



# IL RADON IN PIEMONTE

Problemi e prospettive alla luce del Decreto Legislativo 241/2000

ARPA Piemonte – Dipartimento di Ivrea  
Polo Regionale Radiazioni Ionizzanti

## Introduzione

Il radon, come è noto, è un gas nobile radioattivo di origine naturale, presente ubiquitariamente sulla Terra, in concentrazioni variabili. Esso è originato dall'Uranio, il ben noto elemento radioattivo, a sua volta assai diffuso in tutta la crosta terrestre. Benché l'emivita del radon (Rn-222) sia di poco meno di 4 giorni, la sua continua produzione da parte dell'Uranio e particolari condizioni di scarsa ventilazione possono far sì che esso raggiunga, in alcuni luoghi chiusi (miniere, gallerie, seminterrati, ma anche semplici abitazioni), concentrazioni potenzialmente dannose per la salute.

Per questo motivo, in molti Paesi industrializzati (Svezia, Gran Bretagna, Stati Uniti, ecc.), già da tempo ci si è posti il problema di come affrontare questa fonte di rischio, varando da un lato norme e regolamenti, dall'altro favorendo il diffondersi di una cultura della prevenzione del rischio radon, attraverso una corretta informazione alla popolazione.

Anche il nostro Paese ha partecipato attivamente alla fase di studio e ricerca, fin dalla fine degli anni settanta, con i primi studi pubblicati su misure di radon in ambienti residenziali e all'aperto. Un impulso notevole alle attività di monitoraggio è però venuto agli inizi degli anni novanta quando è stata effettuata la Campagna Nazionale Radon, promossa da ANPA e Istituto Superiore di Sanità ed effettuato sul territorio delle Regioni dai laboratori di riferimento regionali (CRR), ora transitati alle Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale.

Conclusa la Campagna Nazionale, che ha fornito un quadro generale della esposizione media al radon e alla radioattività naturale della popolazione italiana, i lavori di studio e di approfondimento non si sono arrestati, ma sono proseguiti in forma più autonoma su scala regionale, in molti casi su iniziativa autonoma dei CRR e di altri laboratori pubblici (ex ASL, ora ARPA).

In Piemonte le principali attività di studio e approfondimento sul radon sono state effettuate, fin dai primi anni '90 dalla Sezione Fisica del Laboratorio di Sanità Pubblica di Ivrea (ora ARPA, Dipartimento di Ivrea). Attività più circoscritte sono state compiute anche dagli LSP di Vercelli e di Alessandria (anch'essi ora transitati all'ARPA). Un ruolo importante nella segnalazione di alcune situazioni locali degne di nota hanno avuto gli

studi condotti (perlopiù attraverso tesi di laurea) dall'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università degli Studi di Milano.

Da tutta questa attività, molto ricca e variegata, ma scarsamente sistematizzata, ne è scaturito un quadro generale piemontese che presenta al suo interno situazioni di grosso interesse e con disomogeneità territoriali anche notevoli.

Tuttavia, nonostante il buon numero e il buon livello delle ricerche svolte in Italia, il problema del radon non ha ricevuto finora l'attenzione che avrebbe meritato da parte del legislatore e delle istituzioni in generale, di solito molto più preoccupate, anche a seguito della spinta dell'opinione pubblica, di altre problematiche (ad esempio, i campi elettromagnetici) i cui potenziali effetti sulla salute dei cittadini sono sicuramente molto minori, anche nella peggiore delle ipotesi, rispetto a quelli che possono essere causati dal radon.

L'Unione Europea, già da oltre un decennio, ha emanato una Raccomandazione, nella quale viene proposto un limite per le abitazioni residenziali (400 Bq/m<sup>3</sup>), superato il quale vengono consigliati interventi, le cosiddette "azioni di rimedio", volti a ridurre le concentrazioni di radon.

Più recentemente, nel 1996, la pubblicazione della Direttiva EURATOM n°26/96 ha imposto agli Stati membri dell'Unione di affrontare il problema dell'esposizione dei lavoratori alla radioattività naturale, con un particolare riguardo al radon.

Finalmente, con l'emanazione del D.L.vo 241/2000, in vigore dal 1 gennaio 2001, sono state introdotte per la prima volta in Italia delle norme di legge che disciplinano alcuni tipologie di esposizione alla radioattività naturale nei luoghi di lavoro, tra cui la principale è appunto il radon.

Si tratta di una legge piuttosto complessa, che copre vari aspetti tecnici della radioprotezione: anche limitandoci alla sola parte riguardante il radon, che qui interessa, il quadro normativo delineato dalla legge si presenta piuttosto articolato e di non facile applicazione. In estrema sintesi, per quanto riguarda il radon, gli obblighi del D. L.vo 241/2000 si riferiscono anzitutto ai luoghi di lavoro sotterranei, per i quali il datore di lavoro è tenuto ad eseguire una misurazione di radon. Viene inoltre definito un limite di legge per la concentrazione del radon nei luoghi di lavoro, pari a 500 Bq/m<sup>3</sup> (media annuale), superato il quale si è tenuti ad effettuare una serie di interventi (azioni di rimedio o di bonifica) volti a ridurre le concentrazioni al di sotto del limite di legge.

L'obbligatorietà della verifica dei livelli di radon può però essere estesa, oltre che ai locali interrati, anche a qualunque luogo di lavoro, indipendentemente dal fatto che esso sia o meno interrato, in quelle zone definite dall'amministrazione regionale competente come (ex art. 10-ter comma 2 del D. L.vo 230/95) "zone ad elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon" che, per semplicità chiameremo da qui in poi "aree a rischio radon" (radon prone areas).

La definizione di tali zone da parte delle Regioni è dunque un compito molto importante e impegnativo per i prossimi anni. E' evidente che tale eventuale definizione presuppone a monte un grosso lavoro conoscitivo del territorio ed attente valutazioni tecnico-scientifiche.

Per quanto riguarda il Piemonte, una parte dello sforzo conoscitivo (campagne di misura) è già stato fatto negli scorsi anni, anche se, data la vastità e complessità del territorio regionale, molto ancora resta da fare. D'altra parte il D. L.vo 241/2000 stesso, riconoscendo implicitamente le difficoltà e l'inadeguatezza dell'attuale conoscenza del rischio radon su tutto il territorio nazionale, prevede esplicitamente che le Regioni promuovano campagne di misura, laddove necessario.

Del tutto nuova e quindi tutta ancora da attuare è invece la fase di valutazione tecnico-scientifica dei dati disponibili. A questo proposito, occorre però ricordare che questa fase di valutazione necessita del pronunciamento, su varie questioni tecniche, di un'apposita commissione nazionale stabilita dalla legge stessa (art. 10-septies del D. L.vo 230/95, previsto ai sensi dell'art. 5 del D. L.vo 241/00), in procinto di insediarsi; è quindi realistico attendersi che le prime indicazioni sui criteri generali a cui ci si dovrà attenere per la valutazione dei dati a disposizione e per la definizione delle "aree a rischio radon" non potranno essere disponibili prima della fine dell'anno in corso.

In questo quadro, il ruolo dell'ARPA Piemonte è anzitutto quello di fornire alla Regione una base conoscitiva adeguata che, al momento opportuno, allorché saranno noti i criteri generali di valutazione definiti dalla citata commissione nazionale, le consenta di compiere efficacemente quelle scelte e quegli atti di governo che le competono.

Lo scopo di questo documento tecnico, è dunque quello di fornire un'immagine preliminare della situazione dell'inquinamento radon in Piemonte, alla luce dei dati attualmente disponibili, raccolti assieme e criticamente valutati. Si tratta, come si vedrà, di una serie di dati piuttosto eterogenei, in buona parte da noi prodotti, che si è cercato di riunire assieme, nello sforzo di ottenere un quadro globale.

Da tale quadro globale che ne è scaturito, si potranno trarre quindi delle indicazioni sulle azioni future da porre in atto e sarà anche possibile ipotizzare qualche prima sommaria classificazione del territorio piemontese.

Crediamo infatti che il lavoro di conoscenza del territorio svolto negli anni scorsi, pur non essendo sufficiente per consentire una definitiva individuazione delle aree a rischio radon, possa dare già alcune risposte, perlomeno nella definizione, non meno importante, di alcune aree che sicuramente non sono a rischio radon. D'altra parte, il D. L.vo 241/2000 stesso, prevede giustamente una progressiva individuazione delle aree a rischio, dando quindi lo spazio a ulteriori affinamenti che saranno possibili via via che giungeranno nuovi dati.

La legge prevede che una prima definizione delle "aree a rischio radon" venga fatta entro cinque anni dall'entrata in vigore del Decreto: siamo convinti che entro tale termine il quadro conoscitivo per il Piemonte sarà tale da consentire una prima definizione di tali aree con un buon dettaglio.

## **Le campagne di misure radon in Piemonte**

### **La Campagna Nazionale radon**

Come già accennato, la prima (e più vasta) campagna di misura del radon in Piemonte è stata la Campagna Nazionale, promossa da ANPA e ISS, effettuata dai laboratori regionali (ora ARPA) agli inizi degli anni '90 (1990-1991). Lo scopo di tale studio era quello di valutare l'esposizione media della popolazione italiana (e delle singole regioni) al radon, e alla radioattività naturale in generale, nelle abitazioni: assieme al radon venne infatti misurata anche la radiazione g, tramite appositi dosimetri a termoluminescenza che vennero posizionati accanto ai dosimetri radon.

In Piemonte ciò comportò la misurazione del radon (e della radiazione g) in oltre 400 abitazioni (432, per la precisione), distribuite in 25 comuni, lasciando in ciascuna di esse per un anno un dosimetro radon (per sei mesi i dosimetri g).

L'elenco dei comuni coinvolti in questo studio e il numero di abitazioni coinvolte sono riportati in tabella 1.

Da questo grosso lavoro ne scaturì un quadro regionale che può essere efficacemente sintetizzato dalla distribuzione delle concentrazioni, riportata in figura 1.

L'andamento della distribuzione può essere definito, almeno in prima approssimazione, log-normale. Il valore medio della concentrazione del radon risultò pari a 69 Bq/m<sup>3</sup>, la media geometrica pari a 56 Bq/m<sup>3</sup>, con deviazione standard geometrica (GSD) pari a 1.7 Bq/m<sup>3</sup>.

Una più attenta analisi della distribuzione, evidenzia una deviazione dalla log-normalità: la distribuzione log-normale che meglio si adatta ai dati sperimentali tende cioè a sottostimare l'incidenza delle alte concentrazioni. Per meglio descrivere i dati sono quindi state proposte altre distribuzioni, sempre di tipo log-normale, ma "troncate", descrivono meglio i dati sperimentali.

In definitiva quindi, tenendo conto dei dati sperimentali e delle valutazioni dei modelli teorici si può stimare che circa lo 0.5-0.7% delle abitazioni piemontesi superino i 400 Bq/m<sup>3</sup> (livello di riferimento stabilito dalla Raccomandazione europea): questo è un dato importante perché consentì di "dimensionare", almeno in prima approssimazione, il problema radon in Piemonte.

In termini pratici ciò infatti significa che circa 16000 abitazioni in Piemonte dovrebbero presentare concentrazioni elevate. Tale conclusione, di natura puramente statistica, non ci dice però nulla su dove tali abitazioni effettivamente si trovino: è questo, infatti, il grosso compito che ci attende per i prossimi anni.

### **Le misure a Peveragno, Boves e Chiusa Pesio (CN)**

Si tratta di una serie di studi, svolti dall'LSP di Ivrea (ora ARPA), dal 1992 al 1994. I comuni interessati si trovano in provincia di Cuneo, vicino a Borgo San Dalmazzo, a ridosso di un rilievo montuoso, la Bisalta (o monte Besimauda), noto perché fu attiva attorno agli anni sessanta una miniera di Uranio. Non lontano da questa zona si trovano inoltre le Terme di Lurisia, note per le loro acque radioattive fin dagli inizi del secolo.

La logica che ha ispirato la condotta di questi studi, è stata quindi quella di ricercare il radon in un'area che a priori poteva essere considerata più a rischio a causa delle peculiarità geologiche.

Gli studi fatti, eseguiti anche grazie alla collaborazione dell'ASL locale, evidenziarono in questi paesi una presenza anomala di radon: il valor medio di concentrazione varia infatti da un massimo di 222 Bq/m<sup>3</sup> (Peveragno) a un minimo di 136 Bq/m<sup>3</sup> (Chiusa Pesio), dei valori significativamente maggiori rispetto a quelli medi misurati nel corso della Campagna Nazionale.

### **Le misure nella Valle del Cervo (BI)**

Si tratta di una piccola vallata alpina che si apre a nord della città di Biella. Essa è caratterizzata dalla presenza di quello che i geologi chiamano un plutone granodioritico, cioè rocce intrusive magmatiche, nelle quali le concentrazioni di radionuclidi naturali (Uranio e Torio) sono superiori alla media. Gli studi sulla presenza del radon in quest'area vennero condotti inizialmente dall'Istituto di Fisica Generale Applicata dell'Università di Milano. Successivamente, approfondimenti vennero effettuati anche per iniziativa dagli LSP di Vercelli e di Ivrea (ora ARPA), anche in collaborazione con l'ANPA.

In questa zona è evidentissima la correlazione tra il substrato roccioso presente e i livelli di radon: la granodiorite, detta anche Sienite della Balma, contiene infatti una considerevole quantità di Uranio (350-400 Bq/kg circa) e di Torio (300 Bq/kg), oltre che di K-40 (circa 1000 Bq/kg). Di conseguenza, notevoli sono anche, in questa zona, i livelli di dose g: si possono infatti misurare ratei di dose fino a 1 mGy/h. Per questi motivi, la Valle del Cervo può senza dubbio considerarsi un'area ad alta radioattività naturale, probabilmente paragonabile, per quanto riguarda i livelli complessivi di dose (g+radon), a quelle ben più note e famose nel mondo (ad esempio, il Kerala, in India), anche se di dimensioni estremamente ridotte e scarsamente abitata (una buona parte delle abitazioni dei paesi della Valle fungono in realtà da "seconda casa", occupate perlopiù nel periodo estivo).

### **Le misure nelle acque potabili**

Varie campagne di misura sulle acque potabili sono state eseguite dall'ARPA Piemonte. In questo lavoro sono raccolti, per ora, i dati delle campagne condotte nel Canavese e in Val di Susa dal Dipartimento di Ivrea. Altri dati sono però stati prodotti in altre aree, da altri laboratori ARPA e verranno aggiunti a quelli attualmente disponibili.

La scelta di includere in questo lavoro di rassegna anche i dati sulle acque, pur trattando qui essenzialmente del problema del radon in aria e pur essendo in generale trascurabile il rischio radiologico legato all'assunzione di radon attraverso il consumo di acqua potabile, è legata al fatto che il contenuto di radon nelle acque di una certa zona può comunque essere correlato con la concentrazione di radon nelle abitazioni e quindi può costituire, soprattutto per quelle aree per le quali manca a tutt'oggi una conoscenza diretta della concentrazione di radon nelle abitazioni, un'informazione di un certo interesse. A questo proposito si può ricordare che uno dei sistemi di previsione proposti dall'ANPA (e testati in via sperimentale da alcune ARPA) per l'individuazione delle aree a rischio radon (il software PERS) prevede tra gli altri parametri anche il dato relativo al radon nelle acque.

## **Le misure nelle acque minerali di tutto il Piemonte**

La concentrazione di radon presente nelle acque minerali piemontesi è stata misurata nel corso di uno studio svolto nel 1997-98 dal Dipartimento di Ivrea dell'ARPA per conto della Regione Piemonte (Assessorato Sanità).

Questa indagine fu commissionata allo scopo di verificare che, nel territorio regionale, non vi fossero acque minerali e stabilimenti termali per i quali i livelli di radon fossero paragonabili a quelli, molto elevati, di Lurisia (da 20000 a 30000 Bq/l). L'esito dell'indagine confermò che il caso di Lurisia era, come prevedibile, isolato e che quindi le altre acque minerali piemontesi non presentavano livelli di concentrazione paragonabili. L'inclusione dei dati delle acque minerali in questo studio ha una giustificazione analoga a quella adottata per le acque potabili: quella cioè di fornire elementi aggiuntivi di conoscenza sulla presenza del radon che possano essere utili per le valutazioni delle aree a rischio radon.

### **La rappresentazione cartografica delle misure: valutazioni preliminari**

Si è scelto anzitutto di rappresentare tutti i dati attualmente disponibili su un'unica carta regionale (vedi cartina allegata, in scala 1:250000) in modo da facilitare da subito una prima visione d'insieme. Accanto alla carta regionale è stata prodotta anche una carta per la Provincia di Torino (scala 1:120000), una per un'area del Cuneese (scala 1:35000) e un'altra per la Valle del Cervo, in Provincia di Biella (scala 1:10000).

Le carte sono state ottenute a partire dai nostri archivi informatici (predisposti fin dal 1991) e impiegando il software Arcview, con coperture tematiche SITA 1996 e cartografia di base C.T.R. Regione Piemonte.

Occorre tuttavia sottolineare che una tale carta non può assolutamente costituire un'anticipazione di quella "carta delle aree a rischio radon" che potrà scaturire solo dopo una validazione critica dei dati disponibili, anche alla luce delle indicazioni che verranno fornite dalla commissione tecnica di cui all'art. 10-setties del D. L.vo 230/95.

Sempre per motivi di opportunità, al fine di offrire un quadro sinottico omogeneo, si è deciso di scegliere quattro scale cromatiche, uguali per tutte le tipologie di misure prese in considerazione. Ciò ha ovviamente comportato una suddivisione dei dati sperimentali in quattro categorie la cui individuazione e classificazione risente ovviamente di una certa arbitrarietà, essendo stata guidata essenzialmente dalla distribuzione dei valori osservati e non dalla loro significatività dal punto di vista del rischio radiologico. In questo senso, quindi, non è corretto interpretare un medesimo colore per, poniamo, l'acqua potabile e le abitazioni, come l'indicazione di un livello di rischio comparabile.

La rappresentazione dei dati ha dunque un valore puramente indicativo, anche perché, alcuni dati apparentemente omogenei, in realtà non lo sono e necessitano di operazioni piuttosto complesse di correzione e normalizzazione.

A questo riguardo, si possono citare come esempio i dati relativi alla concentrazione nelle abitazioni, i quali, pur essendo in questo lavoro raggruppati tutti assieme, possono essere paragonati tra loro solo con grande cautela: essi infatti si riferiscono, ad esempio, a piani differenti e sono stati ottenuti mediante strategie di campionamento ed esposizione differenti tra loro.

E' dunque evidente che, prima di poter trarre da questi dati dalle indicazioni scientificamente corrette sul rischio radon, è necessario fare un grosso lavoro di normalizzazione e integrazione delle informazioni tra loro eterogenee. Tale lavoro è attualmente in corso e verrà effettuato anche nel contesto delle attività del Centro Tematico Agenti Fisici (ANPA – ARPA).

Fatte queste premesse, dalla carta si possono comunque trarre alcune anticipazioni: la Regione Piemonte, pur non essendo tra le Regioni italiane più esposte al radon (il valore medio nelle abitazioni, calcolato nel corso della Campagna Nazionale è infatti di 69 Bq/m<sup>3</sup>), presenta al suo interno delle aree in cui i livelli sono anche considerevolmente superiori alla media: è questo il caso, ad esempio, dell'area del cuneese attorno al Monte Bisalta (Comuni di Boves, Peveragno, Chiusa Pesio) e, nel biellese, della Valle del Cervo (vedi cartine allegate).

Viceversa, possiamo invece già escludere con un buon grado di certezza che vi siano problemi nell'area urbana di Torino e, probabilmente, anche in tutte le zone pianeggianti. Qualche indizio di livelli di radon anomali si hanno invece in alcune valli del torinese (Val di Susa e Val Pellice), anche se, per queste zone e, in generale, per molte delle valli alpine, i dati disponibili sono ancora insufficienti.

Stessa situazione di scarsità di dati vi sono anche in ampie aree del territorio regionale: ricordiamo in particolare il Verbano-Cusio-Ossola, l'astigiano e l'alessandrino. Per queste aree si deve quindi prevedere uno sforzo particolare per aumentare il livello di conoscenza. Ciò potrà essere fatto, sia attraverso campagne ad hoc, sia attraverso strumenti previsionali che tengano conto, tra le altre cose, anche della geologia.

Alcune di queste attività sono già in corso e quindi è da prevedere che il quadro attuale andrà progressivamente ad aggiornarsi man mano che giungeranno nuovi dati.

## **Conclusioni e prospettive**

Le conclusioni che si possono trarre da questo lavoro preliminare sono interlocutorie, e non poteva essere diversamente, vista l'attuale mancanza di indicazioni tecniche precise su alcuni punti essenziali (modalità di effettuazione delle misure, criteri per la definizione delle "aree a rischio radon"). Possiamo comunque anticipare alcuni punti fermi, che non dovrebbero essere contraddetti dal futuro ampliamento delle conoscenze:

La popolazione del Piemonte non risulta essere esposta, in media, ad elevate concentrazioni di radon (valore medio regionale 69 Bq/m<sup>3</sup>, contro la media nazionale di 77 Bq/m<sup>3</sup>)

Tuttavia, l'elevata complessità geologica, paesaggistica e morfologica della Regione fa sì che in essa possano sussistere aree limitate, ma di estensione non trascurabile, in cui il rischio radon è considerevolmente più elevato della media e può, localmente, raggiungere livelli non accettabili. I dati qui presentati consentono di prefigurare la localizzazione di alcune di queste aree.

Il principale sforzo dell'ARPA, in questa fase, è quello di individuare le aree a rischio radon della Regione. Ciò viene e verrà fatto sia attraverso campagne di misura mirate, che per mezzo di tecniche predittive che integrano i dati sperimentali con la conoscenza geologica del territorio. Questo lavoro è già in corso e si svilupperà nei prossimi anni

La corretta applicazione del D. L.vo 241/00 richiede una serie di adempimenti, alcuni di competenza centrale, altri regionali. A livello centrale, di fondamentale importanza è la Sezione speciale della Commissione tecnica per le esposizioni a sorgenti di radiazioni ionizzanti, che deve fornire le fondamentali linee guida. Alle Regioni spetterà invece la definizione delle (eventuali) zone a rischio radon (da effettuarsi al più tardi entro il 1 settembre 2005). In questo contesto il ruolo dell'ARPA è duplice: da un lato dovrà fornire il necessario supporto tecnico ai controlli nei luoghi di lavoro (l'obbligo per i luoghi interrati scatterà di fatto il 1 marzo 2002), dall'altro dovrà fornire alla Regione le basi tecnico scientifiche per la definizione delle zone a rischio radon.

Il quadro, come si vede, è piuttosto complesso e impegnativo. Da parte nostra, non appena saranno noti i criteri sulle misure e sulla definizione delle aree a rischio formulati dalla citata Commissione tecnica, c'è l'impegno di aggiornare i dati di questo studio preliminare, arricchendolo dei nuovi dati che saranno disponibili e, soprattutto, corredandolo di valutazioni più precise nonché di eventuali proposte per la definizione, da parte della Regione Piemonte, delle suddette aree a rischio radon.

Il Responsabile Polo Radiazioni Ionizzanti

dott. Mauro Magnoni