

Radiazioni ionizzanti

Luca Albertone, Donatella Bianchi, Enrico Chiaberto, Maria Clivia Losana, Mauro Magnoni, Laura Porzio
Arpa Piemonte

Ogni attività antropica che utilizza radiazioni ionizzanti - per scopi medici, industriali, di ricerca, di produzione di energia - può produrre un impatto radiologico sull'ambiente. In particolare l'utilizzo di materie radioattive può comportare sia il rilascio autorizzato e controllato di effluenti radioattivi, liquidi e aeriformi, che la produzione di rifiuti radioattivi, solidi e liquidi che sono poi stoccati in appositi depositi temporanei. Il potenziale impatto prodotto dallo scarico degli effluenti radioattivi viene valutato attraverso le reti di monitoraggio della radioattività ambientale, alle quali si possono sovrapporre controlli mirati per quanto riguarda lo stoccaggio temporaneo di rifiuti.

Anche sul territorio del Piemonte sono ubicati depositi temporanei di rifiuti radioattivi, sia solidi che liquidi, nei quali sono stoccati i rifiuti prodotti nel corso del loro periodo di funzionamento dagli impianti del ciclo del combustibile nucleare, dalle ditte che effettuano servizio di raccolta e condizionamento dei rifiuti radioattivi.

La prospettiva per la gestione dei rifiuti contenuti nei depositi temporanei è costituita dal loro invio, previo condizionamento, al *Deposito Nazionale* quando questo sarà disponibile. Allo stato

attuale la Commissione istituita ex art. 2 Legge 368/03 sta provvedendo all'individuazione del sito, sentita la Conferenza unificata ex art. 8 DLgs 281/97. Tuttavia - poiché è facile prevedere che l'iter di individuazione e della successiva costruzione del *Deposito Nazionale*, anche nella più ottimistica delle ipotesi, necessiti ancora diversi anni - ci si deve aspettare la permanenza sul territorio di questi depositi temporanei ancora per parecchio tempo; da qui la necessità, da parte degli enti di controllo e di Arpa Piemonte in particolare, di attrezzarsi per continuare a mantenere alto il livello di attenzione tramite accurati programmi di monitoraggio ambientale.

Comunque, il monitoraggio della radioattività ambientale è un'attività che, anche indipendentemente dalla presenza sul territorio di particolari fattori di pressione, deve essere assicurata dallo Stato italiano, in forza di precisi obblighi di legge (art. 104 del DLgs 230/95) derivanti anche da trattati internazionali (Trattato Euratom). E' quindi in forza di tale motivo che Arpa gestisce reti globali di monitoraggio della radioattività ambientale, che hanno lo scopo di valutare la presenza di inquinamento radioattivo, da qualunque parte esso provenga.

Indicatore / Indice	DPSIR	Fonte dei dati	Unità di misura	Copertura geografica	Anno di riferimento	Disponibilità dei dati
Reti regionale e nazionale di monitoraggio e radon						
Concentrazione di Cesio 137 nelle matrici alimentari	S	Arpa Piemonte	Bq/kg	Puntuale	2008	+++
Concentrazione di Cesio 137 nelle matrici ambientali	S	Arpa Piemonte	Bq/kg	Puntuale	2008	+++
Concentrazione di radon indoor	S	Arpa Piemonte	Bq/m ³	Regione	2008	++
Dose efficace	I	Arpa Piemonte	mSv/anno	Regione	2008	+++
Detentori di sorgenti di radiazioni ionizzanti	P	Arpa Piemonte	numero	Regione	2008	++
Reti locali di monitoraggio dei siti nucleari						
Impianti nucleari	D	Ispra	numero	Puntuale	2008	+++
Impianti nucleari: attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua	P	Ispra, Sogin, Deposito Avogadro	Bq	Puntuale	2008	+++
Quantità di rifiuti radioattivi e combustibile irraggiato detenuti	P	Ispra, Sogin, Deposito Avogadro	Bq	Puntuale	2008	+++
Concentrazione di attività di radionuclidi in matrici ambientali e alimentari	S	Arpa Piemonte	Bq/kg, Bq/l Bq/m ² , Bq/m ³	Puntuale	2008	+++
Dose efficace media agli individui dei gruppi critici in un anno	I	Arpa Piemonte	μSv/anno	Locale	2008	+++
Attuazione delle reti locali di sorveglianza della radioattività ambientale	R	Arpa Piemonte	numero campioni	Regione	2008	+++

Le reti nazionale e regionale di monitoraggio

Maria Clivia Losana, Mauro Magnoni
Arpa Piemonte

Struttura e funzione delle reti

Le reti di monitoraggio della radioattività ambientale gestite da Arpa, organizzate in reti nazionale e regionale, hanno lo scopo principale di valutare la contaminazione ambientale dovuta ai radionuclidi artificiali presenti sul territorio piemontese.

La rete nazionale in Piemonte altro non è che l'articolazione piemontese della rete nazionale RESORAD (Rete di Sorveglianza della Radioattività Ambientale), coordinata da Ispra, ex art. 104 DLgs 230/95. RESORAD ha lo scopo principale di rilevare i livelli di radioattività artificiale presenti nei vari comparti ambientali, in modo da consentire la stima dell'esposizione della popolazione alle radiazioni emesse dai radionuclidi presenti nell'ambiente e quindi calcolare la dose efficace media per il Piemonte.

La rete regionale ha lo scopo di studiare in dettaglio le particolarità piemontesi, anche secondo direttive specifiche impartite dalla Regione Piemonte. Le matrici analizzate da entrambe

le reti sono di origine sia ambientale (particolato atmosferico, suolo, sedimenti, acque superficiali, ecc.) che alimentare (tutti i principali alimenti che costituiscono la dieta tipo, più alcune matrici di particolare interesse radioecologico, quali ad esempio i funghi e il miele).

Se è vero che uno degli scopi principali delle reti è la stima dei livelli di radioattività presenti nell'ambiente finalizzati al calcolo della dose efficace media alla popolazione, non si può tuttavia dimenticare l'altra importante funzione delle reti: quella di essere uno strumento di prevenzione tramite l'individuazione di situazioni anomale o incidentali in corso. A questo scopo, accanto alle attività di prelievo e analisi di matrici è stata attivata (dal 2007) la Rete di Allarme Gamma Piemonte (RAGAP), progettata e realizzata da Arpa, costituita da 29 stazioni di misura della radiazione gamma, distribuite su tutto il territorio piemontese e in grado di monitorare in tempo reale i livelli di dose gamma (vedi Box 1).

Box 1 - Rete di Allarme Gamma Piemonte

In figura è riportata la posizione delle 29 centraline Geiger che misurano in tempo reale il rateo di dose gamma in aria. Per ogni centralina è stata definita una soglia di attenzione e una soglia di allarme. Nel corso del 2008 non sono stati registrati innalzamenti del fondo ambientale riconducibili a eventi incidentali. I sensori Geiger, installati presso stazioni meteo Arpa, registrano ogni 10' i livelli di rateo di dose gamma e li inviano al Centro Funzionale Arpa tramite ponti radio. Da qui sono immediatamente resi disponibili tramite la rete informatica ai tecnici del Centro Regionale Radiazioni Ionizzanti e Non Ionizzanti.



Localizzazione centraline Geiger - anno 2008

Fonte: Arpa Piemonte

I risultati del monitoraggio

La presenza di radioattività artificiale nell'ambiente in Piemonte, pur essendo ormai a livelli molto bassi, è tuttavia ancora riscontrabile in varie matrici. Il radioisotopo più diffuso è il Cs-137, presente in quantità variabile nei suoli ma anche, sia pure in piccole tracce, in alimenti quali il latte e la carne bovina. Più limitata è la presenza di altri radionuclidi, sporadicamente riscontrati, in deboli tracce, in matrici quali il latte (Sr-90) e il suolo (Sr-90 e Plutonio). Per quanto riguarda il Cs-137 l'origine della contaminazione è quasi totalmente addebitabile (in misura > del 90%) all'incidente di Chernobyl (1986); per gli altri radionuclidi bisogna ri-

salire ai *test* sulle armi nucleari, effettuati in atmosfera dalle potenze nucleari (principalmente USA e URSS), negli anni cinquanta e sessanta del secolo scorso.

Dal punto di vista radioprotezionistico le attuali concentrazioni dei radionuclidi artificiali non sono tuttavia pericolose per la salute umana. I calcoli dosimetrici infatti, eseguiti in maniera conservativa, forniscono dosi alla popolazione molto inferiori al limite stabilito dalla normativa italiana pari a 1 mSv/anno (DLgs 230/95). La maggior parte della dose efficace che riceve la popolazione è dovuta infatti alla radioattività naturale, con un notevole contributo attribuibile all'inalazione di gas radon.

Tabella 14.1 - Alcune tra le principali matrici analizzate nell'ambito delle reti di monitoraggio della radioattività ambientale

Matrici ambientali			Matrici alimentari		
Matrice	Scopo principale	Periodicità minima di misura	Matrice	Scopo principale	Periodicità minima di misura
Particolato atmosferico	Individuazione incidenti	Giornaliera	Latte	Valutazioni dosimetriche	Mensile
Deposizione al suolo	Individuazione incidenti	Mensile	Carne	Valutazioni dosimetriche	Mensile
Suolo	Diffusione inquinanti	Semestrale	Pesce	Diffusione inquinanti	Semestrale
Acque superficiali	Diffusione inquinanti	Trimestrale	Funghi	Diffusione inquinanti	Semestrale
DMOS* fluviale	Diffusione inquinanti	Semestrale	Alimenti per l'infanzia	Valutazioni dosimetriche	Semestrale

* Detrito Minerale Organico Sedimentabile: è il particolato in sospensione trasportato dalle acque fluviali

Fonte: Arpa Piemonte

Andamento della concentrazione di Cs-137 nel latte

Attualmente le concentrazioni di Cs-137 nelle matrici alimen-

tari e ambientali, dopo una rapida diminuzione negli anni immediatamente successivi all'incidente di Chernobyl, si sono attestate su valori più o meno stabili, che variano da frazioni di

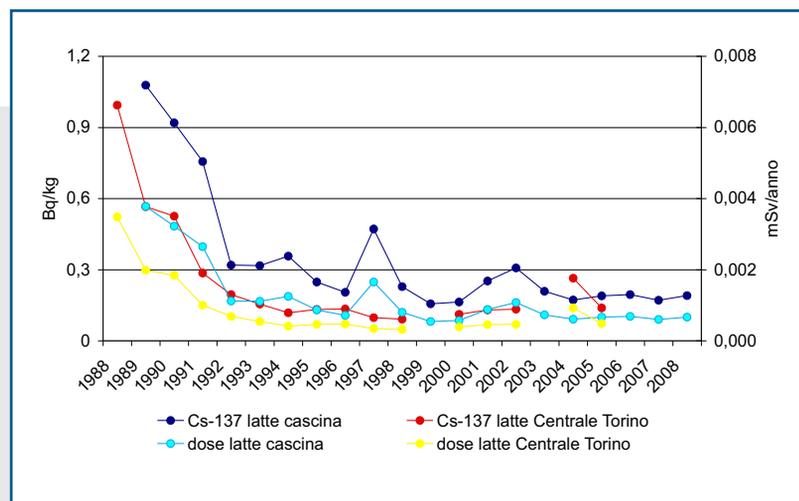


Figura 14.1 - Concentrazione di Cs-137 e relativa dose a i bambini (1-2 anni) - anni 1988-2008

Fonte: Arpa Piemonte

Bq/kg ad alcuni Bq/kg a seconda delle matrici. Nelle matrici ambientali, in genere, le concentrazioni sono maggiori che in quelle alimentari. Nella figura 14.1 sono riportate le concentrazioni di Cs-137 nel latte (Bq/kg, ordinata a sinistra) e la corrispondente dose (mSv/anno, ordinata a destra). Si osservi come la dose da ingestione sia diminuita nel corso degli anni parallelamente alla diminuzione del Cs-137. Interessante è anche osservare che i livelli di Cs-137 presenti nel latte di cascina, prodotto secondo le tecniche tradizionali (impiegando cioè in larga misura foraggio locale) sono decisamente più alti di quelli relativi al latte di Centrale. In termini di dose com-

plessiva, tuttavia, il dato risulta del tutto trascurabile (dell'ordine del microSievert/anno, circa 1.000 volte inferiore al limite di legge).

Distribuzione della dose efficace in Piemonte

Ai fini del computo della dose efficace complessiva si nota dal seguente diagramma a torta come la radioattività artificiale contribuisca in modo decisamente secondario rispetto alla radioattività naturale: come si vede il contributo principale è legato all'inalazione del radon, che contribuisce per il 39% alla dose efficace totale annuale.

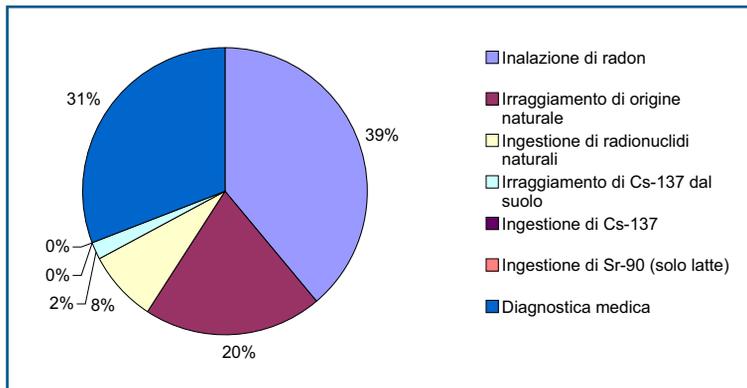


Figura 14.2 - Dose complessiva alla popolazione

Fonte: Arpa Piemonte

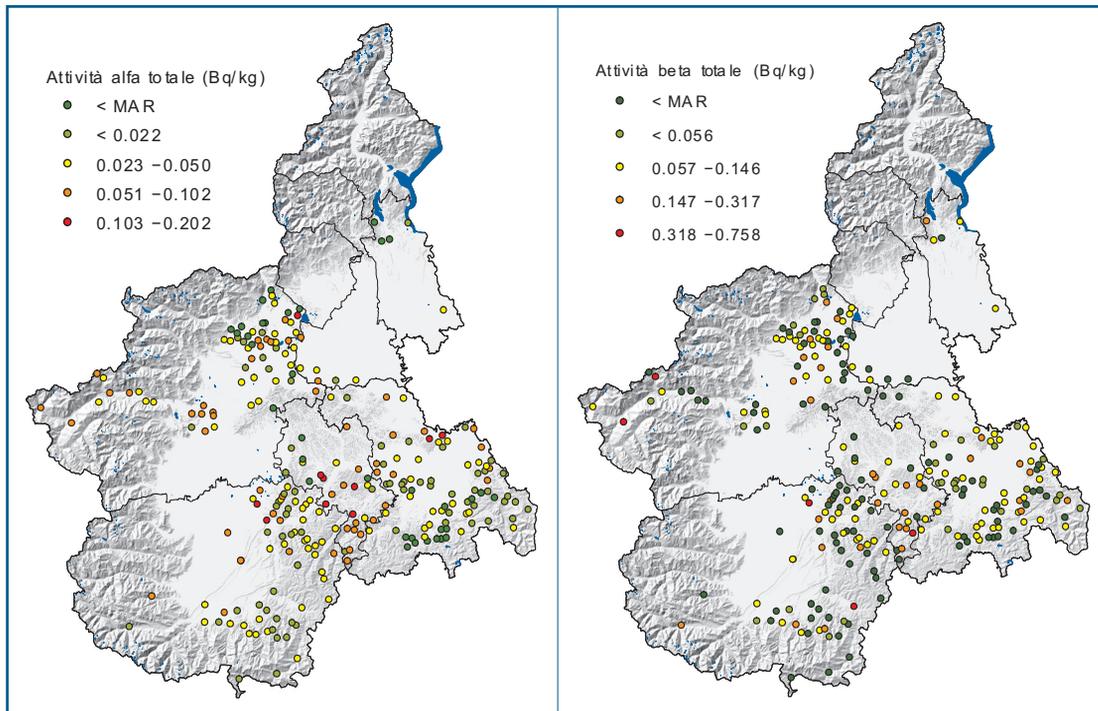


Figura 14.3 - Concentrazione di attività alfa totale e beta totale misurata nelle acque destinate al consumo umano - anno 2008

Fonte: Arpa Piemonte

Analisi su campioni di acque destinate al consumo umano ai sensi del DLgs 31/01

Un regime di controllo a parte, previsto dal DLgs 31/01, è dedicato alle acque potabili. Per quanto concerne la radioattività, si tratta infatti di valutare *la dose totale indicativa* da ingestione: è questo un parametro che quantifica la dose derivante dall'ingestione cronica dei radionuclidi (perlopiù di origine naturale) contenuti nelle acque potabili. Il livello di riferimento stabilito dalla norma per la dose totale indicativa è di 0,1 mSv/anno.

Per una prima valutazione di questo parametro, vengono effettuate analisi di *screening* di attività alfa totale e beta totale su campioni di acque prelevate dai principali acquedotti. Solo nel caso in cui le concentrazioni superino alcuni valori di soglia

(0,1 Bq/kg per l'attività alfa totale e 1 Bq/kg per l'attività beta totale), vengono disposte analisi più approfondite, volte all'identificazione dei singoli radioisotopi. Finora sono stati analizzati più di 500 campioni provenienti da tutto il territorio piemontese e, al momento, non sono emerse situazioni significativamente anomale rispetto ai valori soglia stabiliti in sede internazionale, dall'Organizzazione Mondiale per la Sanità.

Nella figura 14.3 sono riportati i punti di campionamento e le concentrazioni di attività alfa totale e di attività beta totale misurate. Sono stati analizzati finora più di 500 campioni provenienti da tutto il territorio piemontese. In nessun caso sono state riscontrate concentrazioni maggiori dei valori raccomandati a livello internazionale, stabiliti dall'OMS (0,5 Bq/kg per l'attività alfa totale e 1 Bq/kg per l'attività beta totale).

Le reti locali di monitoraggio dei siti nucleari

Luca Albertone, Laura Porzio
Arpa Piemonte

Impianti nucleari

Il Piemonte ospita sul proprio territorio tre siti nucleari presso i quali hanno sede 4 impianti rappresentativi di tutto il ciclo del combustibile nucleare: impianto ex FN-SO.G.I.N. di Bosco Marengo, impianto EUREX-SO.G.I.N. di Saluggia, Deposito Avogadro

di Saluggia e Centrale Nucleare "E.Fermi"- SO.G.I.N. di Trino. È opportuno ricordare, anche in considerazione delle evidenze fornite nell'ultimo periodo dalle indagini radiologiche ambientali, che presso il sito di Saluggia ha sede il complesso industriale Sorin.

Impianto ex FN-SO.G.I.N. di Bosco Marengo (AL)

Tipologia: impianto di fabbricazione di combustibile nucleare

Periodo di funzionamento: dal 1972 al 1990

Attività svolte: sono state prodotte 524 t di combustibile per i reattori di Garigliano, Caorso, Montalto, Leibstadt (CH) e Creys-Malville (F)

Stato attuale dell'impianto: in *decommissioning*

Decommissioning: in data 27 novembre 2008 il Ministero dello Sviluppo Economico, con proprio Decreto, ha rilasciato l'autorizzazione alla disattivazione

Prospettive: dicembre 2009 fine attività di *decommissioning*

Sull'impianto non è più presente combustibile fresco, tutto trasferito all'estero nel corso del 2006. Nel settembre 2008 sono iniziate le operazioni di cantierizzazione e nel dicembre 2008 sono iniziate le operazioni di smantellamento e decontaminazione della parte nucleare. Dalla fase di esercizio fino al 2008 l'impianto è stato in possesso di una formula di scarico, assegnata in sede autorizzativa all'esercizio per il rilascio nell'ambiente di effluenti radioattivi liquidi

(Rio Lovassina), mentre non possedeva la formula di scarico per gli effluenti aeriformi. Attualmente le prescrizioni tecniche rilasciate da Ispra, nell'ambito dell'autorizzazione alla disattivazione, hanno modificato la formula di scarico per gli effluenti liquidi – riducendo il quantitativo di uranio totale scaricabile nell'ambiente – e hanno assegnato quella per gli effluenti aeriformi.



Impianto EUREX-SO.G.I.N di Saluggia (VC)

Tipologia: impianto di ritrattamento del combustibile nucleare irraggiato

Periodo di funzionamento: dal 1970 al 1991

Attività svolte: a partire dall'ottobre 1970 sono stati riprocessati 112 elementi metallici MTR contenenti circa 21 kg di uranio ad alto arricchimento. Dopo due anni di arresto, fra il febbraio 1973 e il giugno 1974, sono stati riprocessati altri 394 elementi MTR. Successivamente a tale data, l'impianto è stato modificato in vista di campagne sperimentali di riprocessamento di combustibili da reattori di potenza. In tale ambito, dall'ottobre 1980 alla fine del 1983, sono stati riprocessati 72 elementi di combustibile irraggiato di tipo CANDU (CANada Deuterium Uranium) della centrale canadese di Pickering (Ontario). A partire dal 1984, l'impianto di riprocessamento non ha più funzionato e l'attività più significativa svolta in EUREX è stata la solidificazione delle soluzioni di plutonio ottenute dal riprocessamento degli elementi CANDU, mediante l'impianto UMCP, Unità Manuale di Conversione del Plutonio (dal giugno 1988 al marzo 1991)

Stato attuale dell'impianto: fermo

Decommissioning: non è ancora stata presentata l'istanza

Prospettive: trattamento dei rifiuti radioattivi liquidi (impianto CEMEX)

Nel corso del 2008 presso l'impianto sono state effettuate due importanti attività:

- svuotamento e bonifica della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato (del Deposito Avogadro di Saluggia) che ha consentito di eliminare una fonte di rilascio di radioattività nell'ambiente
- trasferimento dei rifiuti radioattivi liquidi ad alta attività nel Nuovo Parco Serbatoi che ha aumentato la sicurezza complessiva dell'impianto.

La costruzione dell'impianto CEMEX, i cui lavori di inizio sono previsti entro il 2010, consentirà la solidificazione e la conseguente messa in sicurezza di tutti i rifiuti liquidi stoccati.



Deposito Avogadro di Saluggia (VC)

Tipologia iniziale: reattore nucleare di ricerca (cioè non preposto alla produzione di energia elettrica)

Tipologia attuale: deposito di combustibile nucleare irraggiato

Periodo di funzionamento come reattore di ricerca: dal 1960 al 1971

Periodo di funzionamento come deposito di combustibile: dal 1984 ad oggi

Stato attuale dell'impianto: in esercizio

Decommissioning: non è ancora stata presentata l'istanza

Prospettive: svuotamento della piscina di stoccaggio del combustibile irraggiato

Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 164 elementi di combustibile nucleare irraggiato, 101 provenienti dalla Centrale nucleare di Trino (57 dei quali trasferiti nel periodo maggio-luglio 2007 dall'impianto EUREX) e 63 dalla Centrale nucleare di Garigliano.

Nel periodo marzo 2010-dicembre 2011 è previsto l'invio di tutto il combustibile presente all'impianto francese di La Hague per il riprocessamento.



I risultati del monitoraggio

Attività di radioisotopi rilasciati in aria e in acqua

Arpa Piemonte, in accordo con Ispra (già Apat) e con gli Esercenti, effettua controlli sistematici sui campioni di effluenti liquidi, al fine di verificare il rispetto delle formule di scarico, e

indagini ambientali specifiche in occasione di ogni scarico. Per quanto riguarda gli effluenti aeriformi il monitoraggio ambientale viene effettuato tramite postazioni di campionamento di particolato atmosferico. Negli ultimi anni le formule di scarico sono state in media impegnate per piccole frazioni (tabella 14.2).

Complesso Sorin di Saluggia (VC)

Tipologia: produzione di radiofarmaci e deposito di rifiuti radioattivi

Periodo di funzionamento: dagli anni '60

Attività svolte: produzione radiofarmaci, raccolta e deposito rifiuti

Stato attuale: in attività

Decommissioning: non previsto

Prospettive: - attività di gestione del deposito

- decontaminazione cella cobalto

Nell'insediamento è presente un'area destinata a deposito di rifiuti radioattivi solidi dove sono stoccati rifiuti radioattivi di I e II categoria provenienti sia dall'attività produttiva che da attività di raccolta progressa. Nel 2008 è stata ultimata la costruzione del nuovo deposito temporaneo dove nel corso del 2009 saranno trasferiti tutti i rifiuti radioattivi.

Sono inoltre ubicate sul sito 2 celle calde destinate in passato alla

manipolazione di sorgenti ad alta attività. In particolare in una delle celle è occorso, nel 1986, un incidente durante la manipolazione di una sorgente di Co-60 ad alta attività che ha in seguito causato la dispersione di contaminazione nell'ambiente esterno.



Centrale Nucleare "E. Fermi" di Trino (VC)

Tipologia: impianto elettronucleare di potenza

Reattore: ad acqua leggera in pressione (PWR)

Potenza termica: 870 MW

Periodo di servizio commerciale: dal 1965 al 1987

Attività svolte: dalla sua entrata in servizio (1965) fino al termine del 9° ciclo di combustibile (1987) l'impianto ha accumulato 4.006 giorni equivalenti di funzionamento alla piena potenza producendo complessivamente 25.028 GWh

Stato attuale dell'impianto: fermo

Decommissioning: è stata presentata l'istanza ai sensi del DLgs 230/95; nel dicembre 2008 è stato emanato il Decreto VIA

Prospettive: il piano di decommissioning prevede il rilascio del sito in condizioni di "Brown field*" entro il 2013

Nella piscina di stoccaggio dell'impianto sono attualmente contenuti 47 elementi di combustibile nucleare irraggiato per il quale, nel periodo gennaio-marzo 2011, è previsto l'invio all'impianto francese

di La Hague per il riprocessamento. In attesa dell'approvazione dell'istanza di disattivazione sull'impianto saranno eseguite alcune attività propedeutiche e in particolare nel 2009 sarà predisposta la stazione di controllo per i materiali rilasciabili.



* *Brown field*: isola nucleare smantellata ma il sito non è privo di vincoli radiologici a causa della presenza di depositi temporanei di rifiuti radioattivi.

Tabella 14.2 - Impegno delle formule di scarico per effluenti radioattivi liquidi - anni 2005-2008

Impianto	Impegno formula di scarico			
	anno 2005	anno 2006	anno 2007	anno 2008
Eurex-SO.G.I.N. - Saluggia	0% (nessuno scarico effettuato)	0,006%	0% (nessuno scarico effettuato)	0,03%
Deposito Avogadro - Saluggia	39%	0% (nessuno scarico effettuato)	0% (nessuno scarico effettuato)	0% (nessuno scarico effettuato)
Centrale "E. Fermi" - Trino	9,2% (dati Sogin)	3,4% (dati Sogin)	2,3% (dati Sogin)	2,6% (dati Sogin)
Ex FN - Bosco Marengo	1,1%	1,45%	1,44%	0,6%

Fonte: Arpa Piemonte

Quantità di rifiuti radioattivi e combustibile irraggiato

La quantità di rifiuti radioattivi solidi e liquidi ospitata nei depositi di stoccaggio temporaneo degli impianti - pari al 69% di tutto il quantitativo nazionale - è rimasta invariata (vedi RSA 2006). Per quanto riguarda in particolare i rifiuti liquidi, stoccati in appositi serbatoi solo presso il sito EUREX-SO.G.I.N. di Saluggia (VC), si segnala il sensibile miglioramento delle condizioni di sicurezza conseguente il travaso nel Nuovo Parco Serbatoi, avvenuto nel periodo settembre-novembre 2008, dei liquidi a media e alta attività. Resta tuttavia imprescindibile la loro solidificazione che avverrà dopo la costruzione e la messa in esercizio dell'impianto CEMEX.

Anche la quantità complessiva di combustibile nucleare irraggiato è rimasta invariata. Si prevede, secondo il programma fornito da SO.G.I.N., che tutto il combustibile sarà inviato al riprocessamento presso l'impianto di La Hague (F) nel periodo marzo 2010-dicembre 2011.

Concentrazione di attività di radionuclidi in matrici ambientali e alimentari

I risultati delle misure eseguite sui campioni di matrici ambientali e alimentari prelevati nell'ambito delle reti locali di monito-

raggio della radioattività ambientale evidenziano un quadro sostanzialmente invariato rispetto agli anni precedenti per quanto riguarda i siti di Bosco Marengo e Trino (vedi RSA 2007) dove non si riscontrano anomalie ambientali o fenomeni di accumulo. Per quanto riguarda il sito di Saluggia invece si riscontra la presenza di radioisotopi artificiali (Sr-90, Co-60, Cs-137 e H-3) nell'acqua di falda superficiale. E' opportuno sottolineare che i livelli di concentrazione di radioattività sono di gran lunga inferiori a quelli corrispondenti ai valori di *screening* per la potabilità dell'acqua e pertanto non costituiscono alcun rischio sanitario per la popolazione ma indicano un fenomeno di diffusione ambientale di isotopi radioattivi che richiede grande attenzione al fine di prevedere e controllare la sua evoluzione (vedi approfondimento "Focus su alcune realtà significative", capitolo 23).

Le tracce di Cs-137 rilevate in alcune matrici ambientali presso i siti di Trino e Saluggia sono sostanzialmente imputabili all'incidente di Chernobyl. Le concentrazioni di Uranio rilevate in alcune matrici ambientali presso il sito di Bosco Marengo sono di origine naturale e non direttamente correlabili all'impianto. I valori riscontrati e la percentuale di arricchimento sono infatti compatibili con l'Uranio naturale.

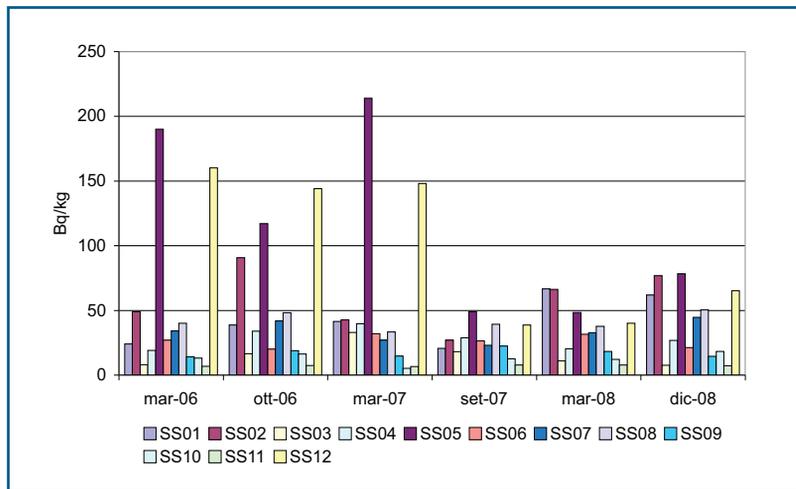


Figura 14.4 - Saluggia. Andamento della concentrazione di Cs-137 nel suolo imperturbato

Il prelievo è stato effettuato nei 12 punti di campionamento della rete di monitoraggio del sito di Saluggia. I valori sono confrontabili con le medie regionali.

Fonte: Arpa Piemonte

Dose efficace media agli individui dei gruppi critici

Utilizzando i dati di contaminazione delle matrici alimentari e ambientali, tenendo conto delle vie critiche individuate, è possibile effettuare, per ogni sito, una stima della dose efficace ricevuta dagli individui dei gruppi critici della popolazione (tabella

14.3). Questa grandezza si è mantenuta al di sotto del limite per la non rilevanza radiologica - fissato dal DLgs 230/95 in 10 μ Sv per anno - anche presso il sito di Saluggia dove, a partire dal 2006, è stata riscontrata contaminazione da Sr-90 nell'acqua di falda superficiale (per approfondimenti, vedi capitolo 23).

Il prelievo è stato effettuato in uno dei punti di campionamento del suolo imperturbato della rete di monitoraggio del sito di Bosco Marengo (negli altri tre punti di campionamento l'andamento è analogo). I valori sono compatibili con l'Uranio naturale.

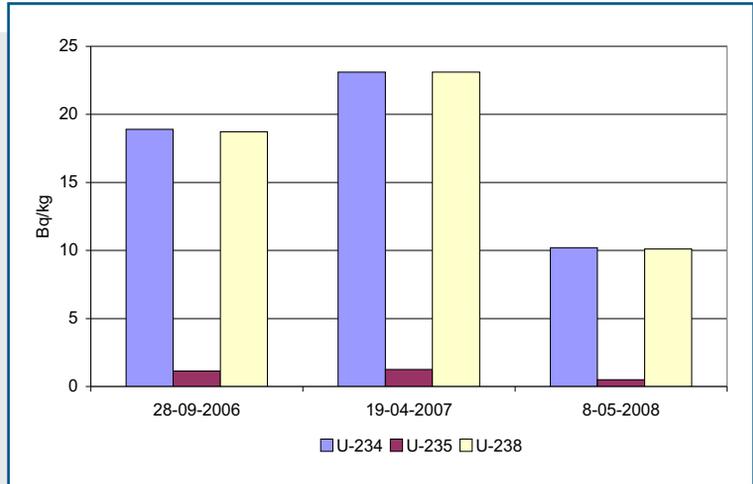


Figura 14.5 - Bosco Marengo. Andamento della concentrazione di Uranio nel suolo imperturbato

Fonte: Arpa Piemonte

Sito	Dose $\mu\text{Sv}/\text{anno}$
Bosco Marengo (AL)	0,006013
Trino (VC)	0,004409
Saluggia (VC)	0,007437
Limite non rilevanza radiologica	0,01
Limite di dose efficace	1

Tabella 14.3 - Stima della dose efficace ai gruppi critici della popolazione residente intorno ai siti nucleari piemontesi

Fonte: Arpa Piemonte

Stato di attuazione delle reti locali di monitoraggio dei siti nucleari

Nell'anno 2008 le reti locali di monitoraggio della radioattività ambientale dei siti di Bosco Marengo, Saluggia e Trino sono rimaste sostanzialmente invariate. I programmi stabiliti sono stati rispettati e portati a termine a garanzia della tutela dell'ambiente e della popolazione.

In figura 14.6 è riportata la distribuzione dei campioni per tipologia di matrice prelevati nell'ambito delle reti locali di monitoraggio dei siti nucleari piemontesi.

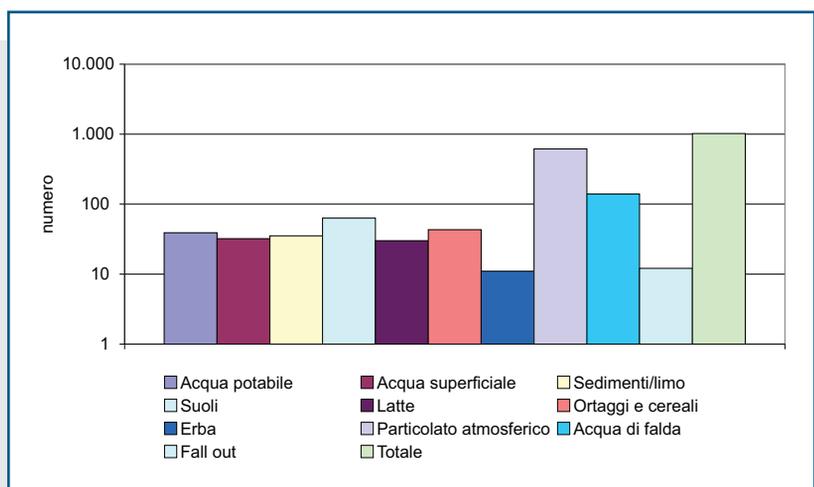


Figura 14.6 - Distribuzione dei campioni prelevati nell'ambito delle reti locali di monitoraggio dei siti nucleari piemontesi

Fonte: Arpa Piemonte

Il radon e la mappatura del rischio in Piemonte

Mauro Magnoni, Enrico Chiaberto, Franco Righino, Salvatore Procopio, Elena Serena
Arpa Piemonte

Il radon è un inquinante naturale degli ambienti confinati. Provenendo principalmente dal suolo, tende ad accumularsi in abitazioni, luoghi di lavoro ed edifici, specialmente se poco aerati. È radioattivo e può provocare, assieme ai suoi prodotti di decadimento a vita breve, il tumore al polmone. Per tale motivo è classificato dallo IARC-OMS nel gruppo 1 (massima evidenza di cancerogenicità). In Italia si stima siano imputabili al radon ben 3.000 casi di tumore al polmone all'anno e ciò pone sicuramente tale inquinante al secondo posto dopo il fumo di sigaretta quale causa di neoplasie polmonari. Dal punto di vista sanitario l'interesse verso questo inquinante naturale degli ambienti confinati è quindi notevole.

Sotto l'aspetto normativo, il radon è disciplinato nel DLgs 241/00, in attuazione della Direttiva europea Euratom 29/96. Le prescrizioni di questa legge riguardano solo i luoghi di lavoro anche se la loro applicazione, tuttavia, ha avuto ricadute più generali, stimolando di fatto lo studio della distribuzione territoriale del radon.

In tale Decreto è stabilito per il radon un Livello d'Azione per i Luoghi di Lavoro interrati di 500 Bq/m^3 . Superato tale livello si rendono perciò necessarie opere di bonifica tali da ridurre la concentrazione di attività e quindi l'esposizione dei lavoratori. Il Decreto impone inoltre alle Regioni di individuare l'eventuale presenza di "...aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon...", più sinteticamente indicate come *aree a rischio radon*, nelle quali l'obbligo della misura del radon è estesa anche ai luoghi di lavoro non interrati.

Nonostante l'assenza di indicazioni a livello nazionale sui criteri per la definizione delle suddette aree a rischio, la Regione, nel corso del 2005, ha incaricato ufficialmente Arpa Piemonte di predisporre una proposta di mappatura del radon sul territorio piemontese.

In questi anni, dunque, il principale compito di Arpa Piemonte in questo settore è stato quello di costruire una "mappa" che descrivesse la distribuzione territoriale del radon. Il Progetto di mappatura radon nel Piemonte si è concluso nel 2008 e quindi

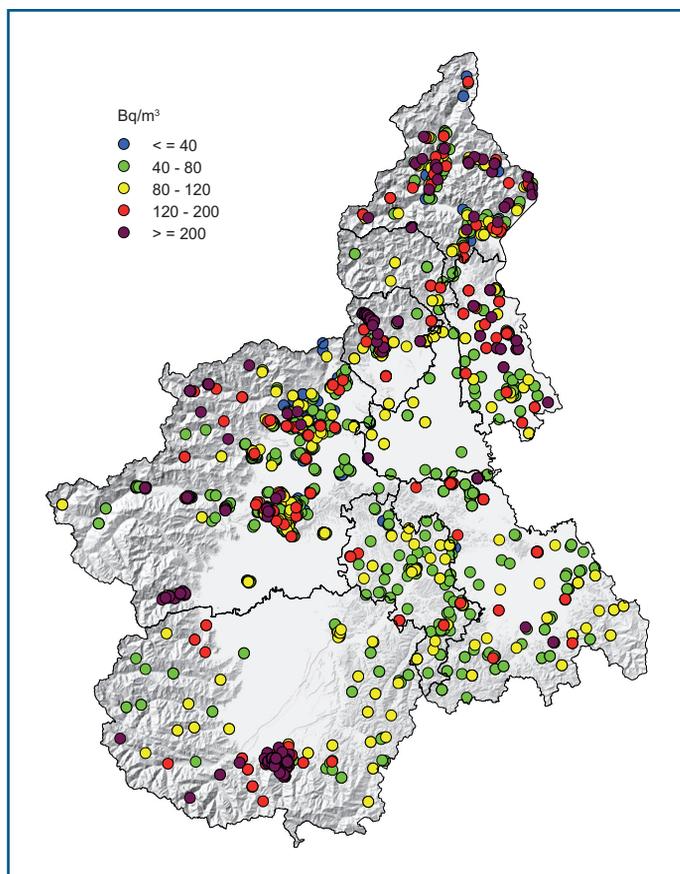


Figura 14.7 - Punti di misura della concentrazione di attività radon in abitazioni e scuole

Fonte: Arpa Piemonte

nell'anno in corso sarà disponibile un rapporto tecnico scientifico completo e corredato con le prime evidenze cartografiche sulla distribuzione territoriale di questo pericoloso, spesso ignorato inquinante. La suddivisione del territorio regionale, adottata ai fini della presente opera di caratterizzazione territoriale, è quella che tiene conto sia dei confini amministrativi che litologici e geologici del Piemonte.

Per l'elaborazione dei dati è stato studiato e sviluppato un modello che tenesse in considerazione da una parte la grande mole di dati sperimentali di concentrazione radon negli edifici e dall'altra le caratteristiche litologiche del Piemonte.

Per l'analisi dei dati sperimentali è stato impiegato un totale di 2.470 misure sperimentali che visualizziamo nella carta di figura 14.7.

Dal punto di vista tecnico, va infine detto che il lavoro, pur essendo il frutto di molti anni di studi e di migliaia di misure sperimentali, non può essere considerato l'atto conclusivo per quanto riguarda la mappatura territoriale del radon in Piemonte: la complessità geomorfologica e litologica del territorio regionale rendono infatti necessaria la prosecuzione dell'opera di

monitoraggio in varie aree della regione. Pertanto, con la progressiva disponibilità di nuovi dati vi saranno certamente in futuro degli aggiornamenti e degli affinamenti che potranno condurre a modifiche, anche non marginali, dell'attuale quadro. Le linee di approfondimento future possono essere quindi sintetizzate come segue:

- nuove campagne di misura volte ad aumentare la base dati sperimentale
- affinamento del modello di correlazione radon - litologia
- studi per la valutazione dell'esposizione al radon della popolazione.

Potranno quindi seguire negli anni futuri alcune modifiche delle attuali cartografie, con il raggiungimento di risoluzioni territoriali, dove occorre, anche inferiori all'unità amministrativa comunale. Le ricerche dedicate alla stima dell'esposizione e quindi alla quantificazione dei rischi sanitari e alla loro distribuzione sul territorio potranno inoltre condurre all'elaborazione di nuove mappe, più direttamente correlabili all'esposizione della popolazione e quindi anche agli effetti sanitari del radon.

Bibliografia

ADR, 2003. *Regolamentazione concernente il trasporto internazionale di sostanze pericolose su strada.*

Apat, 2007. *Annuario dei dati ambientali.*

Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230. *Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti.* Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.136 del 13 giugno 1995.

Decreto Legislativo 26 maggio 2000, n. 241. *Attuazione della direttiva 96/29 Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.* Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.203 del 31 agosto 2000.

Decreto Legislativo 9 maggio 2001, n. 257. *Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 26 maggio 2000, n.241, recante attuazione della direttiva 96/29/Euratom in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.* Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.153 del 4 luglio 2001.

Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. *Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.* Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n.52 del 3 marzo 2001.

DPCM 10 febbraio 2006. *Linee guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del Decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e successive modificazioni e integrazioni.*

ISS-ANPA, ISTISAN, 1994. *Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni.* Congressi 34, Roma.

Laboratorio di Sanità pubblica Sezione fisica USSL n. 40 Ivrea (ora ARPA), Regione Piemonte Assessorato alla assistenza sanitaria, 1994. *Indagine sull'esposizione alla radioattività naturale nelle abitazioni del Piemonte.*

Lea, 1996. *Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material.* Edition (Revised).

Raccomandazione 2000/473/Euratom.

Staven L.H., Napier B.A., Rhoads K., Strenge, L. *A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products.* Pacific Northwest National Laboratory Richland, Washington 99352.

Unsclear, 2000. *Report.* vol. I.

World Health Organization, 2004. *Guidelines for Drinking-water Quality.* Third Edition.

www.arpa.piemonte.it

(Campi elettromagnetici e radiazioni ionizzanti).

