12.18: Trend della concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino in Italia**



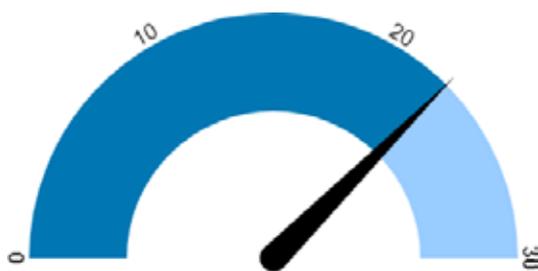
## DESCRIZIONE

Indicatore di risposta che riporta lo stato di attuazione delle reti locali/regionali/nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale. 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 dei livelli di radioattività sul territorio regionale (*source related/person related*); la rete nazionale con il compito di fornire il quadro di riferimento della situazione italiana ai fini della valutazione della dose alla popolazione, prescindendo da particolari situazioni locali (*person related*).

## SCOPO

Fornire un quadro sintetico sull'operatività delle reti sia locali sia regionali e valutare lo stato di attuazione della REte nazionale di SORveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD). Inoltre, permette una valutazione della bontà del monitoraggio rispetto all'adeguamento a *standard* qualitativi definiti in termini di: matrici sottoposte a monitoraggio, tipologia di misure effettuate, frequenza di campionamento e misura, sensibilità di misura, densità spaziale e regolarità del monitoraggio.

## QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE



L'indicatore risponde alla domanda di informazione, è semplice e di facile interpretazione. Le informazioni utilizzate per la costruzione dell'indicatore provengono dai rapporti prodotti a intervalli regolari dagli esercenti per le reti locali e sono raccolti

annualmente nel database nazionale (DBRAD) di ISPRA per le reti regionali e nazionale. La sistematicità di raccolta e di produzione dei dati assicura una buona comparabilità e copertura sia temporale sia spaziale. L'attribuzione del punteggio sullo stato di attuazione della rete nazionale è realizzata secondo *standard* qualitativi definiti sulla base di informazioni oggettive, affidabili e comparabili nel tempo.

## OBIETTIVI FISSATI DALLA NORMATIVA

Ai sensi degli art. 35 e 36 del Trattato Euratom ciascuno Stato membro deve provvedere a effettuare il controllo del grado di radioattività dell'atmosfera, delle acque e del suolo e inviare le informazioni relative ai controlli alla Commissione, per renderla edotta del grado di radioattività di cui la popolazione possa eventualmente risentire. La Raccomandazione europea 2000/473/Euratom dell'8 giugno 2000 fornisce indicazioni agli Stati membri sulla realizzazione del monitoraggio della radioattività ambientale. Nella legislazione italiana il D.Lgs. 230/95 e successive modifiche e integrazioni nell'art.54 prescrive che il titolare dell'autorizzazione o del nulla osta e l'esercente di un impianto nucleare provvedano alla sorveglianza locale della radioattività ambientale, nell'art.104 definisce il controllo della radioattività ambientale sul territorio nazionale e individua reti regionali e nazionali.

## STATO E TREND

L'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale a livello locale, regionale e nazionale è stato raggiunto. Il giudizio finale è sufficiente in quanto quasi tutti i parametri oggetto di valutazione (matrici, tipologia di misure, frequenze, sensibilità, densità e regolarità del monitoraggio) sono adeguatamente presenti.

## COMMENTI

Le reti regionali risultano tutte operative, in alcuni casi sono approvate dall'Assessorato alla Sanità in altri dall'Assessorato all'Ambiente (Tabella 12.16).

Tenendo conto dei dati forniti dal 2014 al 2016 alla REte nazionale di SOrveglianza della RADioattività ambientale (RESORAD) relativamente a tre matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte) si rileva che la copertura spaziale del monitoraggio è soddisfacente sul territorio nazionale, pari a circa il 90% per il particolato atmosferico e il latte, appena superiore al 70% per la deposizione al suolo. Lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale delle reti locali è riportato nella Tabella 12.17, 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, sempre dalla Tabella 12.17, l'opportunità di incrementare le reti di monitoraggio da parte degli enti locali. Nel 2013 e nel 2015 sono state svolte dall'ISPRA, con la partecipazione di ARPA Campania e ARPA Lazio, due indagini per il monitoraggio della radioattività ambientale ai fini della sorveglianza del "decommissioning" della centrale del Garigliano. Nel 2013 – 2014 in relazione al processo di smantellamento dell'impianto reattore RTS-1 del Centro Interforze Studi per le Applicazioni Militari (CISAM) con sede a San Piero a Grado (Pisa), è stato realizzato un piano di monitoraggio ambientale straordinario da parte di ARPA Toscana ed ENEA. Nel 2015 è stata effettuata dall'ISPRA una campagna di monitoraggio ambientale intorno alla centrale di Latina. Nella Tabella 12.18 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio a livello nazionale. 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, e per ciascuna di esse sono stati valutati : tipologie di misure effettuate, frequenza di campionamento e misura; sensibilità di misura (in riferimento alle "Linee guida per il monitoraggio della radioattività". Manuali e Linee guida SNPA n. 83/2012); densità di monitoraggio (in termini di distribuzione territoriale dei controlli nelle macroaree Nord, Centro e Sud) e regolarità del monitoraggio nel tempo. Nel 2016 lo stato di attuazione del monitoraggio nazionale è sufficiente (classe di qualità 15-20 corrispondente in decimi all'intervallo 6-8). La sensibilità e il numero delle misure effettuate sulle matrici considerate risultano adeguati e comparabili a

quelli degli ultimi anni. Permane la mancanza di alcune tipologie di analisi radiometriche complesse (ad es. radiochimiche), che non sono effettuate da tutti i laboratori.

**Tabella 12.16: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale**

Regione/ Provincia autonoma	Operatività della rete regionale	Approvata da Regione/Provincia autonoma	Esempi di dati forniti alla rete nazionale dal 2014 al 2016		
			Particolato atmosferico	Deposizioni umide e secche	Latte
Piemonte	Si	Si	Si	Si	Si
Valle d'Aosta	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Lombardia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i>Bolzano-Bozen</i>	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
<i>Trento</i>	Si	Si	Si	Si	Si
Veneto	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Friuli-Venezia Giulia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Liguria	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Emilia-Romagna	Si	Si	Si	Si	Si
Toscana	Si	Si	Si	Si	Si
Umbria	Si	Si	Si	Si	Si
Marche	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	Si	Si
Lazio	Si	Si (Ass. Ambiente)	Si	Si	Si
Abruzzo	Si	Si	Si	Si	Si
Molise	Si	Si (Ass. Sanità)	No	No	No
Campania	Si	Si	Si	No	Si
Puglia	Si	Si	Si	Si	Si
Basilicata	Si	Si	Si	Si	Si
Calabria	Si	Si	Si	No	Si
Sicilia	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si
Sardegna	Si	Si (Ass. Sanità)	Si	No	Si

Fonte: ISPRA/ARPA/APPA/CRI/IIZZSS

**Tabella 12.17: Stato delle reti locali**

Impianto	Stato Impianto	Esistenza rete locale esercenti	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:			
Reattore TRIGA RC-1	in esercizio, rifiuti depositati in NUCLECO	Si	No
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: Rapporti delle attività di controllo della radioattività ambientale degli esercenti e ARPA/APPA

**Legenda:**

\* In relazione al processo di smantellamento, nel 2013 e nel 2015, sono state svolte da ISPRA due campagne di monitoraggio della radioattività ambientale;

\*\* Nel 2015 è stata svolta da ISPRA una campagna di monitoraggio della radioattività ambientale;

\*\*\* In relazione al processo di smantellamento, è stata realizzato un piano di monitoraggio ambientale straordinario dal 2013-2014 da parte di ARPA Toscana ed ENEA.

**Tabella 12.18: 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
2016	19	sufficiente

Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna

**Nota:**

Classi di qualità: insufficiente 0 - 14 sufficiente 15 - 20 buono 21 - 25