
Radiazioni



Cap 6A - Radiazioni ionizzanti

Autori:

Roberto SOGNI ⁽¹⁾, Laura GAIDOLFI ⁽¹⁾

⁽¹⁾ ARPA PC

Cap 6B - Radiazioni non ionizzanti

Autori:

Silvia VIOLANTI ⁽¹⁾, Francesca BOZZONI ⁽¹⁾, Tomaso TONELLI ⁽¹⁾, Sabrina CHIOVARO ⁽¹⁾, Mauro RICCIOTTI ⁽²⁾

⁽¹⁾ ARPA PC, ⁽²⁾ ARPA RN



Legenda colonna Tema ambientale

Tema ambientale	
Radiazioni ionizzanti	

Quadro sinottico degli indicatori

DPSIR	Tema ambientale	Nome Indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura		Trend	Pag.
				Spaziale	Temporale		
DETERMINANTI		Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)		Regione	2005	☹️	478
		Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi, ovvero che detengono/impiegano sorgenti/apparecchi		Provincia	2009	☹️	480
		Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)		Provincia	2009	☹️	483
PRESSIONI		Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua e produzione di rifiuti solidi		Regione	1978-2009	😊	486
		Quantità di rifiuti radioattivi detenuti		Regione	2009	☹️	491
STATO		Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre		Provincia	1997-2009	☹️	494
		Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari		Regione	1982-2009	😊	497
		Concentrazione di attività di radon indoor		Provincia	1989-1990 1993-1995	☹️	500
IMPATTO		Dose efficace media individuale e collettiva in un anno (radioattività di origine naturale e antropica)		Regione	1986-2009	☹️	503



Introduzione

Le radiazioni ionizzanti sono particelle e/o energia in grado di modificare la struttura della materia con la quale interagiscono, ovvero di ionizzare, direttamente o indirettamente, gli atomi che incontrano sul loro percorso. Nel caso dei tessuti biologici tale interazione può portare a un possibile danneggiamento delle cellule, con effetti (detti “deterministici”) evidenziabili a livello clinico sugli individui esposti o con effetti (detti “stocastici”) che possono interessare in modo casuale gli individui esposti o i loro discendenti.

Le sorgenti di radiazioni ionizzanti possono essere suddivise in due principali categorie:

- sorgenti naturali, cui tutti gli esseri viventi sono da sempre costantemente esposti;
- sorgenti artificiali, diffuse in particolare con lo sviluppo delle nuove tecnologie degli ultimi 70 anni.

Attualmente, in assenza di specifici eventi (esplosioni nucleari o incidenti), la maggior parte dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti, ovvero circa il 70%, è di origine naturale (la cui principale componente, 60%, è dovuta ai prodotti di decadimento del radon).

Nell'attuale quadro normativo di riferimento, costituito dal DLgs 230/95 e s.m.i., assume rilevanza anche l'esposizione per i lavoratori a radiazioni di origine naturale (in particolare radon e attività lavorative con materiali radioattivi di origine naturale).

Per il radon, ovvero uno dei principali inquinanti degli ambienti confinati, è stata condotta una prima indagine su scala nazionale (1989-1997) e sono attualmente in corso indagini regionali finalizzate all'individuazione delle zone del territorio a più elevata probabilità di alta concentrazione, come peraltro previsto dalla normativa.

Per le attività lavorative con uso/stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali (NORM: *Naturally Occurring Radioactive Materials*), quali ad esempio quelle che utilizzano minerali fosfatici, sabbie zirconifere, torio o terre rare, il DLgs 230/95 e s.m.i. assegna compiti e doveri agli esercenti tali attività soggette al campo di applicazione. In Emilia-Romagna, le attività di tipo NORM più consistenti sono relative alla lavorazione delle sabbie zirconifere, il cui impiego è concentrato soprattutto nel “Comprensorio della ceramica” delle province di Modena e Reggio Emilia, nonché all'estrazione di gas e petrolio: uno dei 4 distretti operativi in cui sono suddivisi i circa 7.000 pozzi di ENI è infatti quello di Ravenna.

Le esposizioni dovute a sorgenti artificiali derivano da attività umane, quali ad esempio la produzione di energia nucleare o l'impiego di radioisotopi per uso medico (diagnostica e terapia), industriale e di ricerca; attualmente la diagnostica medica copre praticamente il rimanente 30% dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti.

Il settore energetico nucleare in Italia ha avuto un arresto a seguito del risultato referendario del 1987 e tutte le centrali nucleari italiane, compresa quella di Caorso, sono in fase di dismissione; conseguentemente, il rischio di contaminazione ambientale derivante dall'uso del nucleare è pressoché esclusivamente collegabile a eventuali incidenti. La residua contaminazione radioattiva, dovuta a radionuclidi artificiali, quali ad esempio Cs-137 e Sr-90, attualmente rilevabile dalle Reti nazionali e regionali di monitoraggio, è sostanzialmente derivata dalla sperimentazione in atmosfera di ordigni nucleari, avvenuta attorno agli anni '60, nonché dall'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl del 1986. Uno degli obiettivi delle Reti è infatti la stima dei livelli di radioattività presenti nell'ambiente finalizzati al calcolo della dose efficace media alla popolazione; comunque occorre rammentare che le Reti costituiscono uno strumento di prevenzione atto, altresì, all'individuazione di situazioni anomale o incidentali in corso. A questo scopo Arpa Emilia-Romagna ha avviato l'attivazione (dal 2008) di una Rete Gamma in Emilia-Romagna, costituita attualmente da 6 stazioni di misura della radiazione gamma, distribuite sul territorio regionale e in grado di monitorare in tempo reale i livelli di dose gamma.

Un'attenzione particolare meritano, comunque, tutte le correnti e future attività di “*decommissioning*” degli impianti nucleari italiani: per quanto riguarda la centrale di Caorso, si sono concluse alcune attività specificamente autorizzate con DM 4 agosto 2000, quali ad esempio la decontaminazione del circuito primario e lo smantellamento delle Torri RHR, mentre prosegue il trasferimento in Francia, iniziato a dicembre 2007, del combustibile esaurito per il riprocessamento.

L'impiego di sorgenti radioattive sigillate in ambito medico, industriale e di ricerca necessita l'adozione di misure atte a garantirne l'uso in condizioni di sicurezza e la corretta dismissione; il DLgs 52/07, in attuazione della Direttiva comunitaria 2003/122/EURATOM, è infatti finalizzato a rafforzare il controllo



sulle sorgenti sigillate ad alta attività (sostanze radioattive racchiuse in un involucro inattivo) e sulle sorgenti orfane (abbandonate, smarrite o prive di controllo e che pertanto potrebbero, ad esempio, condurre a fenomeni di contaminazione ambientale qualora immesse casualmente o illegalmente in rottami metallici sottoposti a fusione).

Per le sorgenti non sigillate è invece necessaria una corretta gestione dei rifiuti radioattivi, sia solidi che liquidi (ad esempio gli scarichi ospedalieri controllati, le deiezioni dei pazienti sottoposti a indagine con sostanze radioattive, etc.). Anche in Emilia-Romagna sono ubicati depositi temporanei di rifiuti radioattivi, sia solidi che liquidi, nei quali sono stoccati i rifiuti prodotti dagli impianti nucleari, dalle ditte che effettuano servizio di raccolta dei rifiuti radioattivi.

Tutte le attività nelle quali è previsto l'impiego di materie radioattive o fissili generalmente necessitano di un'attività di trasporto dagli impianti di produzione verso quelli di utilizzazione e da questi ultimi verso quelli di trattamento e/o deposito, per gli eventuali rifiuti radioattivi prodotti; la modalità di trasporto stradale risulta essere quella più utilizzata (83%), seguita dalla modalità aerea (17%).

In Italia vengono trasportati ogni anno centinaia di migliaia di colli contenenti materiali radioattivi, in massima parte destinati a impiego sanitario, alcuni con attività dell'ordine delle decine di kBq, altri, in particolare quelli per le terapie antitumorali, dell'ordine delle centinaia di TBq. Altre sorgenti utilizzate in campo industriale possono variare dalle centinaia di GBq, come nel caso di quelle per le gammagrafie, alle decine di PBq per le sorgenti destinate agli impianti di irraggiamento per sterilizzazione. Inoltre, come sopra riportato, sono in corso spedizioni di elementi del combustibile irraggiato presente negli impianti nucleari in via di disattivazione, trasporti relativi a sorgenti dell'ordine dei PBq e contenitori con masse dell'ordine delle decine di tonnellate; in particolare per Caorso i contenitori (cask) utilizzati presentano un'attività non superiore a 32,9 PBq, con massa lorda in assetto di trasporto pari a circa 80 t.

Alle attività di trasporto di materie radioattive e fissili possono associarsi rischi connessi sia a possibili esposizioni alle radiazioni di lavoratori e membri della popolazione, sia contaminazioni dell'ambiente in seguito a incidenti, nonché, in particolare per le materie fissili, alla possibilità che, durante la fase di trasporto, possano verificarsi diversioni d'uso del materiale verso impieghi non pacifici. Ai fini della minimizzazione del rischio occorre predisporre adeguati Piani di emergenza atti ad affrontare le presumibili conseguenze radiologiche di incidenti, come peraltro previsto nei DPCM 10 febbraio 2006.


Determinanti
SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	Attività lavorative con uso di materiali contenenti radionuclidi naturali (NORM)		DPSIR	D
UNITA' DI MISURA	N. attività lavorative		FONTE	Associazioni di categoria, Gruppo ENEL, AGIP, Assofertilizzanti, Enichem, Federacciai, Assopiastre
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione		COPERTURA TEMPORALE DATI	2005
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni			
METODI DI ELABORAZIONE DATI				

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore descrive la presenza sul territorio regionale di attività lavorative con uso/stoccaggio di materiali, o produzione di residui, che contengono radionuclidi naturali "Naturally Occuring Radioactive Materials" (NORM) in quantità non trascurabili per l'esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti. L'attività di censimento e di stima dell'impatto radiologico sull'ambiente di questi processi produttivi, avviata a livello nazionale dal progetto Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici (CTN_AGF) di APAT, ha riguardato sia alcune tipologie di attività lavorative selezionate fra quelle sottoposte a specifiche disposizioni dell'art. 10 bis del DLgs 230/95, che altre (miniere di uranio e centrali termoelettriche a carbone) per le quali vi sono studi che ne documentano l'impatto radiologico; tale attività è stata sospesa nel 2005.

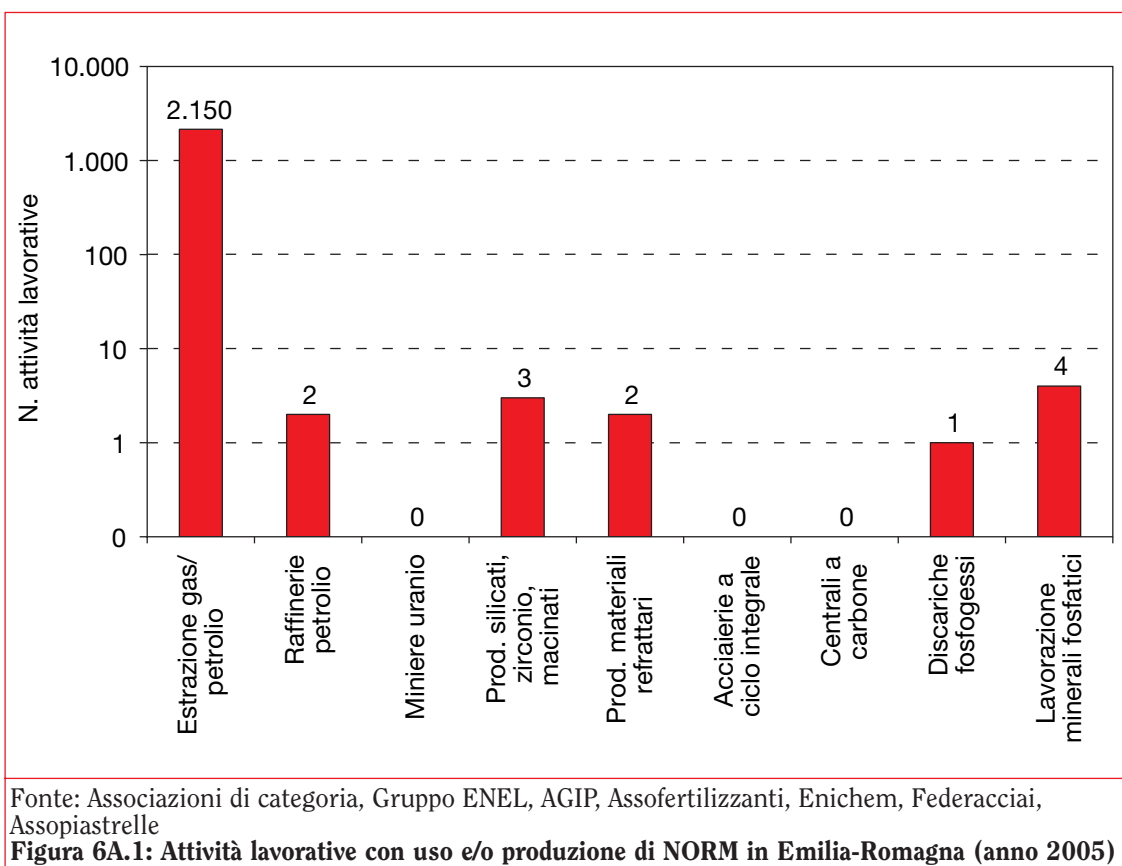
Scopo dell'indicatore

Censire le fonti di pressione ambientale relative alle attività lavorative con NORM presenti sul territorio.

Il DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni comprende, nel campo di applicazione, le attività lavorative che comportano la produzione di residui, l'uso o lo stoccaggio di materiali abitualmente non considerati radioattivi, ma che contengono radionuclidi naturali (NORM) e provocano un aumento significativo dell'esposizione dei lavoratori e di persone del pubblico.



Grafici e tabelle



Commento ai dati

Il censimento condotto a livello nazionale dall'APAT nell'ambito del progetto CTN_AGF non è stato aggiornato dal 2005 e contestualmente Arpa, a oggi, non dispone di una banca dati regionale informatizzata di tali attività. In relazione alla significatività dal punto di vista ambientale di tali lavorazioni, si presume che vadano rivolte attenzioni alle discariche di fosfogessi, alle polveri di fusione e altri residui rinvenibili nella produzione di refrattari e piastrelle di ceramica, alla gestione dei residui nell'attività estrattiva di petrolio e gas naturale.

Per la "lavorazione delle sabbie zirconifere" nella produzione di piastrelle, materiali refrattari, ceramiche, abrasivi e coloranti ceramici, circa il 70% delle sabbie importate annualmente in Italia è usato nell'industria della ceramica. L'industria italiana delle piastrelle di ceramica, facente capo principalmente ad Assopiastrelle, si concentra prevalentemente nel cosiddetto "Comprensorio della ceramica", ubicato nelle province di Modena e Reggio Emilia, con una quota produttiva sul totale di circa l'80% e una consistenza di circa 35 produttori; di questi, a oggi, non è documentato l'uso diretto di sabbie zirconifere.

Ceramicolor è la principale associazione di categoria dei colorifici ceramici e dei produttori di ossidi metallici, con una rappresentatività del 90% del mercato nazionale. Le 20 aziende associate sono prevalentemente ubicate nell'area di Sassuolo – Modena (il cosiddetto "distretto ceramico"). La presenza sul territorio regionale di tali attività lavorative con uso e/o produzione di materiali che contengono radionuclidi naturali (NORM) in quantità non trascurabili evidenzia la necessità di approfondimenti.

L'indagine radiologica su residui di lavorazione eseguita nel 2005 presso alcune aziende produttrici di piastrelle localizzate in Emilia-Romagna ha evidenziato che nel processo di cottura delle piastrelle si determinano elevate concentrazioni di Po-210 nel residuo di calce esausta destinato all'allontanamento, a causa dell'arricchimento dovuto alla volatilizzazione alle alte temperature di cottura, e pertanto la necessità di approfondimenti.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Strutture autorizzate all'impiego di radioisotopi, ovvero che detengono/impiegano sorgenti/apparecchi</i>	DPSIR	<i>D</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. strutture/impianti, percentuale</i>	FONTE	<i>ISPRA</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore documenta il numero e la distribuzione sul territorio regionale di strutture, suddivise per tipologia d'impianto, autorizzate all'utilizzo di sorgenti di radiazioni (materie radioattive e macchine radiogene), limitatamente all'impiego di categoria A (per la cui definizione si rimanda al DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni).

Gli articoli 27 e 28 del decreto prevedono, infatti, l'obbligo di nulla osta preventivo per 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, depositi di rifiuti radioattivi, nonché per l'utilizzazione di apparecchi generatori di radiazioni ionizzanti.

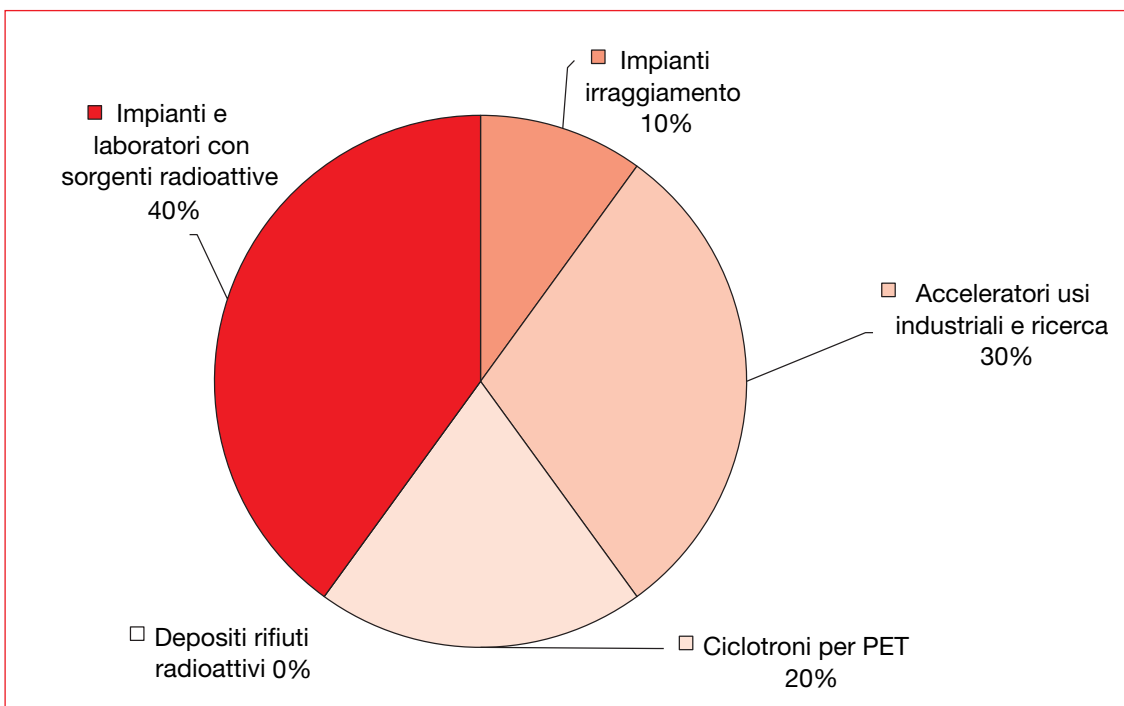
Le soglie e modalità di computo, ai fini della soggezione a nulla osta all'impiego di categoria A, sono fissate nell'Allegato IX del DLgs 230/95 e successive modifiche, che prevede, tra l'altro, un procedimento di conversione dei provvedimenti autorizzativi già rilasciati.

Scopo dell'indicatore

Valutare la presenza sul territorio regionale di insediamenti che impiegano sorgenti/apparecchi causa di potenziale "pressione radiometrica" ambientale.

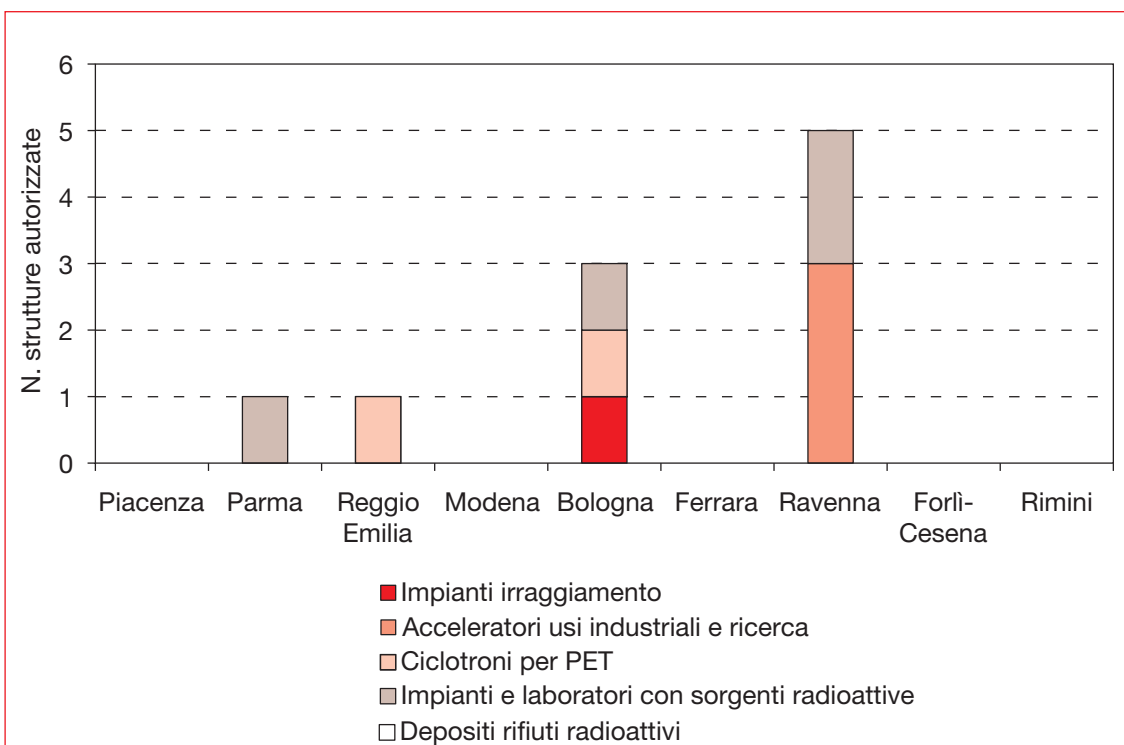


Grafici e tabelle



Fonte: ISPRA

Figura 6A.2: Tipologie di strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive (categoria A) a livello regionale (anno 2009)



Fonte: ISPRA

Figura 6A.3: Strutture autorizzate all'impiego di sorgenti radioattive (categoria A) a livello provinciale (anno 2009)



Commento ai dati

L'incompletezza delle informazioni presentate (i dati si limitano al solo impiego di categoria A) è legata alla revisione e aggiornamento dall'archivio regionale delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, preziosa fonte di informazioni utile a indirizzare l'attività di vigilanza e controllo. La Legge Regionale del 10 febbraio 2006, n. 1 "Norme per la tutela sanitaria della popolazione dai rischi derivanti dall'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti" contempla uno specifico articolo, l'articolo 7, intitolato "Anagrafi delle sorgenti di radiazioni ionizzanti"; viene demandato alla Giunta regionale il compito, da effettuarsi con l'emanazione di un proprio atto, di regolamentare il contenuto delle informazioni da inserire nelle anagrafi e le modalità di gestione, di accesso, di comunicazione e diffusione dei dati in esse raccolti e i soggetti a cui è affidata la gestione a livello regionale e territoriale di tali banche dati. Per effetto della rimodulazione delle soglie per le quali è necessaria l'autorizzazione, in particolare di categoria A, si è verificato un decremento del numero delle installazioni autorizzate a livello centrale. La regione Emilia-Romagna è, unitamente alla Lombardia e al Lazio, fra le regioni con il maggior numero di strutture autorizzate.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Impianti per trattamento dei rottami metallici (raccolta, deposito, fusione)</i>	DPSIR	<i>D</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. impianti, percentuale</i>	FONTI	<i>Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore restituisce una delle informazioni utili per affrontare la problematica connessa all'eventuale/ipotetico ritrovamento di sorgenti radioattive dismesse nel riciclo dei rottami metallici. Le conseguenze dell'introduzione casuale o illecita di sorgenti radioattive nel ciclo produttivo di un impianto di fusione di metalli possono essere sanitarie (lavoratori e popolazione) e ambientali (territorio circostante l'impianto); inoltre è prevedibile un danno per l'economia dell'azienda.

In base a misure radiometriche effettuate dal 1994 al 1996 all'esterno dei contenitori per il trasporto ferroviario, stradale o marittimo di rottame metallico, l'1% circa dei carichi è risultato contaminato da materiale radioattivo.

La raccolta nazionale passa attraverso i depositi dei commercianti, mentre l'importazione avviene tramite agenti e rappresentanti di case estere. Generalmente, infatti, il materiale che costituisce il composto mondo dei rottami viene fatto transitare attraverso un deposito, per essere sottoposto a operazioni di cernita e preparazione indispensabili per conferirgli le caratteristiche qualitative e quantitative richieste dalle industrie fusorie, in relazione al tipo di produzione cui è destinato.

I rottami, di origine nazionale o estera, giungono all'utilizzatore per via ferroviaria, stradale o marittima.

Il DLgs 23/2009, che con l'art. 1 sostituisce l'art. 157 del DLgs 230/95, prevede l'obbligo di sorveglianza radiometrica su rottami o altri materiali metallici di risulta, da parte sia dei soggetti che li lavorano, sia di quelli che compiono attività di raccolta e deposito, estendendolo ai prodotti semilavorati metallici di importazione.

Il DLgs 52/2007 "Attuazione della Direttiva 2003/122/Euratom sul controllo delle sorgenti radioattive sigillate ad alta attività e delle sorgenti orfane" promuove, attraverso il Ministero dell'Interno, l'introduzione di sistemi diretti al ritrovamento di sorgenti orfane presso le dogane, i grandi depositi, gli impianti di riciclaggio, nonché, tramite l'ENEA, "campagne di recupero" con l'obiettivo di prevenire l'esposizione non desiderata dei lavoratori e della popolazione.

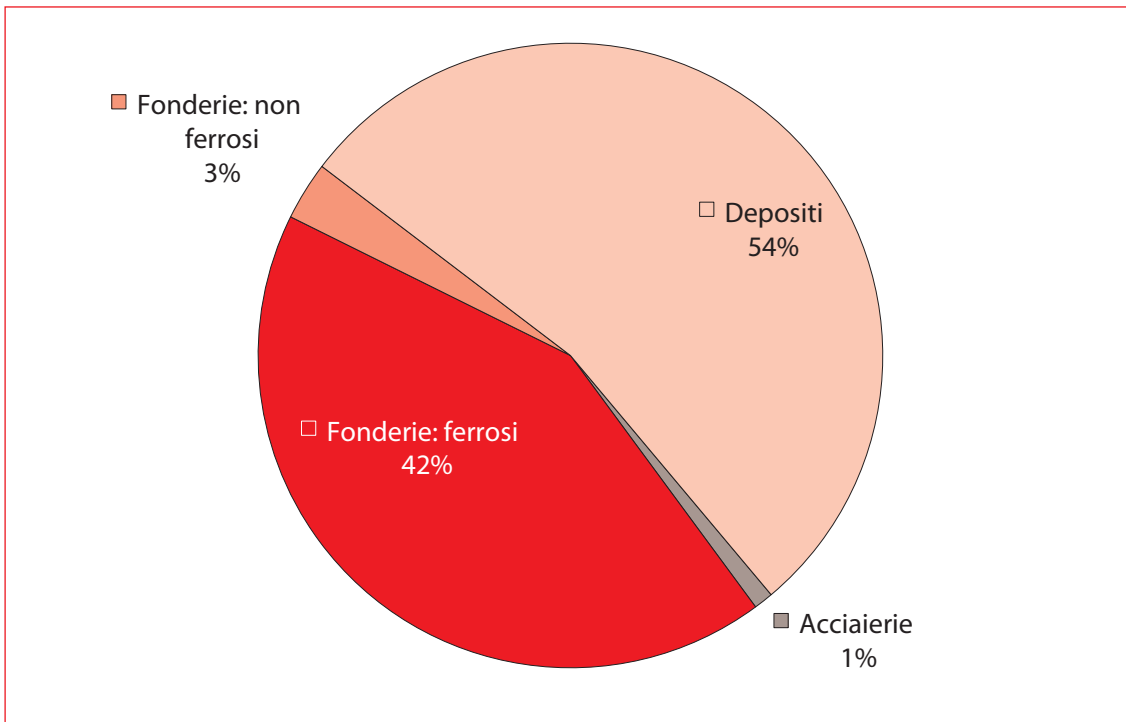
L'attività di controllo radiometrico in Emilia-Romagna sui rottami metallici di importazione, eseguita dalle Sezioni Provinciali di Arpa coordinate dal CTR (Centro Tematico Regionale) Radioattività ambientale di Piacenza, risulta sostanzialmente concentrata presso il porto di Ravenna (importante valico di confine presente in regione).



Scopo dell'indicatore

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

Grafici e tabelle



Fonte: Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet

Figura 6A.4: Impianti per il trattamento di rottami metallici a livello regionale (anno 2009)

Tabella 6A.1: Numero di impianti per il trattamento di rottami metallici (anno 2009)

	Acciaierie	Fonderie		Depositi
		rottami ferrosi	rottami non ferrosi	
Piacenza	0	1	0	2
Parma	0	3	0	7
Reggio Emilia	0	5	1	6
Modena	1	12	1	9
Bologna	0	13	1	11
Forlì-Cesena/Rimini	0	6	0	11
Ravenna	0	0	0	2
Ferrara	0	2	0	5
Emilia-Romagna	1	42	3	53

Fonte: Assofermet, Federacciai, Assofond, Assomet



Commento ai dati

L'attuale disponibilità dei dati forniti dalle diverse Associazioni di categoria conferma, pur essendo la ricognizione preliminare e i dati presentati suscettibili di revisioni, la situazione censita nel 2004.

In Emilia-Romagna è, infatti, presente una sola acciaieria, ubicata in provincia di Modena (a livello nazionale se ne contano circa quaranta), e nelle province di Modena, Bologna e Forlì-Cesena risultano presenti la maggior parte delle fonderie e dei depositi dell'intera regione.


Pressioni
SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua e produzione di rifiuti solidi</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>N. fusti, percento della formula di scarico (% F.d.S.)</i>	FONTE	<i>SOGIN S.p.A.</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1978-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore documenta la quantità di radioattività rilasciata annualmente nell'ambiente da impianti nucleari, confrontandola con i limiti di scarico autorizzati, nonché la produzione di rifiuti solidi radioattivi.

La centrale nucleare di Caorso, costruita negli anni '70 sulla riva destra del fiume Po, ha funzionato con produzione di energia dal 1 dicembre 1981. E' la più recente e la più grande fra le centrali nucleari realizzate in Italia; è ferma e in condizione di "arresto a freddo" dal 25 ottobre 1986, data in cui fu fermata per la quarta ricarica del combustibile. Per effetto del mutamento degli indirizzi di politica energetica seguito al referendum dell'87, l'impianto non è stato più riavviato.

La condizione di "arresto a freddo", con nocciolo scarico, nella quale è mantenuta la centrale, comporta comunque la produzione e la conseguente emissione nell'ambiente di scarichi liquidi e aeriformi derivanti dall'attività di pulizia, lavaggio, ventilazione, etc. In ottemperanza all'art. 9 del DM M.I.C.A. del 4 agosto 2000, SOGIN ha presentato al Ministero delle Attività Produttive nell'anno 2001 il "Piano globale di disattivazione" dell'impianto.

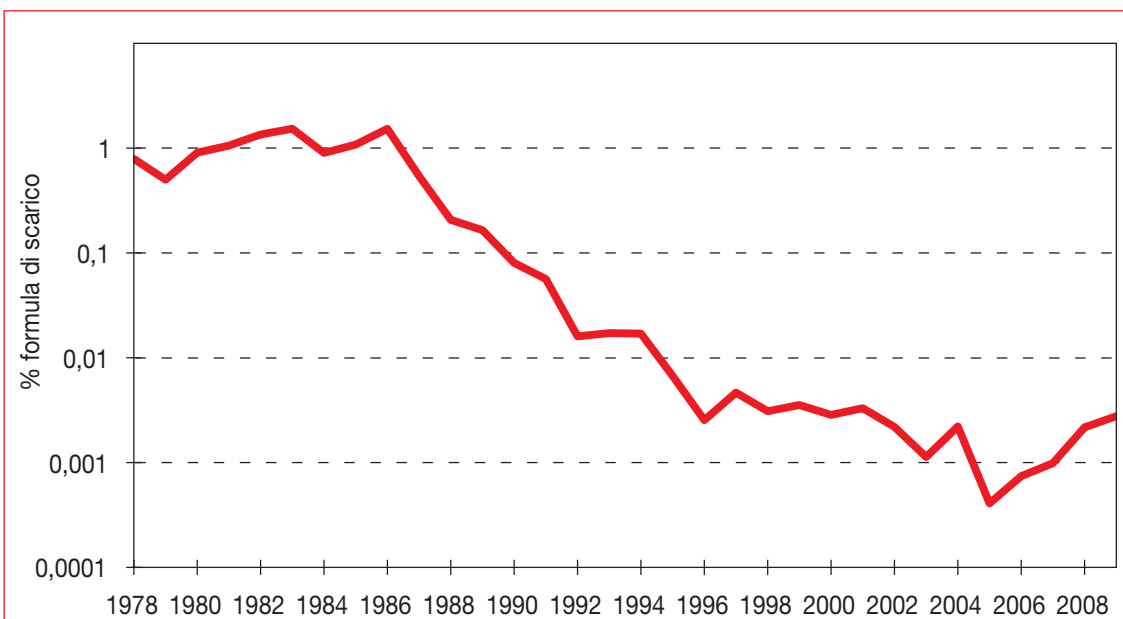
In data 11 agosto 2003 APAT (oggi ISPRA) ha rilasciato il benestare all'esecuzione delle attività di smantellamento della turbina principale e alla decontaminazione chimica del circuito primario. In data 17 settembre 2003 il Ministero dell'Ambiente ha approvato l'esclusione della procedura di VIA delle attività concernenti lo smantellamento dei sistemi ubicati nell'Edificio Turbina-Annex e la decontaminazione chimica del circuito primario. Nel corso degli anni 2004 e 2005 APAT ha approvato Piani operativi relativi alla rimozione e smaltimento dei coibenti Edificio Reattore, ausiliari e Off-Gas, allo smantellamento Edificio Torri RHR, al trasporto, trattamento e condizionamento dei rifiuti a bassa e media attività prodotti durante l'esercizio. In relazione alla dismissione dell'impianto, completata nel 2004 la decontaminazione del circuito primario e conclusi nel 2008 i lavori per la demolizione dell'Edificio Torri RHR, a fine 2009 si sono completati quattordici trasporti (884 elementi di combustibile esaurito) all'impianto di ritrattamento Areva di La Hague (Francia), sono riprese attività di studio inerenti la possibilità di trattamento dei rifiuti radioattivi (resine esauste) in un impianto da installare in sito, nell'edificio turbina si sono concluse attività di messa in servizio di apparecchiature destinate al trattamento e al controllo radiometrico dei materiali, nonché si sono concluse procedure per la demolizione dell'Edificio Off-Gas.

Scopo dell'indicatore

Monitorare l'emissione di radioattività in aria e in acqua, nonché la produzione di rifiuti solidi, nelle normali condizioni di esercizio degli impianti nucleari.

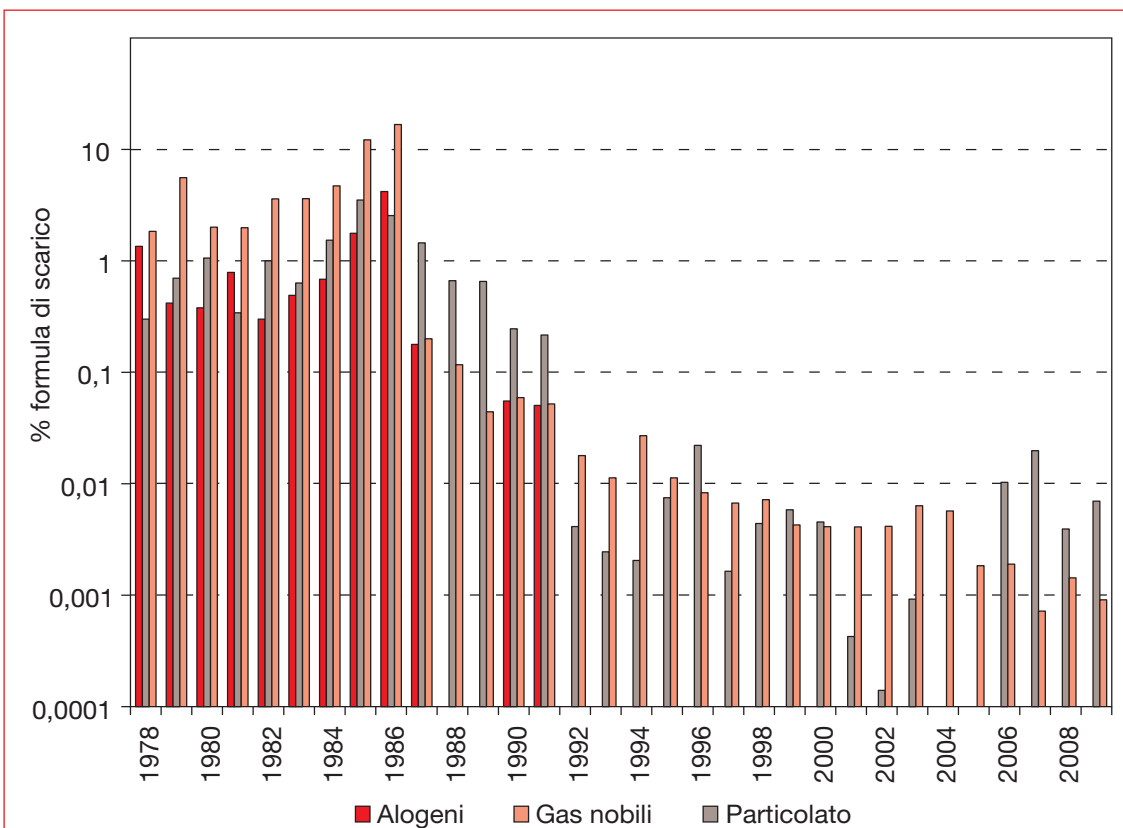


Grafici e tabelle



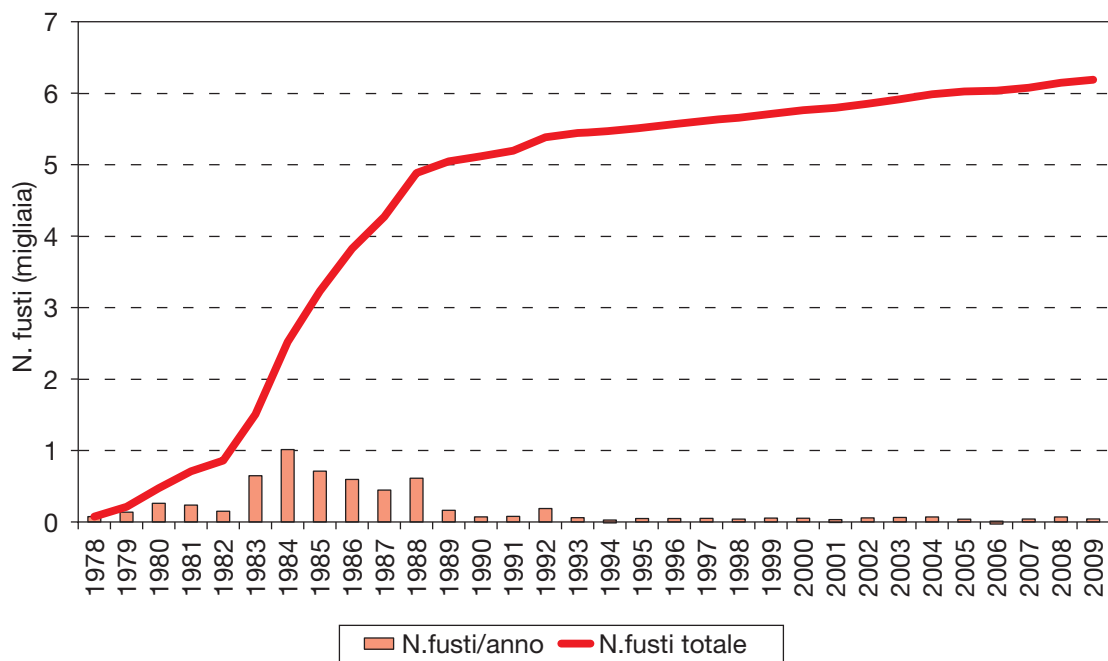
Fonte: SOGIN

Figura 6A.5: Centrale nucleare di Caorso - Andamento degli scarichi liquidi negli anni 1978-2009, espressi come percentuale della formula di scarico



Fonte: SOGIN

Figura 6A.6: Centrale nucleare di Caorso - Andamento degli scarichi aeriformi negli anni 1978-2009, espressi come percentuale della formula di scarico



Fonte: SOGIN

Figura 6A.7: Centrale nucleare di Caorso - Produzione di rifiuti solidi (tecnologici) negli anni 1978-2009, espressa in termini di fusti cumulati e fusti prodotti annualmente



Tabella 6A.2: Centrale nucleare di Caorso - Andamento degli scarichi aeriformi e liquidi; produzione di rifiuti radioattivi negli anni 1978-2009

	Alogeni	Particolato	Gas nobili	Liquidi	Solidi
	% F.d.S.	% F.d.S.	% F.d.S.	% F.d.S.	N. fusti (*)
1978	1,350	0,300	1,840	0,790	1.250
1979	0,418	0,690	5,580	0,500	1.167
1980	0,379	1,060	2,006	0,906	1.283
1981	0,788	0,342	1,984	1,057	1.112
1982	0,300	1,000	3,600	1,350	1.807
1983	0,490	0,633	3,618	1,531	1.867
1984	0,684	1,533	4,710	0,900	2.032
1985	1,768	3,514	12,190	1,081	1.775
1986	4,190	2,550	16,730	1,530	1.653
1987	0,178	1,450	0,200	0,541	1.010
1988	/	0,664	0,117	0,207	1.116
1989	/	0,654	0,044	0,165	491
1990	0,055	0,246	0,059	0,080	200
1991	0,050	0,216	0,052	0,056	210
1992	/	0,004	0,018	0,016	408
1993	/	0,002	0,011	0,017	235
1994	/	0,002	0,027	0,017	46
1995	/	0,007	0,011	0,007	48
1996	/	0,022	0,008	0,003	48
1997	/	0,002	0,007	0,005	50
1998	/	0,004	0,007	0,003	40
1999	/	0,006	0,004	0,004	55
2000	/	0,005	0,004	0,003	52
2001	/	0,000	0,004	0,003	33
2002	/	0,000	0,004	0,002	57
2003	/	0,001	0,006	0,001	63
2004	/	/	0,006	0,002	102
2005	/	/	0,002	0,000	39
2006	/	0,010	0,002	0,001	11
2007	/	0,020	0,001	0,001	41
2008	/	0,004	0,001	0,002	70
2009	/	0,007	0,001	0,003	1190
Totale					18.339

Fonte: SOGIN

LEGENDA: (*) n. fusti a media e bassa attività e rifiuti tecnologici



Commento ai dati

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 (Formula di Scarico) e le modalità di scarico. La centrale nucleare di Caorso, pur in condizione di "arresto a freddo", comporta comunque la produzione di scarichi liquidi e aeriformi: nel 2009 ad es. gli scarichi liquidi ammontano a circa lo 0,003% della Formula di Scarico, mentre gli scarichi aeriformi (particolato e gas nobili) rispettivamente allo 0,007% e allo 0,001%. Tale produzione, pur rimanendo per gli aeriformi e i liquidi dell'ordine di qualche % della formula di scarico negli anni di funzionamento dell'impianto, si è comunque progressivamente ridotta dal 1986, anno da cui la centrale è ferma, di circa 2-3 ordini di grandezza.

Nel corso del 2009 sono stati effettuati sei trasporti di fusti contenenti rifiuti radioattivi solidi a bassa attività e inviati in Francia (centro di trattamento di La Hague) 374 elementi di combustibile. Pertanto al 31 dicembre 2009, l'86% degli elementi di combustibile è stato allontanato dal sito e inviato al riprocessamento.



SCHEDA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Quantità di rifiuti radioattivi detenuti</i>	DPSIR	<i>P</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Giga Becquerel/metro cubo, metro cubo</i>	FONTE	<i>ISPRA</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

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

L'insieme delle attività nucleari condotte, a partire dagli anni sessanta, dagli Enti gestori di impianti del ciclo del combustibile e/o reattori per la produzione di energia elettrica e delle altre attività che impiegano radionuclidi, ha comportato la produzione e l'accumulo di rifiuti liquidi e solidi. Anche se una parte dei rifiuti è stata condizionata, cioè sottoposta a processi di immobilizzazione in forme fisiche idonee per lo smaltimento definitivo, la maggior parte rimane ancora custodita in forma non condizionata presso i siti di produzione. Inoltre, è diffusa la presenza di rifiuti radioattivi provenienti da attività non connesse con la produzione di energia elettrica (biomediche e industriali), che costituiscono una quantità rilevante di materiale da gestire e controllare.

In Italia non esiste ancora un deposito definitivo per i rifiuti radioattivi, struttura ingegneristica con caratteristiche naturali e antropiche adeguate ad assicurare il confinamento della radioattività.

In Emilia-Romagna i siti in cui attualmente sono detenuti rifiuti radioattivi sono la centrale nucleare di Caorso (PC) e il deposito Protex di Forlì.

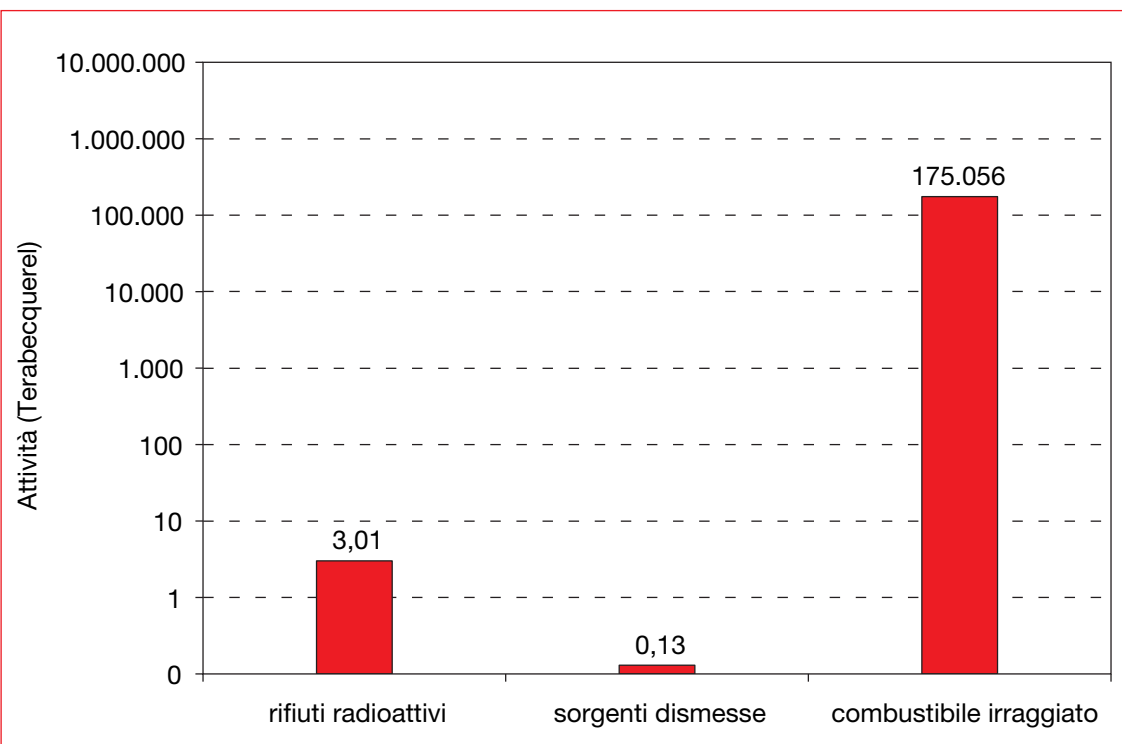
L'attività di allontanamento/raccolta/deposito di rifiuti radioattivi è disciplinata dal DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni, specificatamente al Capo VI.

Scopo dell'indicatore

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

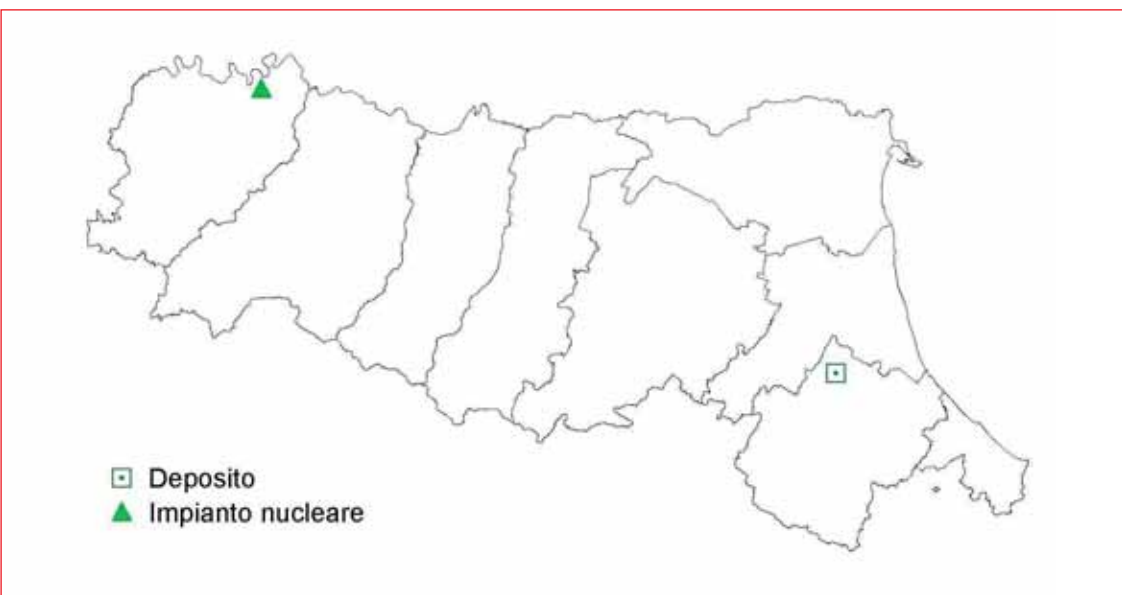


Grafici e tabelle



Fonte: ISPRA

Figura 6A.8: Ripartizione delle attività per tipologia di rifiuto radioattivo detenuto in Emilia-Romagna (anno 2009)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.9: Siti di detenzione dei rifiuti distinti per tipologia presenti in Emilia-Romagna



Tabella 6A.3: Caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato nei siti di detenzione dei rifiuti presenti in Emilia-Romagna (anno 2009)

	Rifiuti radioattivi				Sorgenti dismesse	Combustibile irraggiato
	Condizionati		Non condizionati			
	(GBq)	(m³)	(GBq)	(m³)		
Caorso	62	428	2.872	1.880	0,024	175.056
Protex			77,5	1.837	130	

Fonte: ISPRA

Tabella 6A.4: Caratterizzazione dei rifiuti radioattivi, delle sorgenti dismesse e del combustibile irraggiato in Emilia-Romagna e in Italia (anno 2009)

	Rifiuti radioattivi ⁽¹⁾		Sorgenti dismesse (GBq)	Combustibile irraggiato (TBq)	Totale (TBq)
	(GBq)	(m ³)			
Emilia-Romagna	3.012	4.145	130	175.056	175.059
Totale nazionale	3.225.048	27.847	1.205.324	439.386	443.816

Fonte: ISPRA

LEGENDA: ⁽¹⁾ Condizionati e non

Commento ai dati

L'ammontare complessivo dei rifiuti radioattivi attualmente presenti sul territorio nazionale è pari a circa 28.000 m³, di cui circa il 15% detenuto nella regione Emilia-Romagna.

Per quanto riguarda il combustibile irraggiato, il 40% circa dell'attività complessiva presente a livello nazionale è presso la centrale di Caorso; a fine 2009 l'86% degli elementi di combustibile è stato infatti allontanato dal sito. Sempre in termini di attività è importante rilevare come il 99% del totale è attribuibile al combustibile irraggiato.

Relativamente alle sorgenti dismesse, la ditta Protex procede al loro ritiro dai vari utilizzatori e generalmente in una-due soluzioni annue le conferisce al deposito dell'ENEA Casaccia (Roma); ciò può originare una variabilità del dato rilevato nel tempo.

Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti rappresenta ancora un problema da risolvere in Italia. Attualmente stoccati in diversi depositi "provvisori", andranno trasferiti in un sito unico nazionale ancora da individuare e progettare.



Stato

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Nanogray/ora</i>	FONTI	<i>ISPRA, Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1997-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie pesate, min./max., medie annuali e deviazioni standard</i>		

Descrizione dell'indicatore

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

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.

I dati dei contributi di origine cosmica e di origine terrestre *outdoor* sono stati elaborati dai risultati di un'indagine nazionale effettuata tra gli anni 1970-1971 su un reticolo di oltre 1.000 punti di misura. I dati della dose gamma di origine terrestre indoor sono stati ottenuti nell'ambito dell'indagine nazionale sul radon nelle abitazioni, su campioni di abitazioni rappresentativi a livello regionale. La dose gamma totale annuale dipende dai tempi di permanenza *indoor* e *outdoor*, che sono stimati rispettivamente pari al 79% e al 21%.

La misura del rateo di dose assorbita in aria viene fornita rispettivamente attraverso le 50 stazioni di monitoraggio afferenti alla rete italiana GAMMA di ISPRA, di cui tre ubicate in Emilia-Romagna, a Parma, Ferrara e Marina di Ravenna. Dal 2008 Arpa Emilia-Romagna dispone di una propria rete, con stazioni posizionate a Piacenza (già attiva dal 1997), Reggio Emilia, Carpi (MO), Bologna, Forlì e Rimini.

Scopo dell'indicatore

Documentare l'entità e la distribuzione della dose efficace per esposizione a radiazioni gamma di origine cosmica e terrestre, al fine di valutare l'impatto sulla popolazione. In situazioni incidentali consente comunque di documentare un eventuale incremento dell'esposizione della popolazione rispetto al fondo ambientale medio.



Grafici e tabelle

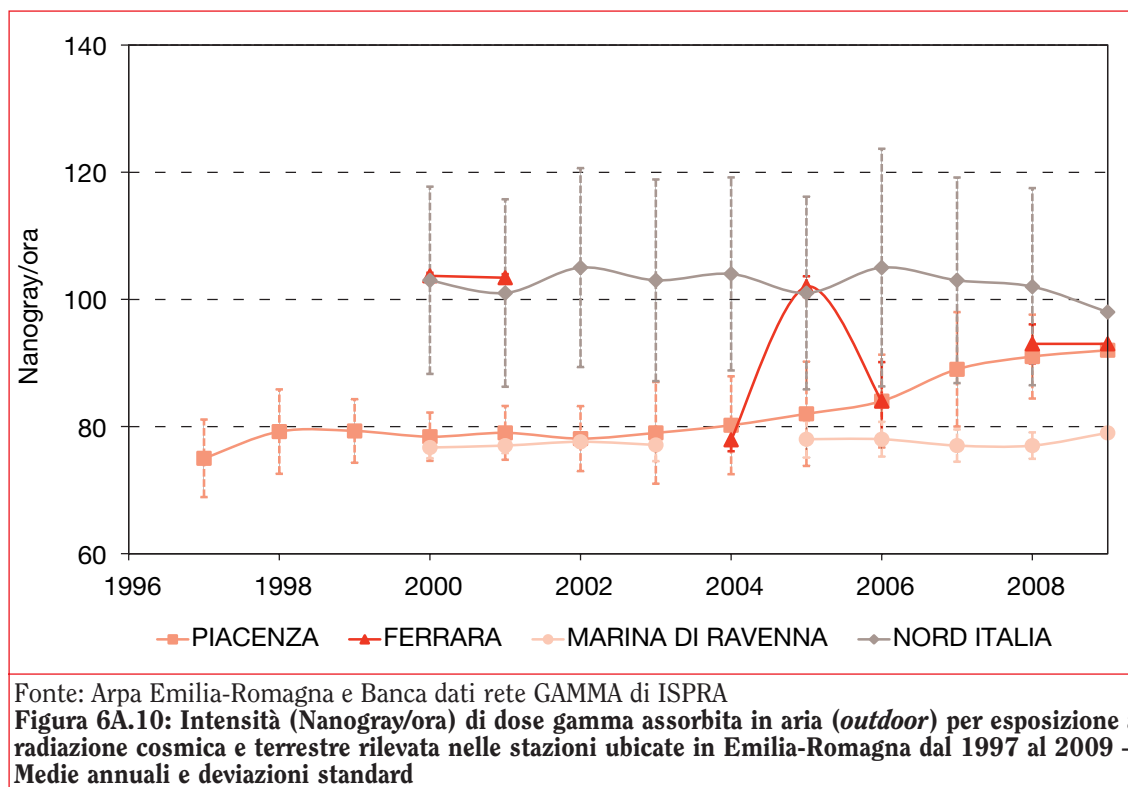


Tabella 6A.5: Intensità di dose gamma assorbita in aria per esposizione a radiazione cosmica e terrestre nelle province dell'Emilia-Romagna

	Origine cosmica Nanogray/ora	Origine terrestre	
		Outdoor Nanogray/ora	Indoor Nanogray/ora
Piacenza	38	55	57
Parma	37	53	41
Reggio Emilia	39	50	44
Modena	39	48	49
Bologna	37	55	51
Ferrara	40	54	63
Ravenna	39	54	46
Forlì	38	58	45
Rimini	38	58	36
Emilia-Romagna	38	54	50

Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati 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

Esposizione gamma *indoor*: dati del Centro Regionale di riferimento per la Radioattività ambientale (CRR) di Piacenza relativi all'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni



Tabella 6A.6: Intensità (Nanogray/ora) di dose gamma assorbita in aria outdoor (cosmica e terrestre) - Stazioni rete GAMMA ISPRA e Arpa Emilia-Romagna (anno 2009)

Stazioni	Media (Nanogray/ora)	S.D. (%)	Min. (Nanogray/ora)	Max. (Nanogray/ora)
Piacenza	92	8	70	170
Parma	77	2	73	93
Reggio Emilia	82	7	67	235
Carpi (MO)	101	7	67	151
Bologna	100	8	80	187
Forlì	92	11	80	193
Rimini	80	7	66	199
Ferrara	93	4	86	123
Marina di Ravenna	79	3	74	103
NORD ITALIA	98	16	55	164

Fonte: Banca dati rete GAMMA di ISPRA e Arpa Emilia-Romagna

Commento ai dati

Dall'analisi dei dati (tabella 6A.5) si evidenzia la sostanziale uniformità del contributo della radiazione cosmica e terrestre, anche se a livello nazionale si evidenzia che il contributo della radiazione terrestre è fortemente dipendente dalla geologia del sito (ISPRA, Annuario dei dati ambientali, Edizione 2008). Il dato per la sua caratteristica rimane stabile nel tempo, a meno di incidenti o esplosioni nucleari che rilascino radionuclidi g-emettitori in atmosfera. La rete GAMMA è una rete in tempo reale, dalla quale si possono ricavare aggiornamenti annuali; nonostante non sia stata progettata per la valutazione della dose alla popolazione, in quanto le centraline non sono state disposte (non era necessario che lo fossero) per questo scopo, consente comunque di ottenere dati confrontabili con quelli dell'indagine svolta nel 1970-71.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari</i>	DPSIR	<i>S</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Bequerel/metro quadrato, Bequerel/litro</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1982-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/95 e successive modifiche e integrazioni Regolamento CEE 737/90 e successive proroghe Raccomandazione Europea 2000/473/ Euratom Circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie mensili, Medie annuali</i>		

Descrizione dell'indicatore

La sorveglianza della radioattività ambientale in Italia è strutturata, in ottemperanza all'art. 104 del DLgs 230/95 e s.m.i., sulle Reti nazionali e regionali, delegate al monitoraggio della radioattività nell'ambiente, negli alimenti e bevande per consumo umano e animale e per la stima dell'esposizione della popolazione. La gestione delle Reti uniche regionali è effettuata dalle singole Regioni, secondo Direttive impartite dal Ministero della Sanità e dal Ministero dell'Ambiente.

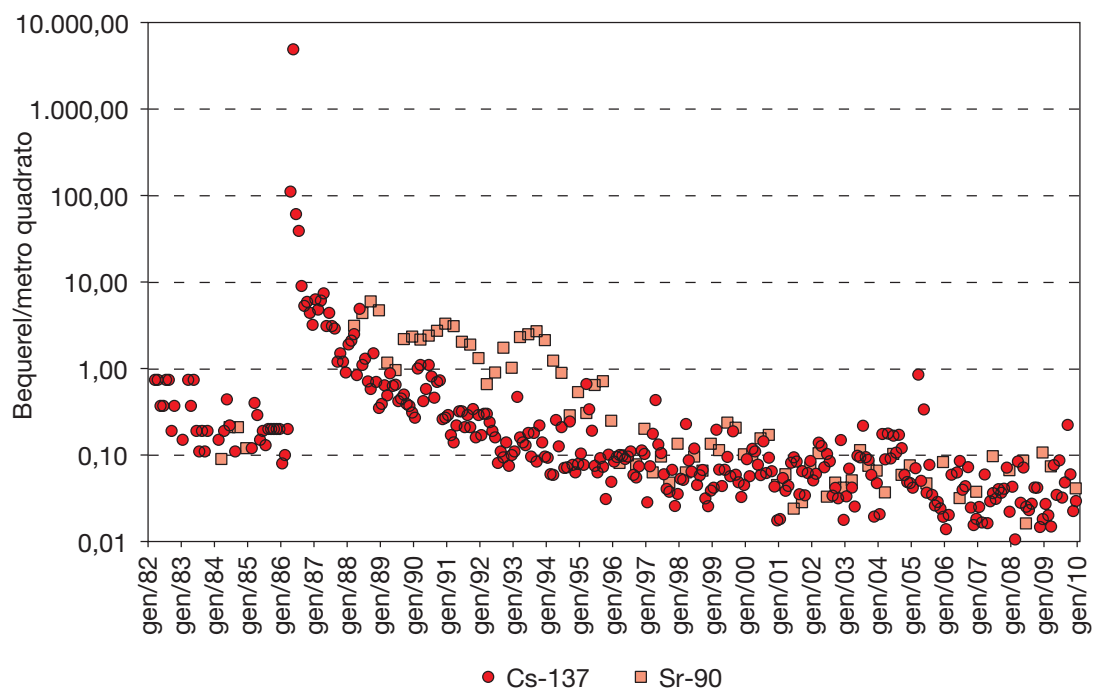
La Regione Emilia-Romagna, al fine di verificare lo stato della contaminazione ambientale e alimentare dell'intero territorio e di evidenziare eventuali incidenti o rilasci incontrollati, ha predisposto fin dal 1982 un sistema di controllo della radioattività a livello regionale basato su campionamenti di diverse matrici (particolato atmosferico, deposizione al suolo, acque superficiali e potabili, alimenti, etc.), sancito poi dalla Legge Regionale 1/2006 (art. 8). I radionuclidi artificiali presenti nell'ambiente sono in gran parte attribuibili alle deposizioni al suolo conseguenti alle esplosioni di ordigni nucleari in atmosfera effettuate negli anni '60 e alle ricadute derivanti dall'evento incidentale di Chernobyl. Il Cs-137 e lo Sr-90, radionuclidi con tempi di dimezzamento radioattivo di circa 30 anni, costituiscono i principali indicatori delle ricadute al suolo per il nostro territorio. Le analisi per determinare il contenuto di radioattività nelle diverse matrici ambientali e alimentari sono effettuate dalla Sezione di Piacenza di Arpa Emilia-Romagna, CTR Radioattività ambientale.

Scopo dell'indicatore

Valutare la concentrazione di attività di radionuclidi artificiali in matrici ambientali e alimentari per monitorare la contaminazione ambientale dei radionuclidi derivanti sia da sorgenti diffuse di radioattività, quali ad esempio i test nucleari e le situazioni incidentali rilevanti (es. incidente di Chernobyl) che comportano il trasporto "trasfrontaliero" di contaminazione (Reti nazionali, regionali), sia da sorgenti localizzate come gli impianti nucleari e altre strutture in cui si detengono/utilizzano radioisotopi (Reti locali, regionali).

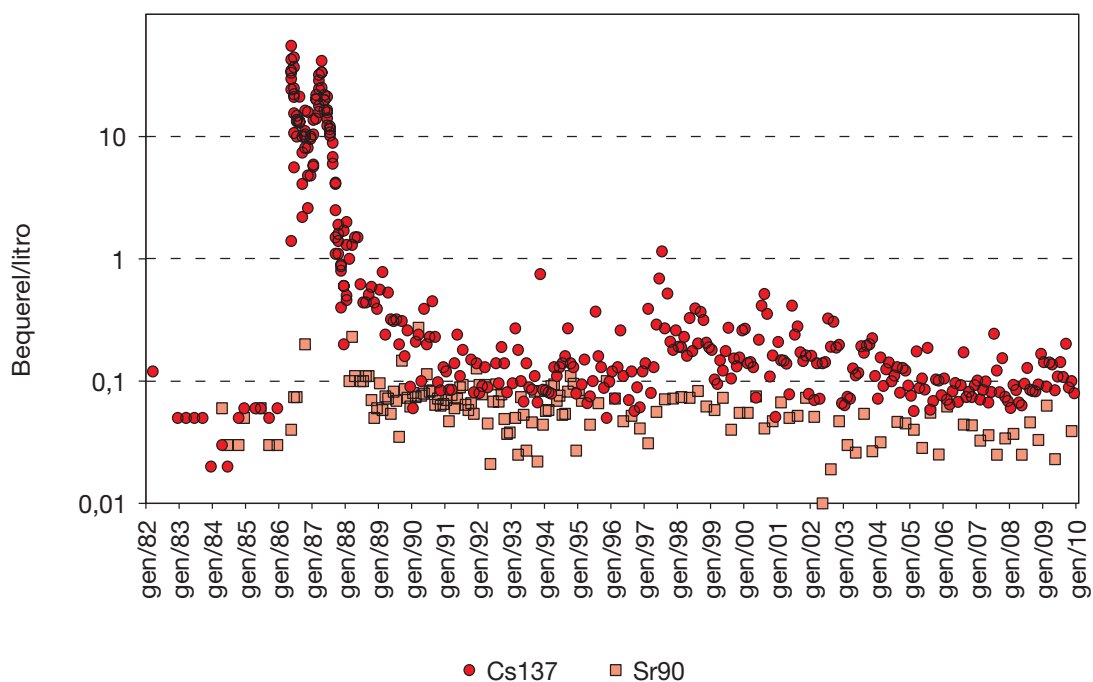


Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.11: Concentrazioni di Cs-137 e Sr-90 registrate nelle deposizioni al suolo a Piacenza dal 1982 al 2009



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.12: Concentrazioni di Cs-137 e Sr-90 registrate nel latte al consumo dal 1982 al 2009



Tabella 6A.7: Concentrazione di attività di Cs-137 e Sr-90 nelle deposizioni al suolo a Piacenza - Media mensile/semestrale e deviazione standard nel 2009

Mese	Cs-137 Bequerel/metro quadrato	Sr-90 Bequerel/metro quadrato
Gennaio	< 2,72E-02	< 7,40E-02 (*)
Febbraio	2,01E-02 ± 1,07E-02	
Marzo	< 1,49E-02	
Aprile	7,65E-02 ± 1,49E-02	
Maggio	3,46E-02 ± 1,46E-02	
Giugno	8,68E-02 ± 1,96E-02	
Luglio	3,22E-02 ± 1,08E-02	
Agosto	4,82E-02 ± 1,61E-02	
Settembre	2,23E-01 ± 3,51E-02	
Ottobre	5,98E-02 ± 1,18E-02	
Novembre	< 2,25E-02	4,12E-02 ± 1,60E-02 (**)
Dicembre	< 2,94E-02	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

LEGENDA: (*) La misura si riferisce al solo periodo gennaio-marzo 2009

(**) La misura si riferisce al periodo giugno-dicembre 2009

Tabella 6A.8: Concentrazione di attività di Cs-137 e Sr-90 nel latte al consumo - Media mensile e deviazione standard nel 2009

Mese	Cs-137 Bequerel/litro	Sr-90 Bequerel/litro
Gennaio	< 1,43E-01	6,3E-02 ± 1,1E-02
Febbraio	< 8,99E-02	
Marzo	1,42E-01 ± 5,51E-02	
Aprile	< 1,37E-01	2,3E-02 ± 0,6E-02
Maggio	< 8,42E-02	
Giugno	< 1,09E-01	
Luglio	1,43E-01 ± 5,31E-02	
Agosto	1,08E-01 ± 5,69E-02	3,9E-02 ± 1,9E-02
Settembre	2,02E-01 ± 8,53E-02	
Ottobre	< 8,87E-02	
Novembre	< 1,01E-01	
Dicembre	< 7,96E-02	

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento ai dati

L'analisi della radiocontaminazione delle matrici controllate nell'intera regione Emilia-Romagna evidenzia, quali radionuclidi rilevabili, il Cs-137 e lo Sr-90, presenti in tracce in alcuni indicatori ambientali e alimenti. I valori di contaminazione misurati sono comunque sempre ben al di sotto dei limiti fissati dalla CEE per la commercializzazione dei prodotti (600 Bq/kg per la somma di Cs-134 e Cs-137). Per l'anno 2009 i livelli di contaminazione da Cesio e Stronzio nelle matrici sottoposte ad analisi risultano presentare valori che tendono a quelli rilevati prima dell'evento Chernobyl dell'aprile 1986.



SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Concentrazione di attività di radon indoor</i>	DPSIR	S
UNITA' DI MISURA	<i>Bequerel/metro cubo</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Provincia</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1989-1990 1993-1995</i>
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/1995 e successive modifiche e integrazioni Raccomandazione europea 90/143/Euratom del 21/02/1990</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<i>Medie annuali, percentili, min./max., medie geometriche</i>		

Descrizione dell'indicatore

L'indicatore, che fornisce la stima della concentrazione media di radon (Rn-222) in aria nelle abitazioni, rappresenta un parametro di base per la valutazione del rischio/impatto sulla popolazione dovuto alla radioattività naturale. Il quadro normativo nazionale vigente non prende in considerazione la problematica connessa all'esposizione al radon nelle abitazioni; al riguardo un riferimento è rappresentato dalla raccomandazione della Comunità europea 90/143/Euratom, che indica il valore oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti (400 Bq/m³) e l'obiettivo di qualità per le nuove edificazioni (200 Bq/m³). In riferimento alla normativa nazionale tale indicatore è comunque un parametro importante per la pianificazione delle risposte da adottare in relazione all'esposizione negli ambienti di lavoro, nonché utile anche ai fini dell'individuazione delle aree a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon (prevista da parte di ogni Regione/Provincia autonoma entro il 31 agosto 2005). In attesa dei criteri con cui definire tali aree e delle indicazioni sulle metodologie per la loro individuazione, in Emilia-Romagna, come in altre regioni italiane, sono stati avviati studi per l'individuazione di zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon.

I dati attualmente disponibili (e ancora validi per le caratteristiche del fenomeno) sono ricavati da due indagini: l'indagine nazionale radon indoor promossa dall'APAT (oggi ISPRA) e dall'ISS partita, in Emilia-Romagna, negli anni 1989-1990 su un campione rappresentativo di 371 abitazioni distribuite in 15 comuni della regione e l'indagine regionale nelle scuole materne e asili nido, promossa in collaborazione con l'Assessorato Sanità regionale e realizzata negli anni 1993-1995 in 604 strutture scolastiche ubicate in 239 comuni della regione.

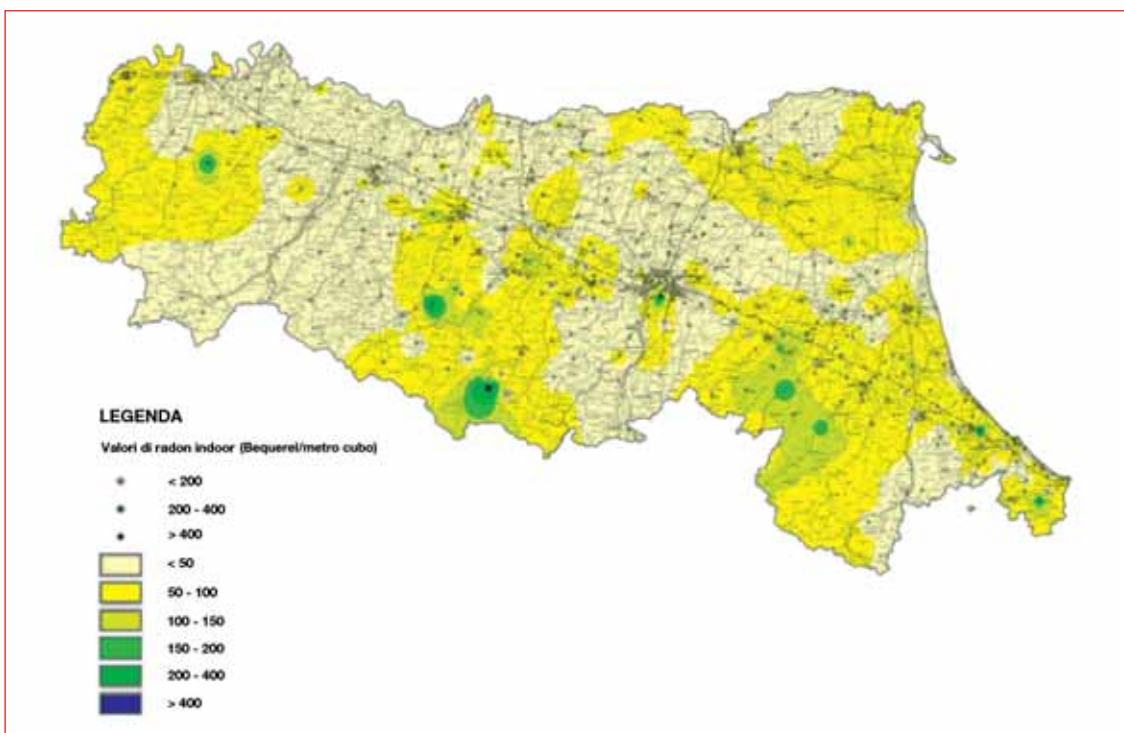
Scopo dell'indicatore

Monitorare la presenza di radon indoor, una delle principali fonti di esposizione alla radioattività per la popolazione (a livello nazionale circa il 44% della dose individuale è stimato derivare dall'esposizione al radon indoor).

Il radon rappresenta uno dei maggiori fattori di rischio per il tumore polmonare nei soggetti non fumatori (appartiene infatti al "gruppo 1" di sostanze per cui è stata provata la cancerogenicità per l'uomo - WHO OMS - International Agency for Research on Cancer).



Grafici e tabelle



Fonte: DICMA-Università di Bologna

Figura 6A.13: Rappresentazione cartografica dei punti di misura del radon indoor relativi alle indagini condotte nelle abitazioni e nelle scuole (semestre “invernale”, piani terra) e curve di isolivello delle concentrazioni (Bequerel/metro cubo) ottenute da elaborazioni geostatistiche

Tabella 6A.9: Riepilogo provinciale dei risultati delle indagini regionali radon nelle abitazioni e negli edifici scolastici della regione Emilia-Romagna

	Rn-222 Abitazioni	Abitazioni	Abitazioni	Rn-222 Scuole	Scuole	Scuole
	Media aritmetica ± STD err	>200 Bequerel metro cubo	>400 Bequerel metro cubo	Media aritmetica ± STD err	>200 Bequerel metro cubo	>400 Bequerel metro cubo
	Bequerel metro cubo	%	%	Bequerel metro cubo	%	%
Piacenza	52 ± 25	0	0	40 ± 27	0	0
Parma	34 ± 11	0	0	27 ± 16	0	0
Reggio Emilia	38 ± 26	0	0	46 ± 39	1,4	0
Modena	31 ± 18	0	0	46 ± 45	0	1,1
Bologna	46 ± 39	1,4	0	32 ± 21	0	0
Ferrara	34 ± 12	0	0	49 ± 25	0	0
Ravenna	41 ± 15	0	0	47 ± 30	0	0
Forlì	49 ± 34	2	0	61 ± 40	2	0
Rimini	30 ± 37	0	0	45 ± 31	0	0
Emilia-Romagna	43 ± 29	0,8	0	43 ± 33	0,3	0,2

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Commento ai dati

La campagna nazionale radon nelle abitazioni, condotta anche nella regione Emilia-Romagna, ha evidenziato una concentrazione (43 Bq/m^3) medio-bassa rispetto alla media nazionale (70 Bq/m^3), con valori inferiori a 400 Bq/m^3 (livello di riferimento indicato dall'UE nel 1990 per le costruzioni esistenti). Tali valori sono sostanzialmente confermati dalla successiva indagine promossa nelle scuole materne e asili nido della regione Emilia-Romagna; in tale indagine una sola struttura ha evidenziato una concentrazione di radon superiore a 400 Bq/m^3 e le concentrazioni più elevate sono state rilevate nelle province di Modena, Reggio Emilia e Forlì-Cesena.

In Emilia-Romagna, al fine di progettare azioni atte all'individuazione delle zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di radon (mappature radon), a partire dal 2001 un gruppo di lavoro interdisciplinare coordinato dall'Assessorato Sanità ha proceduto a una "lettura integrata" dei dati disponibili attraverso elaborazioni geostatistiche sulle misure di radon indoor, nonché su altre matrici oggetto di indagini, ovvero acque di pozzo, rocce, attività degasanti. L'attività svolta ha evidenziato la necessità di possibili approfondimenti a livello regionale e, pertanto, la Regione ha affidato ad Arpa (dicembre 2008) tali approfondimenti.

Nel Veneto, Provincia autonoma di Bolzano, Friuli-Venezia Giulia e Valle d'Aosta è già disponibile una mappatura regionale.



Impatto

SCHEMA INDICATORE

NOME DELL'INDICATORE	<i>Dose efficace media individuale e collettiva in un anno (radioattività di origine naturale e antropica)</i>	DPSIR	<i>I</i>
UNITA' DI MISURA	<i>Millisievert/anno, man-Sievert/anno</i>	FONTE	<i>Arpa Emilia-Romagna, ISPRA</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1986-2009</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Quinquennale (a meno di incidenti gravi che comportino incrementi di esposizione non trascurabili e ulteriori specifiche quantificazioni dei diversi contributi alla dose)</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI	<i>DLgs 230/1995 e successive modifiche e integrazioni DLgs 187/00 (art. 12)</i>		
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Descrizione dell'indicatore

La dose efficace media individuale in un anno (denominata anche dose efficace) rappresenta una stima dell'esposizione alla radioattività di ciascun membro della popolazione o dell'intera popolazione presa in esame, dovuta ai diversi contributi di origine naturale e antropica. Essa è anche una grandezza con cui si valuta il rischio, per gli individui e per la popolazione, di effetti avversi.

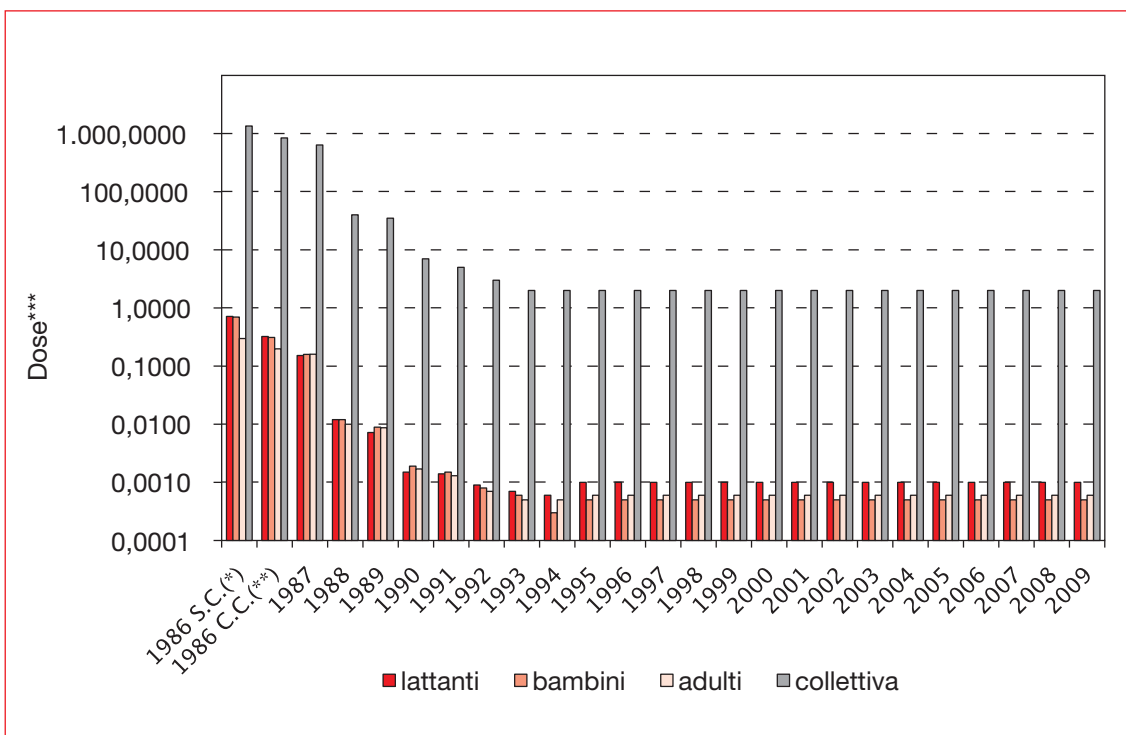
La normativa italiana di riferimento, ovvero il DLgs 230/95 e s.m.i., fissa un limite di dose efficace per le persone del pubblico pari a 1 mSv/anno per le attività che comportano l'uso di materiali radioattivi, livelli di azione pari a 0,3 mSv/anno per gruppi di popolazione esposti a seguito di attività lavorative con materiali normalmente considerati non radioattivi, ma che contengono radionuclidi di origine naturale in quantità non trascurabile (NORM), e pari a 3 mSv/anno per lavoratori esposti al radon in luoghi di lavoro sotterranei. L'art. 12 del DLgs 187/00 richiede che le Regioni provvedano a valutare le esposizioni a scopo medico, con riguardo alla popolazione regionale e a gruppi di riferimento della stessa, e che tale valutazione sia effettuata periodicamente e inviata al Ministero della Salute.

Scopo dell'indicatore

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



Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 6A.14: Riepilogo delle stime di dose efficace da ingestione individuale (Millisievert) e collettiva (man-Sievert) nella regione Emilia-Romagna dal 1986 al 2009

LEGENDA: (*) Consumi senza contromisure; (**) Con applicazione delle contromisure;
(***) Individuale \Rightarrow Millisievert; Collettiva \Rightarrow man-Sievert

Tabella 6A.10: Stima dei contributi alla dose efficace media individuale in un anno (Millisievert/anno) per la popolazione italiana

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

Fonte: Elaborazione APAT da "Annuario dei dati ambientali – Estratto Edizione 2005-2006", APAT 2006



Commento ai dati

La figura 6A.14 evidenzia l'andamento negli anni 1986-2009 delle stime di dose efficace per ingestione di alimenti che hanno presentato valori di contaminazione da radionuclidi artificiali superiori ai limiti di rilevabilità (nel 2009 latte e derivati, carne, pesce, alcuni prodotti ortofrutticoli e prodotti prima infanzia), nell'ambito dell'attività della Rete regionale di monitoraggio della radioattività ambientale. Si nota il raggiungimento di una situazione di stazionarietà a 6-7 anni dall'incidente di Chernobyl, con valori inferiori a 0,001 mSv per le tre classi di età di suddivisione della popolazione (lattanti, bambini e adulti), ovvero inferiori di tre ordini di grandezza rispetto al limite stabilito dalla normativa nazionale per le persone del pubblico.

La dose collettiva da ingestione stimata per la popolazione emiliano-romagnola risulta, per il periodo maggio 1986-dicembre 2009, pari a 2.110 Sv persona.

Il Servizio di Sanità pubblica della Regione Emilia-Romagna ha eseguito una valutazione delle esposizioni per scopi medico-diagnostici (Grafia, TC, Medicina Nucleare) a radiazioni ionizzanti con riguardo alla popolazione regionale, basata su dati relativi all'anno 2006: la stima della dose efficace individuale assorbita è pari a circa 1,1 mSv/anno. La dose efficace collettiva alla popolazione regionale è stimata pari a circa 4.500 Sv persona.

Il principale contributo alla dose annuale alla popolazione emiliano-romagnola è sicuramente costituito dalla radioattività naturale, in riferimento al radon. L'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni, condotta in Emilia-Romagna negli anni 1989-1990, ha consentito di stimare la dose efficace annua individuale da esposizione al radon e suoi prodotti di decadimento e alla radiazione gamma e cosmica, pari rispettivamente a 2,3 e 0,4 mSv/anno.

Va comunque sottolineato che la ricognizione relativa all'indicatore è parziale, in quanto non sono stimati tutti i contributi alla dose efficace per la popolazione emiliano-romagnola (ad esempio la stima per inalazione e irraggiamento da radionuclidi artificiali).

La tabella 6A.10 riporta le stime dei principali contributi, sia di origine naturale che artificiale, alla dose efficace media individuale in un anno, per la popolazione italiana; tali stime possono essere estrapolate (in quanto a ordine di grandezza), relativamente alle componenti non quantificate, alla popolazione emiliano-romagnola.



Commenti tematici

Per la protezione dell'esposizione al radon nei luoghi di lavoro, il DLgs 230/95 e s.m.i. prevede obblighi sia per gli esercenti che per le Regioni, affidando nello specifico a queste ultime il compito di individuare le zone a maggiore probabilità di alte concentrazioni di attività di radon. In attesa della definizione dei criteri con cui definire le zone e delle indicazioni sulle metodologie per la loro individuazione, la Regione Emilia-Romagna, nonostante le indagini condotte a livello regionale evidenzino concentrazioni di radon indoor medio-basse rispetto alla media nazionale, ha avviato dal 2001 studi e indagini mirate a ottenere una "mappatura radon".

A oggi, per le attività lavorative con uso/stoccaggio di materiali, o produzione di residui, contenenti radionuclidi naturali (NORM), non è pervenuta alcuna relazione, da parte di esercenti, che attesti il superamento dei livelli di azione fissati dalla normativa per i lavoratori e/o la popolazione.

La presenza di radioattività artificiale nell'ambiente in Emilia-Romagna, pur essendo ormai a livelli molto bassi, è tuttavia ancora riscontrabile in varie matrici. Dal punto di vista radioprotezionistico le attuali concentrazioni dei radionuclidi artificiali conducono, comunque, a stime di dosi alla popolazione molto inferiori al limite stabilito dalla normativa italiana pari a 1 mSv/anno.

Il processo di disattivazione della Centrale nucleare di Caorso e la gestione in sicurezza dei rifiuti radioattivi prodotti, ovvero lo smantellamento di tutte le parti nucleari e la restituzione del sito, esente da vincoli radiologici, programmato entro i prossimi dieci anni (2019), è costantemente monitorato dagli Enti/Istituzioni coinvolte anche a livello regionale (Regione, Provincia, Comuni, Arpa); è stato infatti istituito un "Tavolo della trasparenza" per monitorare le attività svolte da SOGIN, nonché sottoscritti specifici Protocolli d'Intesa rispettivamente tra la Provincia di Piacenza, il Comune di Caorso e Arpa Emilia-Romagna (2008) e tra APAT (oggi ISPRA) e Arpa Emilia-Romagna (2005). Arpa ha messo a punto un piano di monitoraggio straordinario al fine di valutare l'impatto radiologico che le operazioni di trasferimento del combustibile nucleare irraggiato (previste negli anni 2007-2010) producono sull'ambiente e sulla popolazione e svolge altresì il ruolo di garante sul rispetto delle normative di trasporto (Ente terzo), eseguendo controlli indipendenti sui vagoni ferroviari e i contenitori utilizzati per i trasporti in Francia del combustibile nucleare.

Attualmente i rifiuti radioattivi prodotti durante l'esercizio e la disattivazione sono stoccati "provvisoriamente" in centrale; entro il 2025 rientreranno, inoltre, in Italia in contenitori speciali i rifiuti vetrificati derivanti dal riprocessamento degli elementi di combustibile nucleare irraggiato.

Lo smaltimento dei rifiuti radioattivi prodotti rappresenta a oggi un problema da risolvere a livello nazionale (le direttive comunitarie prevedono infatti che lo smaltimento dei rifiuti radioattivi sia da risolvere nell'ambito di ciascun singolo Paese): occorre procedere all'identificazione, qualificazione e messa in opera del Sito nazionale per lo smaltimento dei rifiuti radioattivi di 2a Categoria e per il deposito temporaneo centralizzato del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi di 3a Categoria (rifiuti ad alta attività e a lunghissima vita). La disponibilità di un tale sito è, infatti, condizione indispensabile per garantire una effettiva e corretta gestione dello smantellamento delle centrali nucleari dismesse e per il corretto smaltimento dei rifiuti provenienti dalle altre applicazioni pacifiche della tecnologia nucleare (applicazioni industriali e mediche).

Stante l'attuale situazione, è prevedibile, nei prossimi anni, una crescita delle quantità di rifiuti radioattivi presenti negli attuali siti "temporanei" di detenzione, con l'avvio delle attività di smantellamento delle installazioni nucleari italiane; l'iter di individuazione e della successiva costruzione del Sito nazionale, anche nella più ottimistica delle ipotesi, necessiterà infatti ancora diversi anni.



Sintesi finale

- 😊 Il monitoraggio sistematico della radioattività ambientale (Rete regionale e locale) consente di affermare che in Emilia-Romagna i livelli di radiocontaminazione dovuti alla radioattività artificiale non sono attualmente significativi: per l'anno 2009 i valori di contaminazione misurati sono ben al di sotto dei limiti fissati dalla CEE per la commercializzazione dei prodotti (600 Bq/kg per la somma di Cs-134 e Cs-137) e la stima delle dosi assorbite per ingestione di alimenti (ordine di frazioni di μSv) permane del tutto trascurabile (il limite di dose fissato dalla normativa nazionale per la popolazione è infatti pari a 1 mSv/anno).
- 😐 La presenza sul territorio regionale di attività lavorative con uso e/o produzione di materiali che contengono radionuclidi naturali (NORM) in quantità non trascurabili evidenzia la necessità di creare una banca dati delle fonti di pressione e di acquisire ulteriori conoscenze sull'impatto nell'ambiente dovuto a questi processi produttivi, possibilmente attraverso un percorso che veda coinvolto l'intero sistema Agenziale. Attualmente in regione non è consistente la produzione di rifiuti radioattivi, anche se è prevedibile una crescita significativa con l'avvio delle attività di dismissione della centrale nucleare di Caorso.
- 😞 Il processo di revisione e aggiornamento dell'archivio regionale delle sorgenti di radiazioni ionizzanti, non ancora concluso, non consente a oggi di disporre di un quadro "informatizzato" completo delle strutture autorizzate (categoria A e B) esistenti in regione. La mancanza del sito nazionale per lo smaltimento dei rifiuti radioattivi obbliga alla detenzione degli stessi presso i siti di produzione/raccolta, ovvero principalmente presso la centrale nucleare di Caorso e il deposito Protex.

Messaggio chiave

- 😐 La situazione della tematica ambientale radiazioni ionizzanti, per quanto riguarda la radioattività artificiale, è sostanzialmente stazionaria con lenta tendenza al miglioramento, anche se l'avvio di attività funzionali al processo di disattivazione della centrale nucleare di Caorso ha imposto nuove attività, quali l'integrazione della Rete locale funzionale alle operazioni di trasferimento del combustibile in Francia e l'esecuzione di controlli sui materiali rilasciabili. I problemi indotti dalla radioattività naturale (radon e NORM) necessitano di approfondimento sia per la conoscenza delle fonti di pressione NORM esistenti territorialmente, sia per la loro valutazione di impatto ambientale, nonché per l'individuazione di eventuali aree ad alto rischio radon.

Bibliografia

1. Angelini P. et al., 2006, "Radon indoor, in rocks and in ground water: data integration for mapping in Emilia-Romagna". IAMG conference, Liege, Belgium
2. ANPA, 1991, 1992, 1993, 1994-97, 1998, 2002, "Rapporto annuale delle Reti Nazionali di Sorveglianza della Radioattività Ambientale in Italia". Roma
3. APAT, 2000, "Raccolta preliminare di dati sulle fonti di pressione ambientale relative ai NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials)". CTN_AGF T-RAP-00-05
4. APAT, 2004, "Attività lavorative con materiali ad elevato contenuto di radioattività naturale (NORM: Naturally Occurring Radioactive Materials)". RTI CTN_AGF 3/2004
5. APAT, 2004, "Linee guida per le misure di radon in ambienti residenziali". RTI CTN_AGF 4/2004
6. Arpa sezione di Piacenza, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999-2000, 2001-2002, "Rete di controllo della radioattività ambientale in Emilia-Romagna". Piacenza
7. Arpa sezione di Piacenza, 2003, 2004-2005, 2006, 2007, 2008, "Radioattività ambientale in Emilia-Romagna". Piacenza
8. Arpa sezione di Piacenza, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999-2000, 2001-2002, "Rete di sorveglianza della radiocontaminazione ambientale attorno al sito nucleare di Caorso". Piacenza
9. Assopiastrelle, 2003/2004, "CerAnnuario". Ed.Cer. S.p.A.



10. Bochicchio F. et al., 1999, "Results of the national survey on radon indoors in the all the 21 italian regions". Proceedings of "Radon in the Living Environment" Workshop. 997-1006.
11. Bruzzi L. et al., 2001, "Misure di radioattività naturale e di radon in un impianto di produzione di fertilizzanti complessi". Convegno Nazionale "Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale"
12. Cardinale A. et al., 1971, "Studies on the Natural Background in Italy". Health Physics. 20, 285-296.
13. Cardinale A. et al., 1972, "Absorbed Dose Distribution in the Italian Population Due to the Natural Background Radiation". The Natural Radiation Environment II, J.A.S. Adams, W.M. Lowder and T.F. Gesell eds., US Energy Research and Development Administration report CONF-720805-P2. 421-440.
14. Circolare n. 2/87 del Ministero della Sanità, "Direttive agli Organi Regionali per l'esecuzione di controlli sulla radioattività ambientale"
15. Collacino et al., 1987, "La radioattività dell'aria in Italia a seguito dell'incidente di Chernobyl. Gli studi sulla radioattività ambientale e sull'impatto sanitario anche sulla base dell'incidente di Chernobyl". ENEA
16. D.lgs. 230/95, "Attuazione delle Direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti"
17. D.lgs. 241/00, "Attuazione della Direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti"
18. ENEA-DISP, 1986-87, 1988, 1989, 1990, "Rapporto annuale sulla Radioattività Ambientale in Italia, Reti Nazionali". Roma
19. ENEA, 1999, "Dossier 1999 – La radioprotezione in Italia – La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente". Rapporto ISBN 88-8286-074-4
20. Gaidolfi L. et al., 2002, "The environmental radioactivity monitoring in the Emilia-Romagna region: the evolution in twenty years long activity and future developments". European IRPA Congress. Firenze
21. Gritti F., 2004, "Identificazione delle zone a rischio Radon in falda mediante analisi multivariata delle informazioni dirette e indirette". Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio. DICMA - Univ. Bologna
22. ISPRA, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, "Annuario dei dati ambientali". Roma
23. Legge Regionale del 10 febbraio 2006, n. 1, "Norme per la tutela sanitaria della popolazione dai rischi derivanti dall'impiego di sorgenti di radiazioni ionizzanti"
24. National Research Council, 1999, "Risk assessment of radon in drinking water". National Academy Press. Washington D.C.
25. OECD-NEA, 1987, "The radiological impact of the Chernobyl accident in OECD countries". Paris
26. PMP Piacenza, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, "Rete di controllo della radioattività ambientale in Emilia-Romagna". Piacenza
27. Regione Emilia-Romagna, 1991, "Radioattività naturale nelle abitazioni – Risultati dell'indagine sull'esposizione in Emilia-Romagna". Collana Dossier 7
28. Regione Emilia-Romagna, 2007, "Il radon ambientale in Emilia-Romagna". Collana Contributi 51
http://www.saluter.it/wcm/saluter/publicazioni/tutte_le_publicazioni/contributi/contributi/allegati/51_radon.pdf.
29. Regione Veneto, ARPAV, 2000, "Indagine regionale per l'individuazione delle aree ad alto potenziale di radon nel territorio veneto".
30. Ricciardi O., 2003, "Contributo della Geostatistica alla caratterizzazione spaziale della presenza di Radon sul territorio della Regione Emilia-Romagna". Tesi di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio. DICMA - Univ. Bologna
31. Sogni R. et al., 1999, "Mapping of radon and geologic characterization of the Emilia-Romagna Region – Italy". 5th International Conference on RARE GAS GEOCHEMISTRY, Debrecen. 211-219
32. Trotti F. et al., 2002, "Towards the identification of work activities involving NORM in Italy". Seventh International Symposium NATURAL RADIATION ENVIRONMENT (NRE-VII), Rhodes
33. Trotti F. et al., 2001, "Individuazione delle aree soggette a rischio radon". Convegno nazionale Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale
34. UNSCEAR - United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000, "Sources and effects of ionizing radiation". Vol. I: Sources. New York: United Nations. E.00.IX.3
35. Verdi L. et al., 2003, "Confronto tra due diversi metodi di mappatura del radon in Alto Adige". Convegno nazionale Problemi e tecniche di misura degli agenti fisici in campo ambientale
36. Zampieri C. et al., 2004, "A study concernine NORM in refractories industries". NORM IV Conference, Szczyrk
37. Sogni R. et al., 2009, "Il trasporto del combustibile nucleare irraggiato dalla Centrale di Caorso al centro di riprocessamento di La Hague. Ruolo di Arpa Emilia-Romagna e aspetti di radioprotezione". Convegno nazionale Controllo ambientale degli Agenti Fisici: nuove prospettive e problematiche emergenti