

ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

CAPITOLO 11

Autori:

Luciano BOLOGNA¹, Patrizia CAPORALI¹, Mario DIONISI¹, Sonia FONTANI¹, Piera INNOCENZI¹, Valeria INNOCENZI¹, Lamberto MATTEOCCI¹; Giuseppe MENNA¹, Daniela PARISI PRESICCE¹, Carmelina SALIERNO¹, Francesco SALVI¹, Anna Maria SOTGIU¹, Giancarlo TORRI¹, Sandro TRIVELLONI¹, Paolo ZEPPA¹

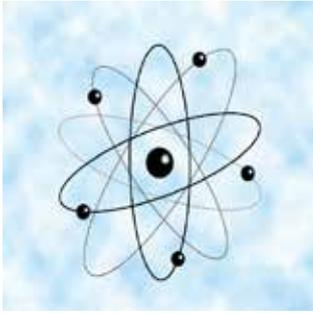
Coordinatore statistico:

Silvia IACCARINO¹

Coordinatore tematico:

Giancarlo TORRI¹ e Giuseppe MENNA¹, Lamberto MATTEOCCI¹ e Luciano BOLOGNA¹

1) ISPRA



Va evidenziato che, pur se in Italia non sono più in esercizio le centrali nucleari e le altre installazioni connesse al ciclo del combustibile nucleare, sono comunque da tempo in corso le attività per la messa in sicurezza dei rifiuti radioat-

tivi derivanti dal pregresso esercizio e quelle connesse alla disattivazione delle installazioni stesse. Permangono inoltre in esercizio alcuni piccoli reattori di ricerca presso Università e Centri di ricerca. Continua altresì a essere diffuso l'impiego delle sorgenti di radiazioni ionizzanti nelle applicazioni mediche, nell'industria e nella ricerca scientifica, con le necessarie attività di trasporto per la distribuzione delle sorgenti stesse e dei rifiuti da esse derivanti. In relazione a tali attività viene eseguito il controllo e il monitoraggio radiologico al fine di verificare che dallo svolgimento di tali attività non derivino esposizioni indebite dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente alle radiazioni ionizzanti. Inoltre, anche a fronte di eventi incidentali che possono verificarsi al di fuori del territorio nazionale, permane l'esigenza di assicurare il monitoraggio e il controllo della radioattività ambientale che è stata particolarmente intensa nel periodo successivo all'incidente di Chernobyl e recentemente a seguito dell'incidente di Fukushima. Anche a seguito delle modifiche intervenute nella legislazione nazionale di radioprotezione, particolare attenzione stan-

no assumendo le problematiche di radioprotezione concernenti quelle situazioni di esposizione alle radiazioni ionizzanti derivanti da materie radioattive naturali (in particolare radon) e dalle attività lavorative che comportano l'utilizzo di dette materie (per esempio attività produttive che determinano l'accumulo di materiali radioattivi di origine naturale). Tutto ciò richiede che le competenze di sicurezza nucleare e radioprotezione siano mantenute ad alto livello e permangano le attività di controllo e di monitoraggio della radioattività ambientale e alimentare. Nel nostro Paese il controllo sulle attività nucleari e sulla radioattività ambientale che possono comportare un'esposizione della popolazione italiana alle radiazioni ionizzanti è, in particolare, regolamentato dalla Legge 31 dicembre 1962, n. 1860, dal Decreto legislativo del 17 marzo 1995, n. 230 e successive modifiche e dal Decreto legislativo dell'8 febbraio 2007, n. 52. 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).

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

Q11: QUADRO SINOTTICO INDICATORI ATTIVITÀ NUCLEARI E RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Attività nucleari	Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	D	Settennale	★★★	R 19/20	2012		11.1	11.1
	Produzione annuale di fluoro 18	D	Settennale	★★★	R 15/20	2012		11.2	11.2
	Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	Annuale	★★★	R P C	2011		11.3	-
	Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	P	Annuale	★★★	I	2011		11.4	-
	Trasporti materie radioattive	P	Trimestrale	★★★	I P	2007-2011		11.5 - 11.6	11.3 - 11.6
Radioattività ambientale	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM) ^a	D	Annuale	★★★	I	2003		-	-
	Concentrazione di attività di radon indoor	S	Non definibile	★★★	I	1989-2011		11.7	11.7 - 11.8
	Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	S	In tempo reale	★★★	I R	1970-1971 2000-2011		11.8 - 11.9	11.9
	Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	S	Annuale	★★★	I	1986-2011		11.10 - 11.13	11.10 - 11.12
	Dose efficace media da radioattività ambientale ^a	I	Quinquennale	★★	I	2005		-	-
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	R	Annuale	★★★	I	1997-2011		11.14 - 11.16	-

^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto all'edizione precedente, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

QUADRO RIASSUNTIVO DELLE VALUTAZIONI

Trend	Nome indicatore	Descrizione
	Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto relativamente alla rete nazionale, l'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale è stato raggiunto alle scadenze prefissate, il <i>trend</i> dell'indicatore è pertanto positivo.
	Trasporti materie radioattive	Lo stato dell'indicatore è attualmente stabile, dopo l'introduzione del sistema di acquisizione telematico dei dati relativi ai trasporti nazionali di materie radioattive avvenuta a partire dal 2009. Il <i>trend</i> è strettamente legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato. Negli ultimi anni si osserva una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive.
	-	-

11.1 ATTIVITÀ NUCLEARI

Le attività nucleari comportanti il rischio di esposizione alle radiazioni ionizzanti della popolazione e dell'ambiente, oggi presenti in Italia, riguardano in particolare:

- le installazioni del pregresso programma nucleare, oggi in fase di disattivazione (*decommissioning*) e i reattori di ricerca;
- le strutture di deposito di rifiuti radioattivi, molte delle quali presenti all'interno delle installazioni nucleari;
- le attività d'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti;
- le attività di trasporto delle materie radioattive.

Un'attenzione particolare meritano le attività di *decommissioning* degli impianti nucleari attualmente esistenti in Italia. Le principali installazioni del pregresso programma nucleare e oggi in fase di disattivazione a diversi stati di avanzamento, sono le centrali nucleari del Garigliano, di Latina, di Trino e di Caorso, gli impianti sperimentali di riprocessamento EUREX e ITREC, l'impianto Plutonio e OPEC 1 del Centro ENEA della Casaccia, l'impianto Fab-

bricazioni Nucleari, il Deposito Avogadro, le installazioni del Centro Comune di Ricerche di Ispra (VA). In tali installazioni sono presenti i rifiuti radioattivi derivanti dal pregresso esercizio, gran parte dei quali necessita di essere trattata e condizionata. Ulteriori quantitativi di rifiuti deriveranno dalle operazioni di smantellamento delle strutture e dei componenti costituenti le installazioni stesse. Molti degli aspetti dell'esposizione a radiazioni ionizzanti riguardano tipicamente particolari e ristretti gruppi della popolazione, ad esempio nelle immediate vicinanze di impianti o determinati luoghi di lavoro o, ancora, specifiche attività quale, ad esempio, il trasporto delle materie radioattive; tali peculiarità richiedono programmi di monitoraggio studiati caso per caso. È da precisare, comunque, che i rilasci di liquidi e aeriformi per le attività nucleari sono autorizzati nel rispetto di limiti basati sul criterio della "non rilevanza radiologica". Nel quadro Q11.1 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

Q11.1: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI ATTIVITÀ NUCLEARI

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi e di macchine radiogene	Documentare il numero di strutture autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni, limitatamente all'impiego di categoria A e la loro distribuzione sul territorio nazionale	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. D.Lgs. 241/00 D.Lgs. 257/01
Produzione annuale di fluoro 18	Rappresentare la distribuzione sul territorio nazionale del fluoro 18 prodotto dagli impianti autorizzati che impiegano ciclotroni	D	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	Monitorare l'emissione di radioattività, in aria e in acqua, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari	P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Quantità di rifiuti radioattivi detenuti	Documentare tipologia e quantità di rifiuti radioattivi secondo la distribuzione nei siti di detenzione	P	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Trasporti materie radioattive	Valutare i sistemi di sicurezza e protezione sanitaria adottati dai vettori, ed effettuare una stima delle dosi ricevute dalla popolazione e dagli operatori del trasporto	P	D.Lgs. 35/2010

BIBLIOGRAFIA

ISPRA, *Annuario dei dati ambientali, anni vari*

Legge n. 1860/1962

Decreto Legislativo n. 230/1995 e successive modifiche

Decreto Legislativo n. 52/2007



STRUTTURE AUTORIZZATE ALL'IMPIEGO DI RADIOISOTOPI E DI MACCHINE RADIOGENE

DESCRIZIONE

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

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

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

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

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

STATO e TREND

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

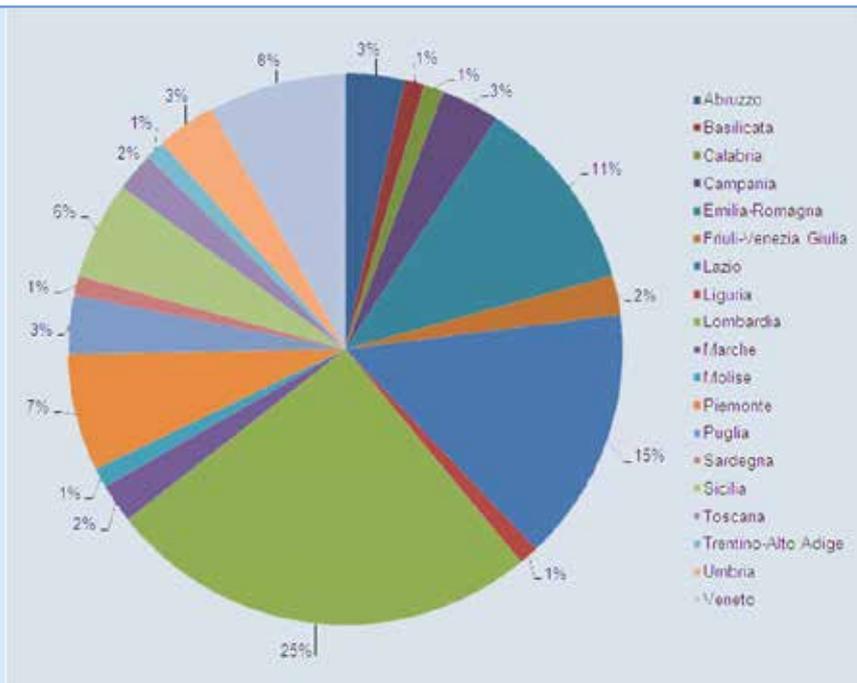
COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Si evidenzia una forte concentrazione di impianti autorizzati in categoria A in Lombardia e nel Lazio (Figura 11.1). 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. Tali impianti sono installati per la maggior parte dentro strutture sanitarie pubbliche e private. Nel Lazio, invece, circa il 70% degli impianti autorizzati sono presso l'ENEA e l'Istituto Nazionale Fisica Nucleare (INFN).

Tabella 11.1: Impianti autorizzati in categoria A, dettaglio regionale (2012)

Regione	Impianti
	n.
Abruzzo	3
Basilicata	1
Calabria	1
Campania	3
Emilia-Romagna	10
Friuli-Venezia Giulia	2
Lazio	13
Liguria	1
Lombardia	22
Marche	2
Molise	1
Piemonte	6
Puglia	3
Sardegna	1
Sicilia	5
Toscana	2
Trentino-Alto Adige	1
Umbria	3
Veneto	7
TOTALE	87

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti impianti



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Esercenti impianti

Nota:

Sono compresi i ciclotroni per produzione di radiofarmaci, impianti con acceleratori o sorgenti radiattive per uso industriale o di ricerca

Figura 11.1: Distribuzione geografica degli impianti autorizzati in categoria A (2012)

DESCRIZIONE

L'indicatore, che deriva dai ciclotroni autorizzati sul territorio nazionale, documenta la quantità di fluoro 18 prodotta nelle regioni in cui sono presenti tali strutture.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'informazione è rilevante perchè rappresenta la distribuzione sul territorio nazionale dei ciclotroni per la produzione del F 18. L'accuratezza deriva dal fatto che il fluoro 18 prodotto in un anno deve rientrare nel limite massimo riportato nelle autorizzazioni di categoria A rilasciate dal Ministero dello sviluppo economico. 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

L'Allegato IX al D.Lgs. 230/1995 stabilisce i criteri per l'applicazione dell'articolo 27 dello stesso decreto legislativo. Secondo tali criteri l'impiego, in particolare, di sorgenti di radiazioni con produzione media nel tempo di neutroni su tutto l'angolo solido superiore a $10E+07$ neutroni al secondo è soggetto a nulla osta di categoria A. I ciclotroni superano il limite suddetto per cui hanno tutti una autorizzazione all'impiego di categoria A.

STATO e TREND

Gli obiettivi perseguiti dall'indicatore sono stati conseguiti.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La produzione di F 18 deriva dalle quantità massime autorizzate come produzione annua ed è, quindi, il quantitativo di F 18 che potrebbe al massimo essere prodotto in un anno dall'installazione. Tale valore viene stabilito a livello autorizzativo tenendo conto, in particolare, del brevissimo tempo di dimezzamento del radionuclide, delle quantità che devono essere somministrate nell'anno e la resa della produzione. Infatti la resa nella produzione del radiofarmaco con F 18 è di circa il 50%. Come si evince dalla Tabella 11.2, la maggiore produzione si riscontra in Lombardia (1.366.900 GBq), Puglia (999.000 GBq) e Lazio (856.000 GBq).

Tabella 11.2: Produzione di fluoro 18, distribuzione regionale (2012)

Regione	Quantità prodotta
	GBq
Campania	72.700
Emilia-Romagna	783.000
Friuli-Venezia Giulia	370.000
Lazio	856.000
Liguria	60.100
Lombardia	1.366.900
Marche	333.000
Molise	330.000
Piemonte	470.000
Puglia	999.000
Sardegna	32.200
Sicilia	207.200
Toscana	120.000
Umbria	27.750
Veneto	25.000
TOTALE	6.052.850

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MSE

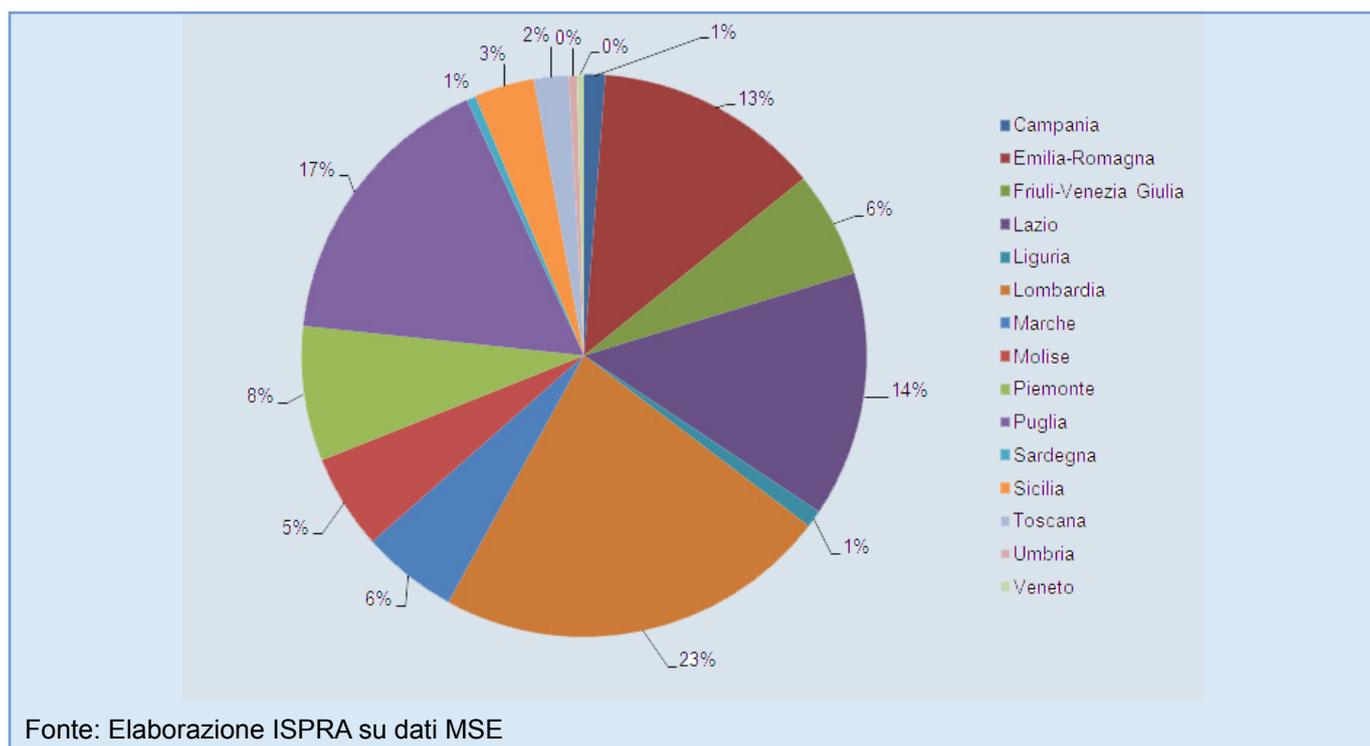


Figura 11.2: Distribuzione percentuale della produzione di fluoro 18 (2012)



IMPIANTI NUCLEARI: ATTIVITÀ DI RADIOISOTOPPI 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, confrontandola con i limiti di scarico autorizzati.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

La qualità dell'informazione sta migliorando progressivamente anche in conseguenza degli aggiornamenti dei Programmi di Sorveglianza ambientale dei vari impianti soprattutto a valle delle autorizzazioni alla disattivazione di diverse installazioni sul territorio.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

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

STATO e TREND

L'indicatore può considerarsi mediamente stabile. Infatti, per le Centrali di Latina e del Garigliano si è registrata una lieve diminuzione degli scarichi sia dei liquidi sia degli aeriformi; per contro, per gli impianti di Fabbricazioni Nucleari, Enea Casaccia e ITREC, si è registrato un limitato incremento nelle attività scaricate, sia qualitativamente sia quantitativamente. In particolare, gli incrementi registrati sono da attribuirsi alle attività propedeutiche alla disattivazione programmata ovvero, nel caso del centro ENEA della Casaccia, alle operazioni di scarico di liquidi verificatesi dopo molti anni di assenza di operazioni di rilascio e a valle dell'attribuzione di una nuova formula di scarico. Per i restanti impianti, nello specifico le centrali di Caorso e di Trino, il reattore Triga di Pavia, il centro ricerche CCR-Ispra, l'impianto EUREX di Saluggia e il deposito Avogadro, i valori restano pressoché inalterati e confrontabili con l'impegno percentuale di formula di scarico per l'anno 2010.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La tabella allegata riporta le informazioni, qualitative e quantitative, degli scarichi effettuati annualmente dagli impianti nucleari collocati sul territorio italiano. Tutti i rilasci sono correlati a una percentuale di impegno della formula di scarico autorizzata dall'ISPRA; il rispetto della formula di scarico autorizzata assicura il non superamento dei 10 microSv/anno per la popolazione e cioè, intrinsecamente, il rispetto del criterio di non rilevanza radiologica.

Tabella 11.3: Quantità di radioattività scaricata negli effluenti liquidi e aeriformi dagli impianti nucleari italiani (2011)

Centrale di Caorso (PC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs137	H ₃	Fe55	Sr90	% F.d.S.				
	5,42E+06	2,34E+06	3,13E+07		1,79E+04	6,99E-04				
Nuclide	Co60	Cs137	H ₃		Sr90	% F.d.S.				
Attività (Bq)	4,98E+04	1,04E+04	1,55E+08		1,80E+05	G=7.83E-04				
						P=8.02E-03				
Centrale di Trino Vercellese (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137eq	Sr90eq	Fe55	H ₃	Pu239eq	% F.d.S.		
Attività (Bq)	1,36E+07		2,23E+07	1,70E+06		9,56E+07	6,44E+04	1,03		
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60equiv.	Cs134	Cs137	Sr90+Sr90eq	Pu239	Kr85+Kr85eq	H ₃	% F.d.S.		
Attività (Bq)	7,25E+04	(*)	1,05E+05	5,07E+04	(*)		2,08E+09	0,61		
Centrale di Latina (LT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	Pu239	H ₃	% F.d.S.			
Attività (Bq)	3,32E+06		1,75E+07	1,45E+07	2,42E+05	7,37E+07	2,90E-02			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60equiv.						% F.d.S.			
Attività (Bq)	1,17E+05						0,003			
Centrale del Garigliano (CE)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	a	H ₃	% F.d.S.			
Attività (Bq)	1,06E+07	3,22E+05	1,72E+08	2,67E+06	8,99E+04	4,89E+06	0,06			
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Co60	Cs134	Cs137	Sr90		H ₃	% F.d.S.			
Attività (Bq)	3,58E+03	2,06E+03	2,84E+04	1,40E+01		2,37E+08	0,115			
Centro EURATOM di Ispra (VA)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	a totale	b totale	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.
Attività (Bq)	4,0E+004	2,87E+06			3,40E+06			5,22E+08		0,10
Scarichi aeriformi										
Nuclide	a totale	b totale	Co60	Cs137	Sr90	Ra228	Ra226	HTO	altri	% F.d.S.
Attività (Bq)								3,06E+11		0,41
Centro Casaccia dell'ENEA (RM)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	H ₃	C14	Co60	Sr89	Sr90	Ru106	I125	Na22	% F.d.S.	
Attività (Bq)	3,54E+09	1,68E+06	9,84E+02	1,08E+07	1,16E+05	7,84E+03	5,78E+02	1,00E+03	6,35	
Nuclide	I131	Cs134	Cs137	Eu152	Ra226	Th232	U235	K40		
Attività (Bq)	5,74E+02	6,34E+02	3,33E+03	2,42E+03	1,92E+04	4,13E+03	1,12E+03	2,30E+04		
Nuclide	U238	Pu238	Pu239	Pu240	Pu241	Am241	Pu242	U233		
Attività (Bq)	1,04E+05	4,59E+01	1,74E+01	2,50E+01	3,33E+03	1,64E+03	2,49E+00	7,00E+00		
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Ar41	Kr88	I131	a totale	β/g totale	% F.d.S.				
Attività (Bq)	1,6E+11	(*)	≤1.0E+06	1,63E+04	1,68E+05	(**)				

segue

Impianto ENEA ITREC della Trisaia Rotondella (MT)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	a totale	b/g totale	H ₃	% F.d.S.						
Attività (Bq)	1,2E+07	9,9E+08	4,4E+08	2,38						
Scarichi aeriformi										
	Attività scaricata pulviscolo (Bq)	% F.d.S.	Attività scaricata gas (Bq)	% F.d.S.						
	2,00E+06	0,0676	6,67E+12	4,51						
Reattore TRIGA LENA dell'Università di Pavia (PV)										
Scarichi liquidi										
Nuclidi	Co60	Cs137		Zn65	% F.d.S.					
Attività (Bq)	(*)	(*)		(*)						
Scarichi aeriformi										
Nuclidi			Ar41		% F.d.S.					
Attività (Bq)			4,31E+10		(+)					
Deposito Avogadro della FIAT-AVIO, Saluggia (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclidi	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	H ₃	a totale	altri b-g	% F.d. S.		
Attività (Bq)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)			
Scarichi aeriformi										
Nuclidi	Kr85	Co60	Cs134	Cs137	Sr90	a totale	Pu239	% F.d.S.		
Attività (Bq)	< 1.245E+10	<11616	<5810	<5810	3,28E+02	≤ 8756.16	6,06E+03	a) ≤ 0.14		
								b) ≤ 0.28		
								c) ≤ 1.88		
Impianto della Fabbricazioni Nucleari Bosco Marengo (AL)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Uranio	%F.d.S.								
Quantità (kg)	7,31E-01	12,19								
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Uranio	%F.d.S.								
Attività (Bq)	7,2E+04	0,995								
Impianto EUREX C.R. ENEA, Saluggia (VC)										
Scarichi liquidi										
Nuclide	Cs137	H ₃	Sr90	b totale	a totale	Co60	Am241	Pu239	%F.d.S.	
Attività (Bq)	1,3E+07		1,1E+07	6,7E-02	≤ 2E-03				0,0955	
Scarichi aeriformi										
Nuclide	Cs134	Cs137	I129	Sr90	H ₃	Pu	b/g totale	a totale	Kr85	% F.d.S
Attività (Bq)	≤ 11.8E+03	≤ 3.7E+03	3,04E+03	≤5.1E+02		1,00E+02	3,4E+04	5,80E+03	0	a) 0,0
										b) <0,031
										c) <0,032
Fonte: ISPRA										
Legenda:										
a) formula di scarico per i gas nobili; b) formula scarico per i particolati b/g; c) formula scarico per i particolati a										
(*) valori inferiori alla minima attività rilevabile; N.A. misura non applicabile										
(**) per il Centro Casaccia non è stata definita una formula di scarico N.S. non scaricato										
(+) per il reattore TRIGALENA non è stata definita una formula di scarico per gli effluenti aeriformi HTO acqua triziata										



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.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

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

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

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

STATO e TREND

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

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

I dati riportati in Tabella 11.14 costituiscono una fotografia dei quantitativi di rifiuti radioattivi (volume e attività) delle sorgenti dismesse (attività) e del combustibile irraggiato (attività) detenuti nei siti nucleari e ripartiti nelle diverse regioni.

Tabella 11.4: Inventario dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato per regione di ubicazione (2011)

Regione	Rifiuti radioattivi		Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato	TOTALE	
	Attività	Volume	Attività	Attività	Attività	%
	GBq	m ³	GBq	TBq	TBq	
Piemonte	2.228.202	5.257	3.873	235.971	238.203	96,42
Lombardia	111.398	3.244	544	3.689	3.801	1,45
Emilia-Romagna	2.696	3.545	156	0	3	0,00
Lazio	55.377	8.297	801.513	48	862	0,33
Campania	396.584	3.119			397	0,15
Toscana	14.503	350	419.000	0,005	434	0,17
Basilicata	302.364	3.242	0	3.550	3.852	1,47
Puglia	238	1.140	1		0,2	9,0E-05
TOTALE	3.111.361	28.194	1.225.088	243.258	247.594	

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati forniti dagli Esercenti delle installazioni nucleari



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 dei lavoratori addetti e, più in generale, della popolazione nel corso del trasporto e nell'immagazzinamento in transito delle materie radioattive.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore consente di ricavare una valida e significativa informazione sulle problematiche relative al trasporto di materie radioattive, ha un'accuratezza sufficiente e la comparabilità nel tempo e nello spazio è garantita dalla sistematicità di raccolta dei dati che risale al 1987.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il D.Lgs. 27 gennaio 2010, n. 35 "Attuazione della Direttiva 2008/68/CE, relativa al trasporto interno di merci pericolose. (10G0049)" fissa per l'Indice di Trasporto un valore massimo che, per un collo nelle condizioni di trasporto non esclusivo, è pari a 10. Tale valore corrisponde a un rateo di dose di 0,1 mSv/h a un metro di distanza dal collo. La protezione e la sicurezza 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

Lo stato dell'indicatore è attualmente stabile, dopo l'introduzione del sistema di acquisizione telematico dei dati relativi ai trasporti nazionali di materie radioattive avvenuta a partire dal 2009. Il *trend* è strettamente legato al numero dei colli trasportati ogni anno, alla loro tipologia e al tipo di radioisotopo trasportato. Negli ultimi anni si osserva una generalizzata diminuzione del numero dei colli trasportati, per tutte le tipologie di impiego delle materie radioattive.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Per una migliore comprensione degli elaborati è necessario premettere che il trasporto delle materie radioattive avviene con diversi tipi di imballaggi che sono classificati dalla normativa tecnica in base alle loro caratteristiche di resistenza e alla quantità di radioattività presente al 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 per 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 un rischio di assorbire una dose, dovuta all'irraggiamento, che è in relazione al suo Indice di Trasporto (IT). Gli intervalli dell'Indice di Trasporto totale (Figura 11.3) evidenziano in modo univoco le province che ospitano importanti e numerosi centri ospedalieri e diagnostici (Roma, Milano, Torino ecc.), oltre i centri di smistamento dovuti anche al trasporto aereo. Altro elemento significativo è che la maggior parte dei trasporti (con poche eccezioni) è legata all'impiego in medicina nucleare delle

materie radioattive, e in piccolissima percentuale al ciclo del combustibile nucleare, legato alla disattivazione delle centrali elettronucleari (Tabella 11.5). Maggiormente trasportati risultano i colli di “tipo A” ed “esenti” (Figura 11.4), impiegati entrambi in modo quasi esclusivo nel trasporto di radiofarmaci e radiodiagnostica. Dalla Tabella 11.6, relativa al trasporto stradale dei materiali radioattivi sull'intero territorio italiano, si evidenzia chiaramente una tendenza alla diminuzione del numero di colli/tratte e dell'Indice di Trasporto totale. L'Indice di Trasporto totale, elaborato sull'intero territorio italiano, è prevalentemente dovuto al trasporto di materie impiegate in medicina e diagnostica nucleare, come rilevabile dalla serie storica dei dati che ne conferma un contributo prossimo al 90% (Figura 11.6)

Tabella 11.5: Colli trasportati nelle province e Indice di Trasporto (IT) (2011)

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Piemonte	Alessandria	5.479	17	0,14	805,5
	Asti	6	100	0,21	1,3
	Cuneo	1.204	83	0,34	409,7
	Novara	1.167	80	0,32	372,5
	Torino	12.202	86	1,02	12424,89
	Verbania	22	5	0,55	12
	Vercelli	4.896	99	0,03	170,7
Valle d'Aosta	Aosta	338	95	0,50	169,3
Lombardia	Bergamo	37.055	99	0,53	19548,2
	Brescia	1.983	92	0,36	704,7
	Como	544	98	0,61	334,3
	Cremona	1.099	89	1,04	1138,2
	Lecco	530	97	0,79	421,2
	Lodi	15	7	0,11	1,6
	Mantova	686	62	0,43	296,7
	Milano	44.470	62	0,35	15560,7
	Monza	2.060	87	1,90	3908,4
	Pavia	1.753	68	0,58	1020
	Sondrio	220	90	0,66	146,1
	Varese	4.717	90	0,40	1878,4
	Trentino-Alto Adige	Bolzano	777	89	0,59
Trento		454	97	0,60	270,2
Veneto	Belluno	368	99	0,44	160,4
	Padova	3.214	79	0,90	2901,7
	Rovigo	840	91	0,39	326,2
	Treviso	1.670	79	0,75	1245,4
	Venezia	2.393	33	1,13	2700,3
	Verona	1.637	94	0,49	797,9
	Vicenza	842	82	0,46	389
Friuli-Venezia Giulia	Gorizia	84	57	0,53	44,9
	Pordenone	1.093	97	0,72	783,8
	Trieste	577	93	0,27	157,4
	Udine	940	85	0,40	377,7
Liguria	Genova	3.810	78	0,45	1715,5
	Imperia	1	100	0,00	0
	La Spezia	1.082	78	0,49	524,9
	Savona	1.467	67	0,74	1092,1
Emilia-Romagna	Bologna	2.946	75	0,45	1335,5
	Ferrara	1.547	54	0,39	600
	Forlì	12.827	46	0,34	4410,69
	Modena	1.155	88	0,35	407
	Parma	866	91	0,48	413,5
	Piacenza	1.042	36	0,58	603,5
	Ravenna	1.493	51	0,89	1326,1
	Reggio Emilia	1.439	95	0,32	459,1

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Emilia-Romagna	Rimini	4	50	0,00	0
Toscana	Arezzo	636	97	0,43	274,3
	Firenze	1.979	94	0,40	790,9
	Grosseto	254	96	0,50	128
	Livorno	1.210	70	0,35	418,4
	Lucca	389	98	0,43	167,6
	Massa Carrara	480	81	0,44	211,1
	Pisa	9.764	97	0,30	2883,5
	Pistoia	353	97	0,45	159,7
	Prato	767	100	0,45	348,1
	Siena	590	99	0,23	134,1
Umbria	Perugia	1.364	84	0,34	457,4
	Terni	1.051	56	0,40	420,4
Marche	Ancona	1.215	67	0,46	555,2
	Ascoli Piceno	379	95	0,40	149,9
	Macerata	4.301	95	0,26	1130,3
	Pesaro	827	100	0,53	441
Lazio	Frosinone	688	89	0,93	637,7
	Latina	709	97	0,52	371,2
	Rieti	4	0	0,50	2
	Roma	35.725	96	0,55	19783,3
	Viterbo	304	84	0,27	80,6
Abruzzo	Chieti	531	58	0,43	226,1
	L'Aquila	481	52	0,39	188,6
	Pescara	1.403	73	0,26	363,5
	Teramo	324	85	0,30	96,4
Molise	Campobasso	476	96	0,56	265,7
	Isernia	5.205	100	1,72	8938,1
Campania	Avellino	593	79	0,65	386,2
	Benevento	186	84	0,40	75,3
	Caserta	1.149	84	0,88	1016,8
	Napoli	14.962	79	0,42	6263,9
	Salerno	2.560	77	0,41	1059
Puglia	Bari	2.693	87	1,06	2861,9
	Barletta	323	96	0,55	177,3
	Brindisi	1.147	49	0,44	504,6
	Foggia	1.866	97	0,66	1225,8
	Lecce	1.559	96	0,36	567,9
	Taranto	1.101	32	0,49	535,7
Basilicata	Matera	334	88	1,03	344,2
	Potenza	3.216	85	0,67	2156,2
Calabria	Catanzaro	2.737	98	0,47	1278,3
	Cosenza	850	99	0,29	245
	Crotone	297	66	0,36	106,9
	Reggio Calabria	1.415	27	0,16	226,2
	Vibo Valentia	255	2	0,53	134,5

continua

segue

Regione	Provincia	Colli/tratte	Colli/tratte per medicina nucleare	IT medio	IT totale
		n.	%	mSv/h*100	
Sicilia	Agrigento	416	96	0,72	301,5
	Caltanissetta	132	47	0,60	73,8
	Catania	3.473	92	0,70	2427,5
	Enna	53	40	0,22	11,5
	Messina	3.270	76	0,40	1301,2
	Palermo	4.037	88	0,54	2170,3
	Ragusa	177	90	0,78	138
	Siracusa	1.213	25	0,49	593,5
	Trapani	90	77	0,86	77,6
Sardegna	Cagliari	3.840	91	0,32	1225,3
	Nuoro	22	9	0,20	4,3
	Olbia Tempio	592	69	0,00	0,8
	Oristano	6	100	0,00	0
	Sanluri Medio Campidano	0	0	0,00	0
	Sassari	927	98	0,25	230,7
	Tortoli Ogliastra	0	0	0,00	0

Fonte: ISPRA

Tabella 11.6: Numero di colli/tratte per impiego e Indice di Trasporto (IT)

Impiego	2007				2008				2009				2010				2011			
	Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT		Colli/tratte		IT	
	Tot.	Medio	Tot.	Medio																
	n.	mSv/h*100	n.	mSv/h*100																
Medicina Nucleare & Ricerca	270.361	123.491	0,46	0,52	165.763	83.198	0,5	0,52	181.432	95.047	0,52	0,52	168.467	79.061	0,47	0,47	155.913	78.802	0,51	0,51
Rifiuti	22.527	230	0,01	0,01	24.996	176	0,01	0,01	27.350	243	0,01	0,01	23.855	170	0,01	0,01	22.622	178	0,01	0,01
Industria	11.457	9.059	0,79	0,63	12.979	8.995	0,69	0,63	12.981	8.220	0,63	0,63	12.342	7.967	0,65	0,65	12.026	8.105	0,67	0,67
Altro	19.560	7.539	0,39	0,03	2.591	315	0,12	0,03	763	24	0,03	0,03	199	12	0,06	0,06	191	34	0,18	0,18
Ciclo del combustibile	124	68	0,55	0,86	75	66	0,87	0,86	51	44	0,86	0,86	25	10	0,38	0,38	7	6	0,8	0,8
TOTALE	324.029				206.404				222.577				204.888				190.759			

Fonte: ISPRA

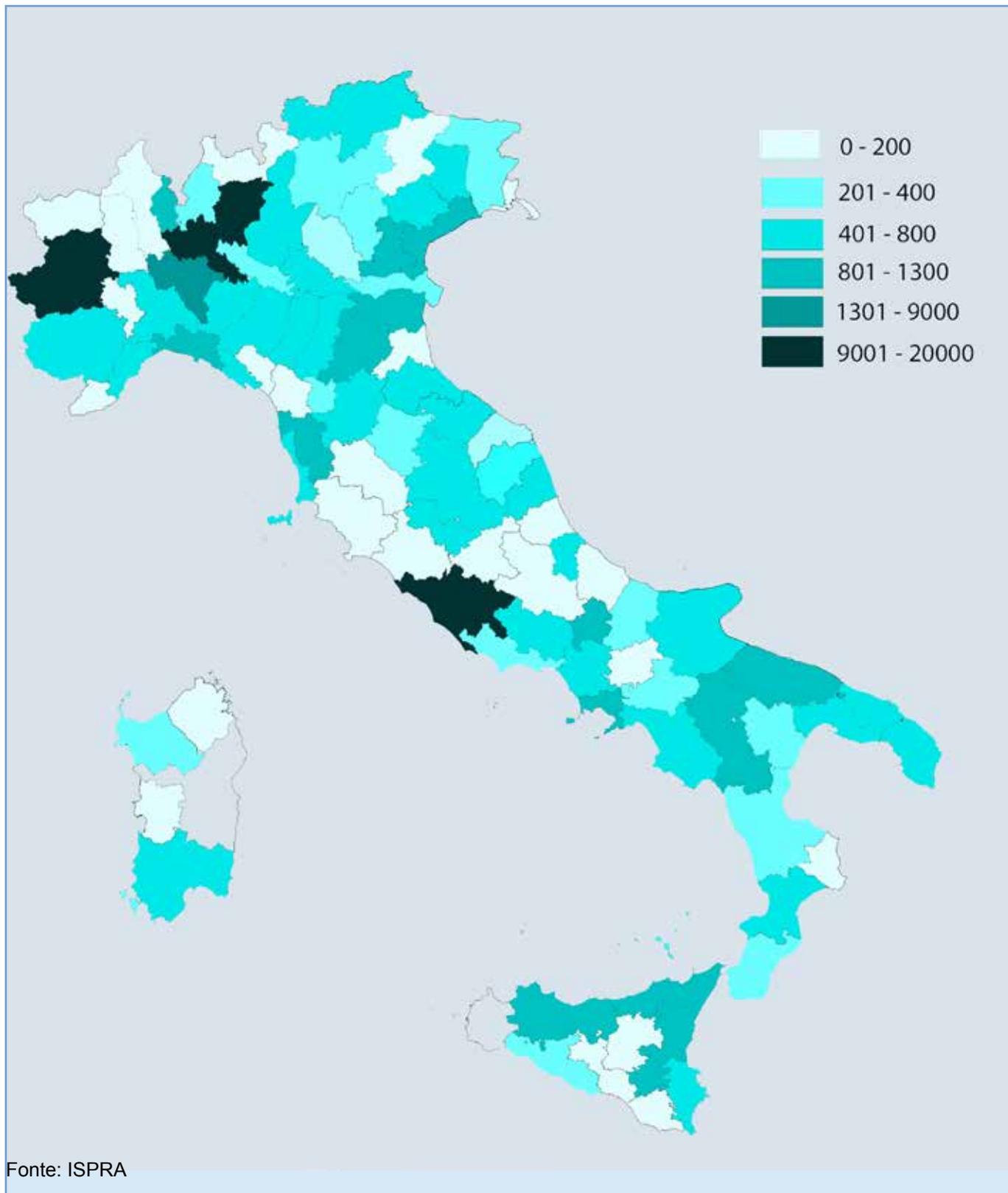


Figura 11.3: Carta tematica della somma degli indici di trasporto per provincia (2011)

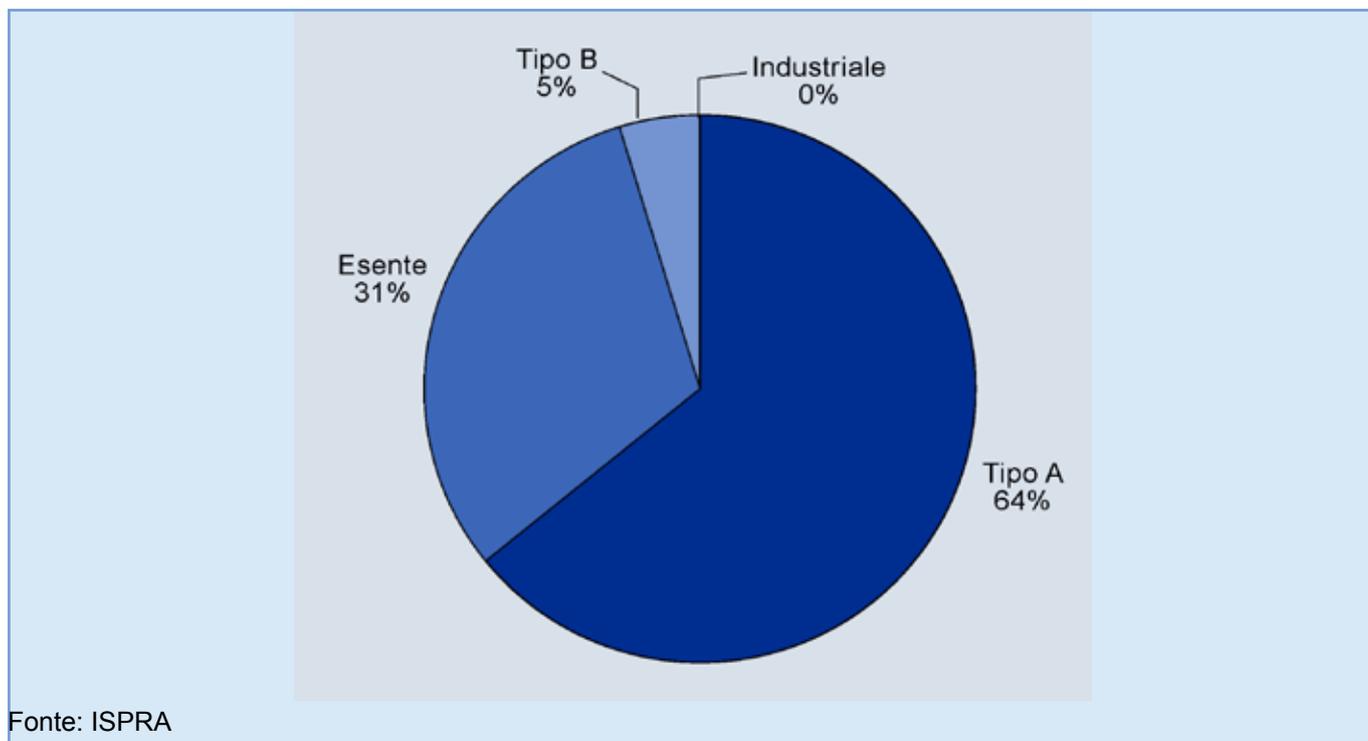


Figura 11.4: Distribuzione dei colli trasportati in Italia in base alla tipologia (2011)

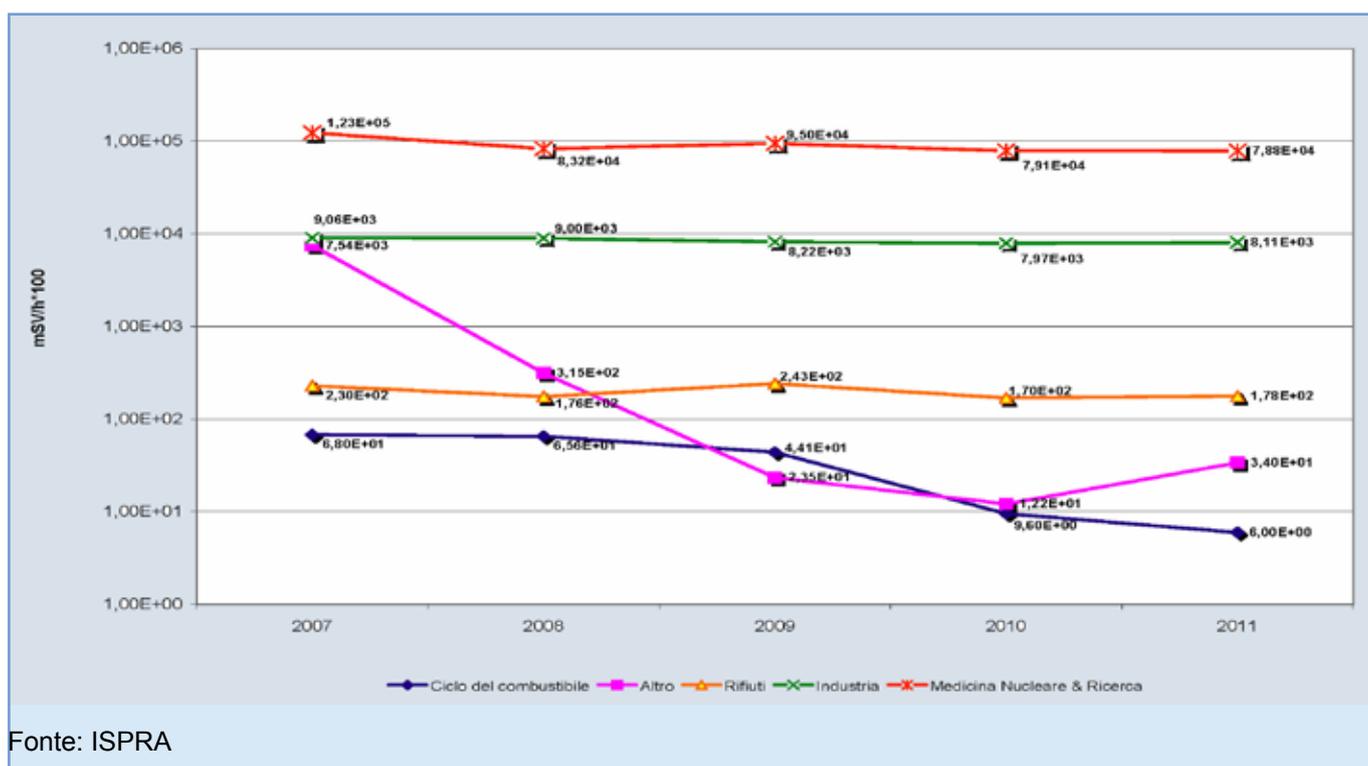
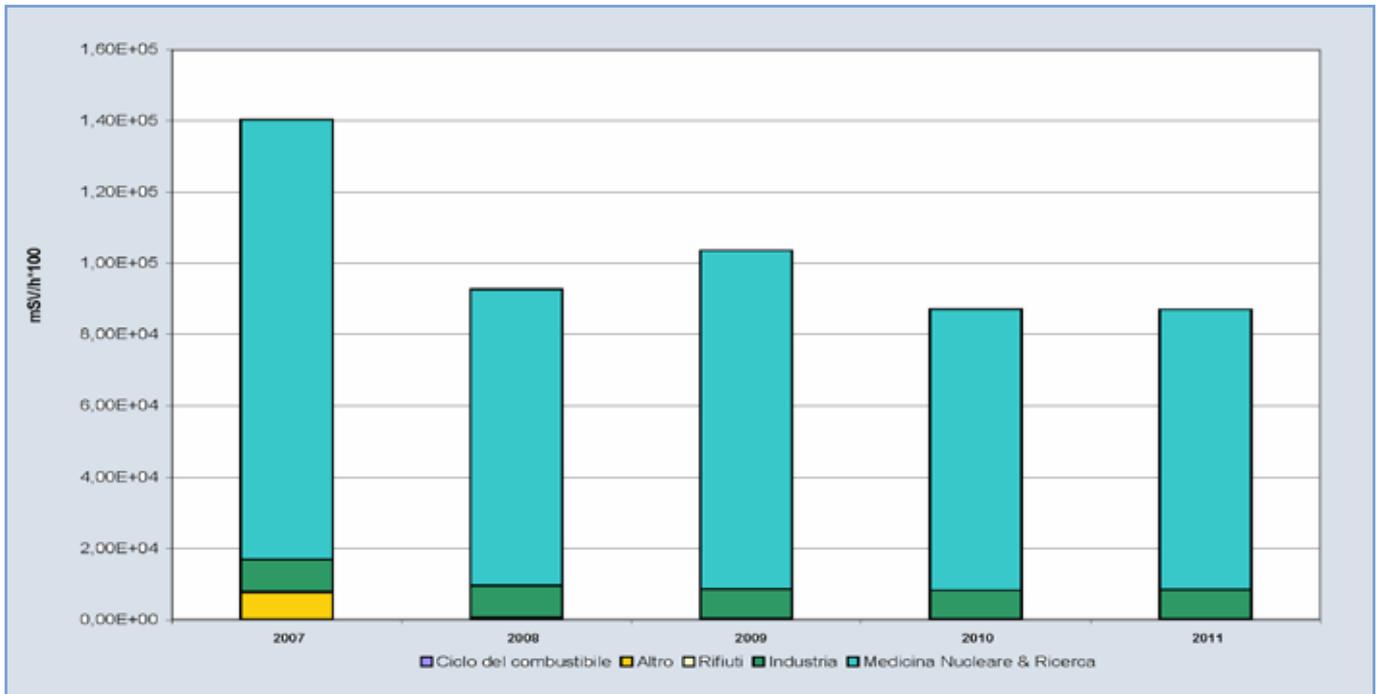


Figura 11.5: Andamento dell'indice di trasporto



Fonte: ISPRA

Figura 11.6: Indice di trasporto di materiale radiattivo

11.2 RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie: sorgenti naturali e artificiali. In assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti) la maggior parte dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti è di origine naturale, le cui componenti principali sono dovute ai prodotti di decadimento del radon, ai raggi cosmici e alla radiazione terrestre. Il radon è un gas naturale radioattivo prodotto dal radio presente ovunque nei suoli e in alcuni materiali impiegati in edilizia e rappresenta in assoluto la principale fonte di esposizione a radiazioni ionizzanti per la popolazione. In aria aperta si disperde rapidamente non raggiungendo quasi mai concentrazioni elevate, mentre nei luoghi chiusi (case, scuole, ambienti di lavoro, ecc.) tende ad accumularsi fino a raggiungere, in particolari casi, concentrazioni ritenute inaccettabili in quanto causa di un rischio eccessivo per la salute.

In questa sezione si è cercato di esporre informazioni sulla sorveglianza, la documentazione e le stime riguardanti la presenza di radioattività nell'ambiente, l'impatto che tale presenza può avere sulla popolazione e le strategie per affrontare situazioni potenzialmente rischiose. Riguardo agli indicatori selezionati si nota che non sono previsti ulteriori indicatori di pressione oltre quelli inseriti nella precedente sezione "Attività nucleari" e che è presente un solo indicatore di risposta; ciò è dovuto al fatto che alcune cause primarie quali l'esposizione a raggi cosmici, alle radiazioni terrestri e alle ricadute al suolo delle esplosioni nucleari negli anni '60 o dell'incidente di Chernobyl sono, ad eccezione del radon, difficilmente controllabili in termini di risposta. Nel quadro Q11.2 sono riportati la finalità, la classificazione nel modello DPSIR e i principali riferimenti normativi.

Q11.2: QUADRO DELLE CARATTERISTICHE INDICATORI RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

Nome Indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti normativi
Concentrazione di attività di radon <i>indoor</i>	Monitorare una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione (in assenza di eventi incidentali), in un'ottica di prevenire il rischio di tumori polmonari e di fornire utili strumenti di programmazione territoriale e di intervento	S	Raccomandazione Europea 1990/143/Euratom D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Dose gamma assorbita in aria per esposizioni a radiazioni cosmica e terrestre	Documentare entità e distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazione gamma di origine cosmica e terrestre, al fine di valutarne l'impatto sulla popolazione italiana. Documentare eventi o situazioni incidentali che possano comportare un aumento dell'esposizione della popolazione a radiazioni	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i.
Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari (particolato atmosferico, deposizioni umide e secche, latte)	Riportare la concentrazione media mensile di attività di Cs-137 nel particolato atmosferico e nella deposizione al suolo finalizzata al controllo e alla valutazione della radiocontaminazione ambientale. Fornire la concentrazione media annuale di attività di Cs-137 nel latte al fine di evidenziare una possibile contaminazione rilevante sia per l'aspetto dietetico-sanitario sia per quello ambientale	S	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Raccomandazione Europea 2000/473/Euratom; Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe
Stato di attuazione delle reti di sorveglianza sulla radioattività ambientale	Fornire un quadro sintetico sull'operatività delle reti locali/regionali e valutare lo stato di attuazione della sorveglianza sulla radioattività ambientale in Italia, relativamente alle reti esistenti, in conformità con programmi di assicurazione di qualità nazionali e internazionali	R	D.Lgs. 230/95 e s.m.i. Circolare 2/87 Ministero della Sanità

BIBLIOGRAFIA

- UNSCEAR 2000 *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources and effects of ionizing radiation*. Vol. I: Sources, New York: United Nations; E.00.IX.3, 2000
http://www.italiatiles.com/cti/home.nsf/Home_ita?OpenForm
http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/ondex_i.htm <http://www.arpa.veneto.it/radon/default.asp>
Decreto Legislativo 230/1995 e s.m.i. Allegato IX del Decreto Legislativo 230/1995
ANPA, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998*
APAT, *Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia, 2002*
ISPRA (APAT), *Annuario dei dati ambientali, anni vari*
ISS-ANPA, *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni - Rapporto finale*
F. Bochicchio, G. Campos Venuti, S. Piermattei, G. Torri, C. Nuccetelli, S. Risica, L. Tommasino, *Results of the National Survey on Radon Indoors in the all the 21 Italian Regions*, Proceedings of Radon in the Living Environment Workshop, Atene, Aprile 1999
A. Cardinale, L. Frittelli, G. Lembo, G. Gera, O. Ilari, *Studies on the Natural Background in Italy*, Health Phys. 20, 285, 1971
A. Cardinale, G. Cortellessa, F. Gera, O. Ilari, G. Lembo, *Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation*, Proceedings of the Second International Symposium on the Natural Radiation Environment, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds. Pag. 421, 1972
OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi 2° Rapporto Nazionale per la Convenzione congiunta sulla sicurezza della gestione dei rifiuti radioattivi e sulla sicurezza della gestione del combustibile irraggiato
<http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/radon.asp>, http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/htm/radon__02.asp
http://www.arpa.piemonte.it/upload/dl/Pubblicazioni/2009__La_mappatura_del_radon_in_Piemont_e/LibroRadonWeb.pdf
Scivyer C., *Radon Guidance on protective measures for new buildings*, IHS BRE Press 2007 World Health Organization, Handbook on indoor radon. A public health perspective, edited by Hajo Zeeb and Ferid Shannoun, 2009
ISPRA, *L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata a risultati di misura*, Linea guida 52/2009

DESCRIZIONE

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

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore soddisfa la domanda d'informazione sulla problematica radon *indoor*, ha caratteristiche di accuratezza, manifesta comparabilità dei risultati nel tempo e nello spazio. La copertura spaziale dell'indicatore è migliorabile.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Relativamente all'esposizione al radon negli ambienti di lavoro il D.Lgs. 230/95 e s.m.i. definisce come campo di applicazione particolari luoghi quali sottovie, catacombe, grotte, 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, secondo le modalità individuate da un'apposita commissione (non ancora costituita). Viene fissato un primo livello di azione in termini di concentrazione di attività media in un anno pari a 500 Bq/m^3 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 una parte della protezione sanitaria dei lavoratori del capo VIII del Decreto stesso. Relativamente agli ambienti residenziali (abitazioni) 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^{-3} per gli edifici esistenti e, come parametro di progetto, un livello di 200 Bq/m^3 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^3 . Tuttavia, se particolari condizioni di un paese non consentissero l'adozione di tale valore, questo non dovrebbe comunque essere superiore a 300 Bq/m^3 . La Commissione Europea ha in avanzato stato di consultazione la proposta di una nuova Direttiva che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti che tratta l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro e nelle abitazioni. L'ultima revisione pubblicata dal Consiglio Europeo è di dicembre 2012.

STATO e TREND

L'indicatore rappresenta la situazione media nazionale e delle regioni. La concentrazione di radon *indoor* è molto variabile e, a livello di singola abitazione, può arrivare fino a decine di volte il valore medio riportato. Sono possibili azioni di risanamento e di prevenzione in grado di ridurre, se adottate in modo sistematico sul territorio, l'impatto sulla popolazione e sui lavoratori. Le regioni che hanno in corso iniziative volte all'individuazione delle zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività di radon continuano ad ampliare la produzione di dati sul territorio, migliorando di conseguenza le informazioni relative all'indicatore. Si registra un leggero incremento delle attività di risanamento, ma non si dispone ancora di una sistematica raccolta e rappresentazione dei relativi dati.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

In Tabella 11.7 sono riportate le medie regionali della concentrazione di attività di radon indoor (Figura 11.7) e la percen-

tuale di abitazioni che in ogni regione supera i due livelli di riferimento indicati dalla Commissione Europea nel 1990: 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³. I valori medi nazionali sono stati ottenuti pesando le medie regionali per il numero degli abitanti di ogni regione: la media aritmetica è risultata 70 ± 1 Bq/m³. Tale valore è superiore alla media mondiale pari a circa 40 Bq/m³. La media geometrica è 52 Bq/m³, la deviazione standard geometrica è 2,1 e la percentuale media di abitazioni che eccedono i due livelli di riferimento sono rispettivamente 4,1% e 0,9%. Si nota una notevole differenza tra le medie delle regioni. Tale distribuzione, in linea con i risultati di altri paesi, è da mettere in relazione alla naturale variabilità spaziale del fenomeno, dovuta principalmente alle differenti caratteristiche geologiche. In Italia, risultano censite circa sessanta campagne e attività di monitoraggio di attività di radon *indoor* per abitazioni e scuole, significative ai fini della caratterizzazione del territorio. Da queste attività, generalmente effettuate dalle ARPA/APPA, si conferma la notevole variabilità della concentrazione di attività di radon e della percentuale di edifici che superano determinati valori di concentrazione. In Figura 11.8 sono rappresentate le regioni nelle quali sono state avviate indagini per la raccolta di dati ai fini della individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon.

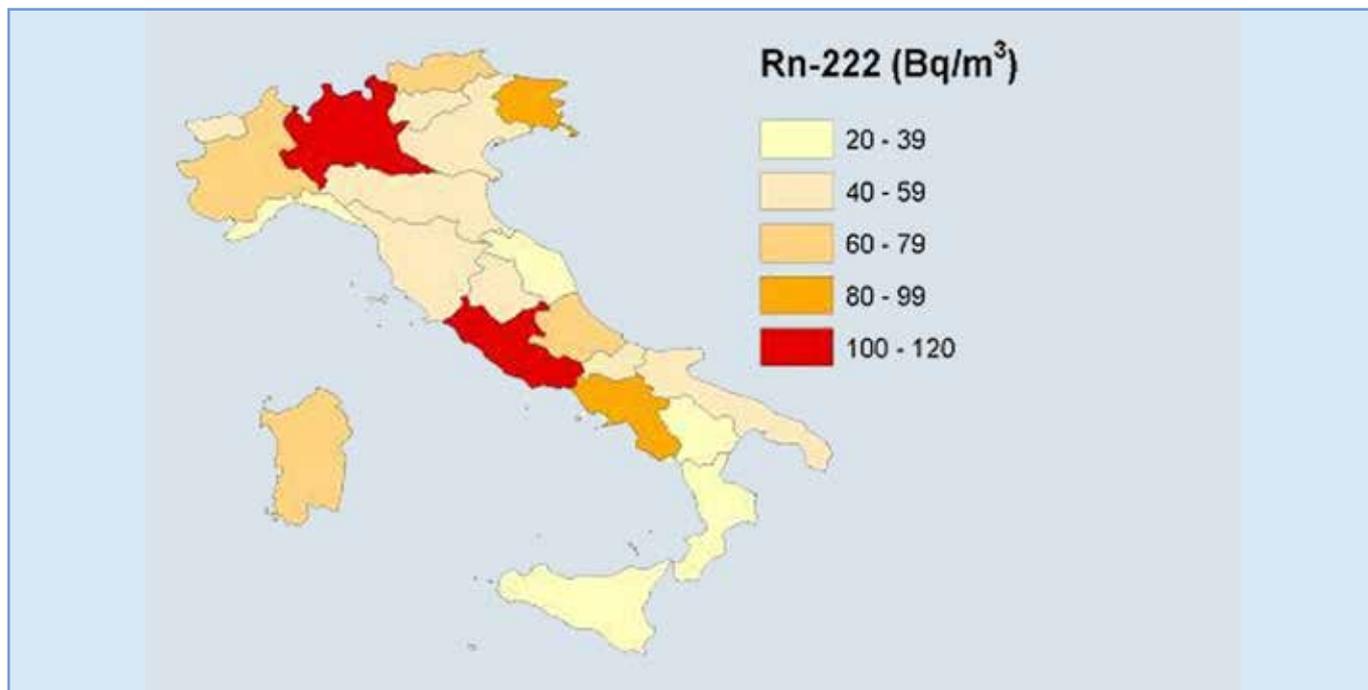
Tabella 11.7: Quadro riepilogativo dei risultati dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, per regione e provincia autonoma (1989 – 1997)

Regione/ Provincia autonoma	Rn-222 Media aritmetica ± STD ERR	Abitazioni >200 Bq/m ³	Abitazioni >400 Bq/m ³
	Bq/m ³	%	%
Piemonte	69 ± 3	2,1	0,7
Valle d'Aosta	44 ± 4	0	0
Lombardia	111 ± 3	8,4	2,2
<i>Bolzano-Bozen^a</i>	70 ± 8	5,7	0
<i>Trento^a</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
Campania	95 ± 3	6,2	0,3
Puglia	52 ± 2	1,6	0
Basilicata	30 ± 2	0	0
Calabria	25 ± 2	0,6	0
Sicilia	35 ± 1	0	0
Sardegna	64 ± 4	2,4	0
MEDIA (pesata per la popolazione regionale)	70 ± 1	4,1	0,9

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

Legenda:

^a Il Trentino-Alto Adige è costituito dalle province autonome di Bolzano e di Trento amministrativamente indipendenti



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

Figura 11.7: 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)



Fonte: ISPRA

Figura 11.8: Regioni in cui sono state avviate indagini volte all'individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di (evidenziate in verde)



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.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde bene alla domanda di informazione. La rete GAMMA è una rete di allarme non predisposta per la valutazione della dose alla popolazione, bensì per segnalare eventuali anomalie dovute a rilasci in atmosfera. Tuttavia 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.i., sia per scopi di controllo della radioattività ambientale (art. 104), sia a supporto della gestione delle emergenze radiologiche (art. 123).

STATO e TREND

Lo stato e il *trend* attribuiti all'indicatore evidenziano una situazione stazionaria, in accordo con la natura stessa dell'indicatore. L'eventuale variazione del valore della dose gamma assorbita in aria, infatti, potrebbe essere conseguenza, essenzialmente, di eventi incidentali. La natura e portata di tali eventi, inoltre, escluderebbe il coinvolgimento degli impianti nucleari italiani e le attività di smantellamento a essi associate.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nella Tabella 11.8 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 APAT dei dati prodotti dai CRR, 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 11.8 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 sono rispettivamente il 79% e il 21%. Nella Figura 11.9 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. Nella Tabella 11.9 sono fornite le medie annuali del rateo di dose gamma assorbita in aria (2000-2011), aggregate per macroregioni. Tali valori sono stati ottenuti dalle medie annuali delle misure giornaliere delle singole stazioni. I valori delle deviazioni *standard* (S.D.), espressi in percentuale, si riferiscono alla distribuzione spaziale dei dati delle rispettive macroregioni. Per quanto riguarda, invece, le variazioni temporali dell'intensità della dose gamma, le deviazioni *standard* delle medie giornaliere di ciascuna stazione di monitoraggio risultano su base annua dell'ordine del 3% per le zone Centro e Sud Italia, dell'ordine del 4% per la zona Nord Italia. Nella Tabella 11.9 sono evidenziati, inoltre, i valori massimi e minimi per ciascuna macroregione. Il valore medio pesato per la popolazione delle tre macroregioni è pari a 104 nGy/h, dato da confrontare con 112 nGy/h, ottenuto dalla Tabella 11.8, sommando i contributi cosmico e terrestre *outdoor*.

Tabella 11.8: 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
MEDIA (pesata per la popolazione)	38	74	104^a

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

^a 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 11.9: Intensità di dose assorbita in aria *outdoor* (cosmica e terrestre) da rete GAMMA

Anno	Nord				Centro				Sud			
	Media	S.D.	Val. min	Val. max	Media	S.D.	Val. min	Val. max	Media	S.D.	Val. min	Val. max
	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h	nGy/h	%	nGy/h	nGy/h
2000	103	14,3	78	130	109	52,8	61	309	93	26,9	59	131
2001	101	14,6	77	128	109	49,7	61	302	103	31,7	63	173
2002	105	14,9	71	143	106	58,1	58	322	112	36,1	66	179
2003	103	14,9	72	150	112	63,8	57	329	98	33,2	56	184
2004	104	14,6	64	144	114	57,4	58	324	94	34,0	58	286
2005	101	14,8	53	143	103	57,8	52	329	102	28,4	66	257
2006	105	16,9	65	202	110	53,1	55	393	107	27,1	40	243
2007	103	15,3	66	210	114	52,1	53	458	105	25,6	63	203
2008	102	15,2	71	414	116	56,6	69	314	104	25,7	66	185
2009	98	15,9	55	164	106	36,3	63	234	106	24,1	67	185
2010	98	16,6	56	159	105	34,9	63	227	106	23,9	66	184
2011	99	16,9	60	159	106	33,8	63	234	108	23,7	66	184

Fonte: ISPRA (Banca dati rete GAMMA)

Legenda:

S.D.: I valori si riferiscono alla variazione spaziale. Le variazioni temporali delle medie giornaliere sono circa il 3% per il Centro e il Sud e il 5% per il Nord



Fonte: ISPRA (banca dati rete GAMMA)

Legenda:

Media annuale dell'intensità di dose gamma assorbita in aria. Blu: da 51 a 100nGy/h; Verde: da 101 a 150nGy/h; Giallo: da 151 a 200nGy/h; Arancione: oltre 200nGy/h.

Figura 11.9: Stazioni di misura della rete GAMMA dell'ISPRA (2011)



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

DESCRIZIONE

Il controllo della radioattività ambientale in Italia nasce in seguito ai test bellici nucleari degli anni '60 e attualmente è esercitato da Reti nazionali, il cui obiettivo principale è il rilevamento dell'andamento della radioattività in matrici ambientali e alimentari, anche allo scopo di determinare la dose efficace alla popolazione. Ai sensi dell'art. 104 del D.Lgs. 230/95 e s.m.i., ISPRA gestisce la Rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale (REte di SOrveglianza della RADioattività – RESORAD) costituita dai laboratori degli "enti, istituti e organismi idoneamente attrezzati" che effettuano annualmente misure di concentrazione di attività su numerose matrici ambientali e alimentari. La radiocontaminazione dell'atmosfera è generalmente 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. 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, pertanto, di monitorare lo stato della contaminazione radiometrica. La scelta di riportare i dati relativi al Cs-137 è dettata dalla natura di questo radionuclide artificiale, tossico anche in piccole quantità e dalla vita media di 30 anni, quindi temibile a livello sanitario. La presenza di Cs-137 nel latte è rilevabile quale residuo della contaminazione di eventi su scala globale (test bellici degli anni '60, incidente di Chernobyl).

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione. Le tecniche di misura e analisi adottate dai diversi istituti, enti, organismi delle reti nazionali non sempre sono omogenee, ciò porta ad avere delle riserve sul grado di accuratezza delle indicazioni fornite dall'indicatore e sulla comparabilità nello spazio dei dati, mentre la sistematicità di raccolta di quest'ultimi assicura una buona comparabilità nel tempo.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

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

STATO e TREND

Il trend dell'indicatore mostra che gli obiettivi perseguiti sono ragionevolmente raggiunti nei tempi prefissati.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nelle Tabelle 11.10, 11.11 e 11.12 sono riportate le medie delle misure effettuate a intervalli mensili (particolato atmosferico e deposizione al suolo) o annuali (latte vaccino). Le concentrazioni di attività di Cs-137 rilevate sono per la maggior parte inferiori alla minima attività rilevabile (MAR) dello strumento, per questo i valori sono preceduti dal simbolo di minore (<). I dati relativi alle misure raccolte sul particolato atmosferico (Tabella 11.10) rivelano, per il 2011, una copertura territoriale buona al Nord e al Centro (rispettivamente 10 e 7 stazioni) e accettabile al Sud (2 stazioni). In Figura 11.10 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. In ogni caso i valori registrati negli ultimi anni sono stazionari e ben al di sotto del reporting level fissato dalla raccomandazione 2000/473/Euratom (30 m Bq/m³). In Tabella 11.11 sono riportati i dati relativi alle medie mensili della concentrazione di Cs-137 nella deposizione totale al suolo nelle tre macroaree; si osserva un leggero miglioramento nella copertura territoriale sia nella macroarea Nord sia, soprattutto, nella macroarea

Sud dove da una stazione si passa a due stazioni di monitoraggio. La Figura 11.11 mostra l'andamento temporale della concentrazione di Cs-137 in quest'ultima matrice; si evidenziano gli eventi di ricaduta associati ai *test* in atmosfera degli anni '60 e l'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl, a partire dal quale i valori di contaminazione presentano prima una sistematica diminuzione e quindi una certa stazionarietà. La Tabella 11.12 riporta la media annuale di concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino; per questa matrice la copertura del territorio nazionale può considerarsi buona (tutte le regioni italiane risultano coperte) e i valori della concentrazione di attività nelle tre macroregioni sono confrontabili. Dall'andamento temporale del valore medio nazionale (Figura 11.12) si evince un abbattimento dei livelli di contaminazione nel latte vaccino, ad oggi, di circa due ordini di grandezza rispetto al 1987, anno successivo alla ricaduta di Chernobyl, e al di sotto del *reporting level* fissato dalla CE (0,5 Bq/l). In Tabella 11.13 si riporta il numero delle misure eseguite dai laboratori della rete RESORAD nel 2011 nelle tre macroaree, 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 delle misure effettuate e delle matrici analizzate; persistono, tuttavia, differenze tra le tre macroaree, con una copertura spaziale non omogenea.

Tabella 11.10: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nel particolato atmosferico (2011)

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m ³		
Gennaio	<37	<34	<40
Febbraio	<39	<32	<37
Marzo	<32	<40	<24
Aprile	<35	<32	<6
Maggio	<51	<45	<19
Giugno	<75	<31	<24
Luglio	<41	<31	<23
Agosto	<64	<26	<42
Settembre	<64	<29	<25
Ottobre	<116	<27	<25
Novembre	<43	<23	<45
Dicembre	<11	<37	<8
n. di stazioni	10	7	2

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.11: Concentrazione di attività di Cs-137: media mensile nelle deposizioni umide e secche (2011)

Mese	Nord	Centro	Sud
	µBq/m ³		
Gennaio	< 0,16	< 0,74	< 0,06
Febbraio	< 0,38	< 0,25	< 0,07
Marzo	< 0,40	< 0,74	< 1,62
Aprile	< 0,24	< 1,23	< 1,62
Maggio	< 0,22	< 0,80	< 0,06
Giugno	< 0,16	< 0,62	< 0,006
Luglio	< 0,16	< 0,71	< 0,21
Agosto	< 0,18	< 0,16	< 0,16
Settembre	< 0,10	< 0,49	< 0,66
Ottobre	< 0,16	< 0,49	< 0,11
Novembre	< 0,10	< 0,59	< 0,08
Dicembre	< 0,17	< 0,07	< 0,08
n. di stazioni	10	6	2

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.12: Concentrazione di attività di Cs-137 nel latte vaccino: media annuale e numero di regioni/province autonome che hanno effettuato misure (2011)

Macroregione	Cs-137	Regioni/Province autonome
	Bq/l	n.
Nord	<0,28	8
Centro	< 0,11	7
Sud	< 0,14	5
MEDIA ITALIA	<0,23	20

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.13: Monitoraggio della radioattività ambientale – misure eseguite dalla rete RESORAD (2011)

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Particolato atmosferico	CS-137	1.953	832	337	3.122
	BE-7	1.799	744	252	2.795
	I-131	1.587	674	269	2.530
	T-BETA	1.154	680	628	2.462
	T-ALFA	933	0	62	995
	BI-214	4	16	0	20
	K-40	147	16	34	197
	PB-212	4	16	0	20
	PB-214	4	16	0	20
Dose gamma in aria	T-GAMMA	108	60	24	192
Acque superficiali	CS-137	27	65	47	139
	CS-134	4	20	38	62
	BI-214	0	2	0	2
	PB-212	0	2	0	2
	PB-214	0	2	0	2
	PU(239+240)	3	0	0	3
	PU-238	3	0	0	3
	CO-60	4	0	21	25
	I-131	4	3	34	41
	SR-90	7	0	0	7
	T-BETA	10	0	0	10
	T-ALFA	10	0	0	10
	Acque potabili	CS-137	70	14	28
CS-134		54	0	20	74
H-3		33	30	23	86
SR-90		25	0	0	25
CO-60		54	0	0	54
I-131		54	0	19	73
U-234		16	0	0	16
U-238		16	0	0	16
RA-226		9	0	0	9
RN-222		3	22	0	25
K-40		17	5	0	22
T-ALFA		173	53	0	226
T-BETA		173	53	0	226
Acque d'impianto di depurazione	CS-137	517	99	0	616
	GA-67	0	69	0	69
	IN-111	593	213	0	806
	BE-7	31	72	0	103
	I-131	593	213	0	806
	TC-99M	258	122	0	380
	MO-99+TC-99M	86	0	0	86
Latte	CS-137	520	187	96	803
	CS-134	192	104	64	360

continua

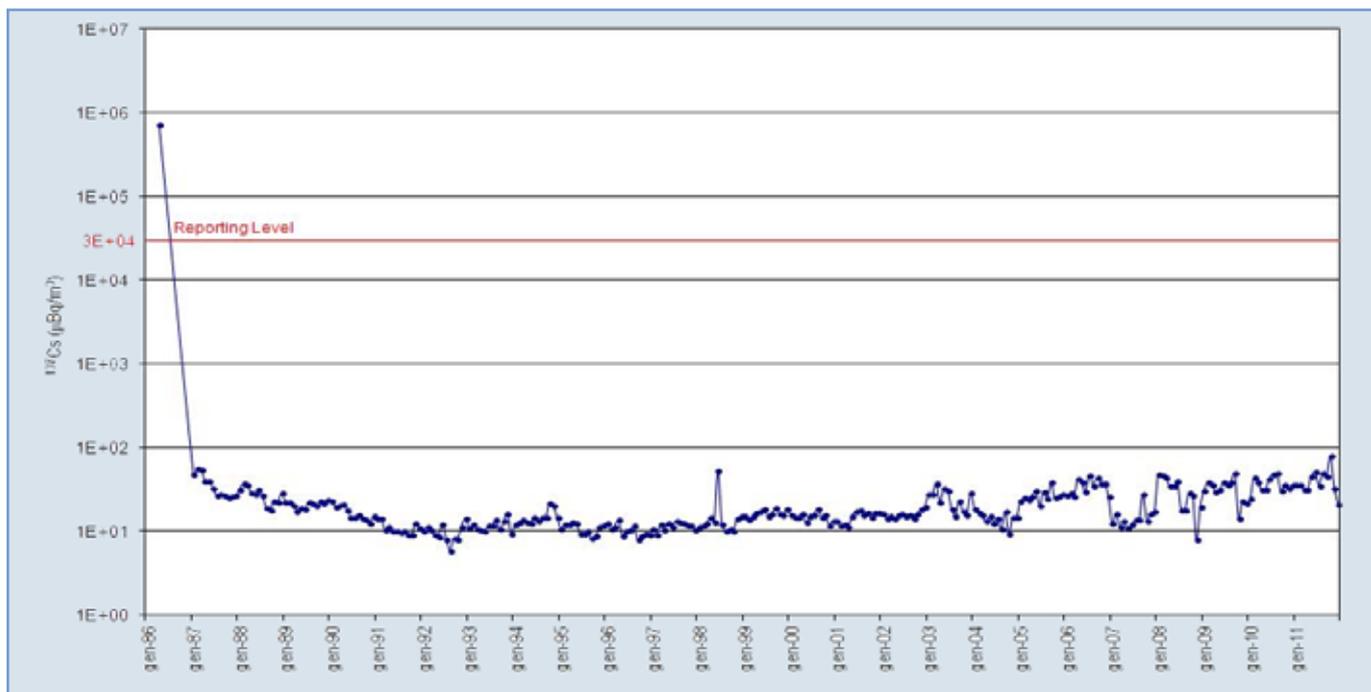
segue

Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Latte	BI-214	0	24	0	24
	PB-214	0	22	0	22
	I-131	114	111	58	283
	K-40	458	155	73	686
	SR-90	47	0	2	49
	BE-7	26	38	44	108
Alimenti	CS-137	772	214	103	1.089
	CS-134	259	190	42	491
	I-131	101	154	34	289
	K-40	91	126	60	277
	BE-7	56	32	30	118
	SR-90	2	0	0	2
	PB-212	0	2	0	2
	PB-214	1	0	0	1
Vegetazione acquatica	CS-137	12	14	4	30
	I-131	7	0	0	7
Deposizione	CS-137	224	117	50	391
	CS-134	118	41	40	199
	I-131	161	66	41	268
	PU-(239+240)	3	0	0	3
	PU-238	3	0	0	3
	SR-90	2	0	0	2
	K-40	29	0	4	33
	BE-7	196	109	46	351
Suolo	CS-137	17	13	18	48
	CS-134	17	0	12	29
	CO-60	13	0	12	25
	I-131	19	0	9	28
	PU-(239+240)	1	0	0	1
	PU-238	1	0	0	1
	BI-214	0	12	0	12
	K-40	1	12	0	13
	PB-212	0	12	0	12
	PB-214	0	12	0	12
Sedimenti	CS-137	81	66	40	187
	CS-134	11	9	32	52
	K-40	0	4	1	5
	SR-90	3	0	0	3
	PU-(239+240)	3	0	0	3
	PU-238	3	0	0	3
	BE-7	8	0	0	8
	CO-60	10	0	31	41
	I-131	60	17	1	78
Pasto completo	CS-137	35	26	1	62
	K-40	4	12	1	17
	SR-90	8	0	0	8
	BI-214	0	12	0	12

segue

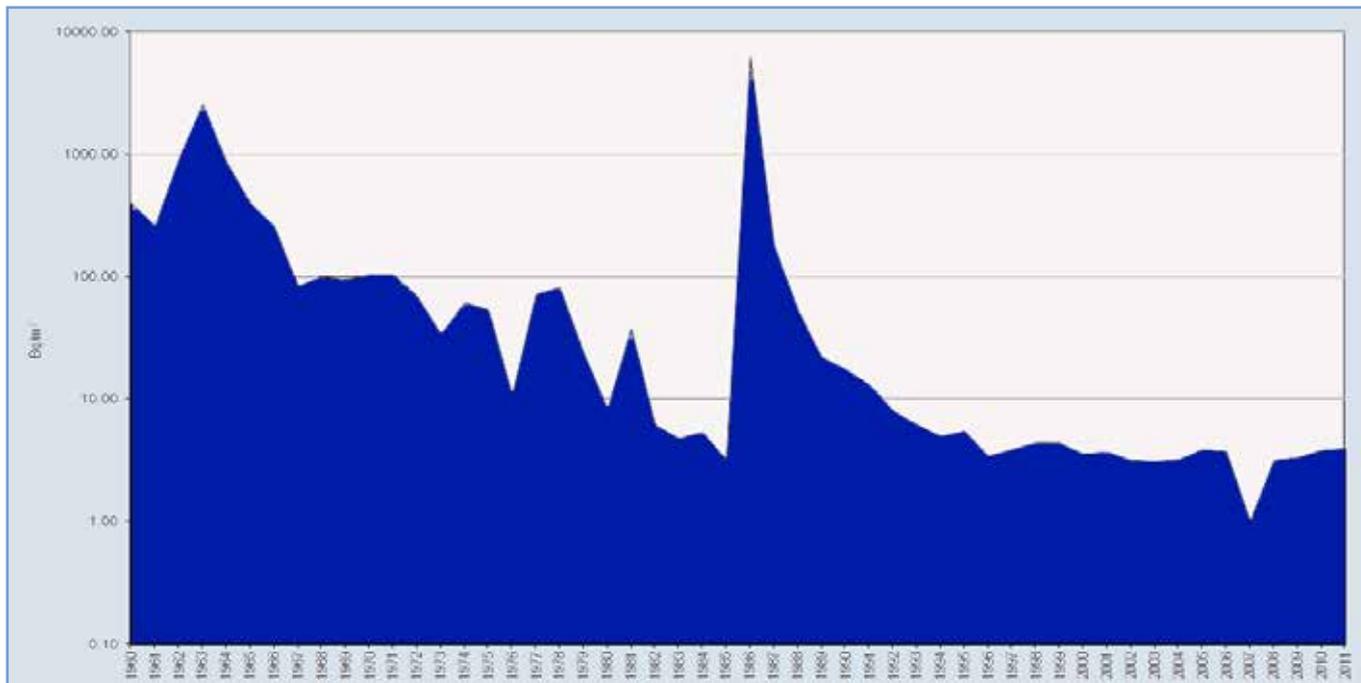
Matrice	Radionuclide	Nord	Centro	Sud	TOTALE
		n.			
Pasto completo	PB-212	0	12	0	12
	PB-214	0	12	0	12
TOTALE		14.229	6.050	2.785	23.064

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA



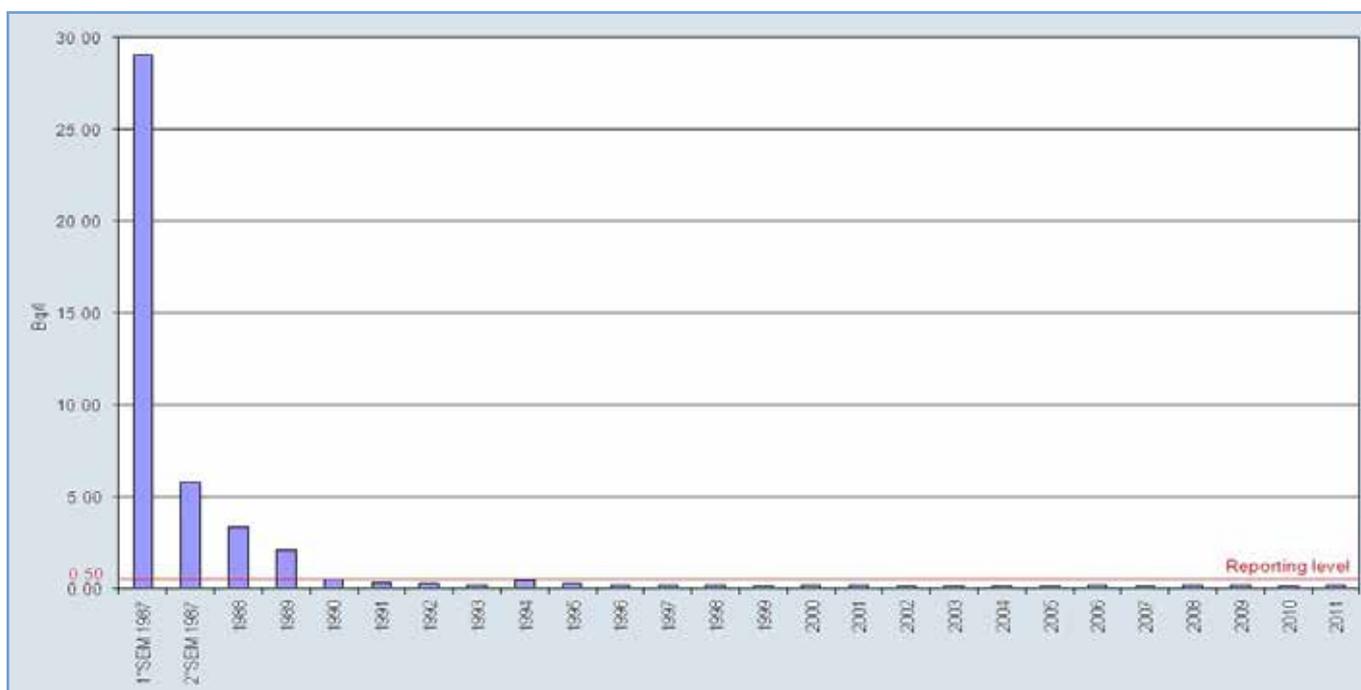
Fonte: Elaborazione ISPRA su dati: ENEA-DISP, Rapporto annuale sulla radioattività ambientale in Italia, Reti Nazionali, 1986-87, 1998, 1990; ANPA, Rapporto annuale sulla radioattività ambientale in Italia, 1991, 1992, 1994-97, 1998; APAT, Reti nazionali di sorveglianza della radioattività ambientale in Italia, 2002; ISPRA

Figura 11.10: Andamento della concentrazione di attività mensile media in Italia del Cs-137



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA raccolti da ISPRA; OECD-ENEA, 1987, *The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries*, Parigi

Figura 11.11: Andamento annuale della deposizione totale di Cs-137 in Italia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati ISPRA/ARPA/APPA

Figura 11.12: Andamento della concentrazione media nazionale di Cs-137 nel latte vaccino



STATO DI ATTUAZIONE DELLE RETI DI SORVEGLIANZA SULLA RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE

DESCRIZIONE

Indicatore di risposta che riepiloga la situazione dell'attività di sorveglianza attuata dalle reti nazionali/regionali/locali. L'organizzazione attuale (in condizioni ordinarie) prevede tre livelli di monitoraggio/controllo ambientale, in ottemperanza a disposizioni normative: le reti locali, attraverso le quali si esercita il controllo dell'ambiente attorno alle centrali nucleari e altri impianti di particolare rilevanza (*source related*); le reti regionali, delegate al monitoraggio e controllo generale dei livelli di radioattività sul territorio regionale (*source related/person related*); le reti nazionali, con il compito di fornire il quadro di riferimento generale della situazione italiana ai fini della valutazione della dose alla popolazione, prescindendo da particolari situazioni locali (*person related*).

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore risponde alla domanda di informazione e ai requisiti di chiarezza, accessibilità e accuratezza. È garantita la comparabilità nel tempo, mentre la comparabilità nello spazio non è sempre garantita per le disomogeneità presente nei dati forniti dalle regioni presenti nelle diverse macroaree. I dati forniti, utili alla valutazione dell'indicatore, suggeriscono la necessità di proseguire nel processo di revisione dell'attività della rete nazionale.

★ ★ ★

OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa che regola l'istituzione delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale è attualmente il D.Lgs. 230/95 "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/466, 84/467, 89/618, 90/641, 92/3, 96/29 in materia di radiazioni ionizzanti", art. 54 "Sorveglianza locale della radioattività ambientale", art. 104 "Controllo sulla radioattività ambientale" e la circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità "Direttive agli Organi Regionali per l'esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale". Sono state emanate, inoltre, leggi e direttive regionali.

STATO e TREND

Lo stato dell'indicatore è sufficientemente descritto relativamente alla rete nazionale, l'obiettivo di fornire un quadro sintetico sullo stato delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale è stato raggiunto alle scadenze prefissate, il *trend* dell'indicatore è pertanto positivo.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La Tabella 11.14 riepiloga lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale (rete nazionale e reti regionali) ottenuta attraverso la consultazione dei soggetti della rete nazionale e sulla base dei dati trasmessi a ISPRA. In alcuni casi la rete di monitoraggio è approvata solo dall'Assessorato alla sanità per la parte riguardante le matrici alimentari e non per quelle ambientali. È da rilevare un *trend* decisamente positivo nell'operatività delle reti regionali, soprattutto nell'area Sud dove le rilevazioni effettuate sono progressivamente aumentate nel numero e migliorate nella qualità. Si sottolinea che l'evento incidentale di Fukushima ha indotto tutti i soggetti della rete nazionale a intensificare i campionamenti e le misure, soprattutto nelle principali matrici di accumulo di radioattività, quali particolato atmosferico, deposizione al suolo e latte, per questo si registra un aumento delle misure effettuate e l'attivazione ex novo di alcuni laboratori nell'analisi di queste matrici. La Tabella 11.15 riporta lo stato di attuazione del monitoraggio della radioattività ambientale a livello delle reti locali. È indicata la presenza o meno della rete del gestore e quella dell'ente locale ARPA/APPA. Si evidenzia che, in ottemperanza alla normativa vigente, i gestori degli impianti provvedono alla sorveglianza locale della radioattività ambientale mentre si rileva la necessità di incrementare le reti di monitoraggio da parte degli enti locali. In questo senso alcune ARPA, in seguito anche a delibere regionali, si stanno attivando per l'organizzazione di piani di monitoraggio locali. In Tabella 11.16 sono presentati i punteggi attribuiti per la valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio a livello nazionale, a partire dal 1997. Per l'attribuzione del punteggio annuale sono state considerate

le seguenti matrici: particolato atmosferico, dose gamma in aria, latte vaccino, acqua superficiale e acqua potabile. Per ciascuna di queste matrici sono stati valutati i seguenti aspetti: frequenza di misura; sensibilità di misura (in riferimento ai *reporting levels* raccomandati dalla Commissione Europea per il Cs-137); densità (in termini di distribuzione territoriale dei controlli nelle macroaree); regolarità del monitoraggio; organizzazione e partecipazione a iniziative di interconfronto su scala nazionale. Il giudizio attribuito è sufficiente, ma il punteggio è aumentato rispetto al 2010; si è registrato un netto miglioramento, in quanto alcuni laboratori si sono attivati per effettuare misure su matrici (quali aria, *fallout* e latte) che precedentemente non analizzavano, tuttavia permane una disomogeneità sull'attuazione dei programmi e sulle misure eseguite dai diversi laboratori, con una non completa copertura del territorio nazionale.

Tabella 11.14: Stato delle reti regionali, esempi di contributi alla rete nazionale (2011)

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

Fonte: ISPRA/ARPA/APPA

Tabella 11.15: Stato delle reti locali

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

Fonte: Elaborazione ISPRA dei rapporti attività dei gestori impianti e ARPA/APPA

Tabella 11.16: Valutazione dello stato di attuazione del monitoraggio per le reti nazionali

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

Fonte: Elaborazione ISPRA/ARPA Emilia Romagna

Legenda:

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