



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

Dipartimento nucleare, rischio
tecnologico e industriale





MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Direzione per le valutazioni ambientali

Convenzioni tra ISPRA e ARPA, APPA, l'ENEA-INMRI, CRI, ISS nell'ambito della Convenzione del 29.12.2006 MATTM-ISPRA avente per oggetto "Supporto tecnico alla DSA all'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici", linea di attività "Prevenzione dai rischi dell'esposizione a radiazioni ionizzanti", tematica "Implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale"

Task 02.01.01

BANCA DATI RADON

Rev. 0		
Soggetti partecipanti	Verifica Coordinatore task (data e firma)	Approvazione (ISPRA) (data e firma)
ARTA Abruzzo	10/06/2014 Francesco Salvi (ISPRA) 	11/06/2014 Giancarlo Torri (ISPRA) 
ARPA Lombardia		
ARPAT Toscana		
ISPRA		
ISS		

Note

Revisioni

n.	data	Oggetto modifica

L'istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA), l'Istituto Superiore di Sanità e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute nel presente documento.

Autori

Francesco Salvi (ISPRA), Giancarlo Torri (ISPRA), Francesco Bochicchio (ISS), Gennaro Venoso (ISS), Sergio Palmeri (ARTA Abruzzo), Silvia Bucci (ARPA Toscana), Marta Pantani (ARPA Toscana), Daniela De Bartolo, (ARPA Lombardia)

Ringraziamenti:

Si ringraziano i colleghi Antonio Scaramella e Maria Carotenuto del Servizio SINANET dell' ISPRA per il prezioso contributo sia in fase di impostazione del modello logico concettuale della banca dati e sia per la realizzazione di una demo della stessa.

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	7
2	LA SITUAZIONE IN ITALIA E L'ESIGENZA DI UNA BANCA DATI NAZIONALE.....	8
2.1	IL RADON E SUOI EFFETTI SULLA SALUTE.....	8
2.2	NORMATIVA ATTUALE E NUOVA DIRETTIVA 2013/59/EURATOM.....	9
2.3	ESIGENZA DI UNA BANCA DATI NAZIONALE.....	9
3	REALIZZAZIONE DI UNA BANCA DATI NAZIONALE.....	11
3.1	OBIETTIVI DI UN DATABASE NAZIONALE.....	11
3.2	DATABASE DI INDAGINI NAZIONALI E DI INDAGINI REGIONALI ESISTENTI.....	11
3.2.1	<i>ANALISI DEI QUESTIONARI ESISTENTI.....</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>ANALISI DELLE MODALITÀ DI ESPRESSIONE DEI RISULTATI DI CONCENTRAZIONE DI ATTIVITÀ DI RADON.....</i>	<i>13</i>
4	STANDARD PER LA RACCOLTA DEI DATI.....	14
4.1	QUESTIONARIO STANDARD.....	14
4.1.1	<i>STRUTTURA DEL QUESTIONARIO STANDARD.....</i>	<i>15</i>
4.2	FORMAT DATI CONCENTRAZIONE RADON.....	17
5	LA BANCA DATI.....	18
5.1	STRUTTURA DELLA BANCA DATI.....	18
5.2	VERSIONE DEMO DELLA BANCA DATI.....	20
6	ALLEGATI.....	26
7	BIBLIOGRAFIA.....	27

ACRONIMI

ANR – Archivio Nazionale Radon

APAT – Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi tecnici (ora ISPRA)

APPA – Agenzie per la protezione dell’ambiente delle province autonome

ARPA, ARTA – Agenzie regionali per la protezione dell’ambiente

CRI – Croce Rossa Italiana

DSA – Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale

DVA – Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali

ENEA – Ente per le Nuove Tecnologie, l’Energia e l’Ambiente

INMRI – Istituto di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ISS – Istituto Superiore di Sanità

MATTM – Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

OMS – Organizzazione Mondiale della Sanità

POD – Piano Operativo di Dettaglio

PNR – Piano Nazionale Radon

QS – Questionario Standard

QSR – Questionario Standard Ridotto

SINA – Sistema Informativo Nazionale Ambientale

SSNTD’s - Rivelatori a stato solido di tracce nucleari

PREMESSA

Il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) e l’ISPRA hanno stipulato, nel 2006, una Convenzione avente per oggetto il supporto tecnico alla Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale (DSA) – ora Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali (DVA) – all’elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici.

Nel Piano Operativo di Dettaglio (POD), elaborato dall’ISPRA nell’ambito della suddetta Convenzione, è prevista la linea di attività “Prevenzione dai rischi dell’esposizione a radiazioni ionizzanti”, che a sua volta include la tematica “Implementazione di un sistema nazionale di monitoraggio della radioattività ambientale”.

Nell’ambito della tematica sopra citata, attraverso una preventiva consultazione con tutte le Agenzie regionali e provinciali per la protezione ambientale (ARPA/APPA) e gli enti qualificati, quali l’Istituto Superiore di Sanità (ISS), l’Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile-Istituto Nazionale di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti (ENEA-INMRI) e la Croce Rossa Italiana (CRI), sono state individuate sedici specifiche attività prioritarie (task).

Per la realizzazione delle task sono state stipulate apposite convenzioni tra l’ISPRA e le ARPA/APPA, l’ENEA-INMRI e la CRI e un accordo con l’ISS. Nell’allegato tecnico alle convenzioni sono state individuate le compagini e i coordinatori delle task.

Alla realizzazione della task, coordinata dall’ISPRA, hanno contribuito l’Istituto Superiore di Sanità, l’ARPA Lombardia, l’ARTA Abruzzo e l’ARPAT Toscana.

1 INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta il prodotto della task 02.01.01 “Esposizione al radon, Banca Dati radon standard MATTM/SINA, Completamento Banca Dati radon” il cui obiettivo è la realizzazione di una banca dati nazionale sulle misure di concentrazione di radon indoor e delle informazioni correlate nell’ambito del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) con standard compatibili con quelli del MATTM. Tale obiettivo si inserisce nell’ambito più ampio della collaborazione tra enti e strutture nazionali e territoriali che si occupano di problematiche connesse all’esposizione al radon. In particolare, la collaborazione con l’Istituto Superiore di Sanità, ha permesso che le attività della task fossero svolte in linea con le indicazioni del Piano Nazionale Radon (PNR), e che i prodotti della task fossero di supporto per l’Archivio Nazionale Radon (ANR), nell’ambito del quale vengono raccolti e analizzati dati ed informazioni su tutte le attività connesse alla problematica radon svolte in Italia.

La prima fase della task ha visto coinvolti i partecipanti nella individuazione e raccolta di documenti pregressi sull’argomento, tra cui la “Linea guida per misure di radon in ambienti residenziali” (AGF-T-LGU-03-01) e la “Definizione degli standard informativi per la realizzazione di un database delle misure di radon indoor” (AGF-T-RAP-03-08). In seguito, è stata eseguita una raccolta di documenti prodotti da ISPRA, ISS e dalle ARPA/APPA e utilizzati durante le diverse indagini radon svolte a livello regionale o nazionale. Una tale mole di documentazione ha richiesto inizialmente un notevole sforzo di selezione delle informazioni, che ha permesso, però, di attingere a esperienze diverse e quindi da una parte di ottenere una raccolta esaustiva di informazioni e dall’altra di far convogliare in un unico standard l’intero spettro di tali esperienze.

Sono anche stati raccolti i dati disponibili (in formati molto eterogenei) sul territorio nazionale.

Sulla base delle informazioni raccolte, i partecipanti hanno dapprima definito i principali obiettivi della banca dati, quali la raccolta e archiviazione dei dati e l’analisi degli stessi, e poi tracciato un quadro generale sugli strumenti e sulle modalità di archiviazione dei dati utilizzati a livello nazionale dai vari soggetti (ARPA, ISS, ISPRA), evincendo che in Italia sono state archiviate decine di migliaia di dati.

2 LA SITUAZIONE IN ITALIA E L'ESIGENZA DI UNA BANCA DATI NAZIONALE

2.1 Il radon e suoi effetti sulla salute

Il radon è un gas radioattivo proveniente principalmente dal suolo. Si accumula negli ambienti confinati (abitazioni, scuole, luoghi di lavoro) raggiungendo concentrazioni anche molto diverse tra un edificio e l'altro che in alcuni casi possono rappresentare un rischio eccessivo per gli occupanti. L'esposizione al radon rappresenta (in assenza di eventi incidentali) la principale fonte di esposizione per la popolazione alla radioattività. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), attraverso l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), ha classificato fin dal 1988 il radon nel Gruppo 1, in cui sono elencate le sostanze per le quali vi è un'evidenza accertata di cancerogenicità sulla base di studi epidemiologici sugli esseri umani. In particolare, l'esposizione al radon è considerata dall'OMS la seconda causa di tumore al polmone dopo il fumo di sigaretta.

I risultati di 13 studi epidemiologici europei (compreso quello condotto in Italia) effettuati in abitazioni hanno dimostrato, confermando analoghi studi effettuati in precedenza sui minatori, che il rischio di tumore polmonare aumenta proporzionalmente all'aumentare della concentrazione di media di radon, e che tale aumento è statisticamente significativo anche a concentrazioni di radon medio - basse (inferiori a 200 Bq m^{-3}). In particolare, il rischio di contrarre un tumore polmonare aumenta di circa il 16% per ogni incremento di 100 Bq m^{-3} della concentrazione media di radon (Darby et al., 2005).

Sulla base di tali stime di rischio, l'ISS ha recentemente aggiornato le stime dei casi di tumore polmonare attribuibili all'esposizione al radon in Italia (per tutte le Regioni) utilizzando i valori di concentrazione di radon stimati nell'ambito dell'Indagine Nazionale degli anni 89-98, corretti per tener conto soprattutto della variabilità a cui è soggetta la misurazione del radon effettuata in anni diversi e che, se non considerata, comporta una sottostima del valore di concentrazione medio. La stima dei decessi annui per tumore polmonare attribuibili al radon è risultata pari a circa 3300, che rappresenta circa il 10% degli oltre 32000 decessi per tumore polmonare che ogni anno si registrano in Italia, e pari a circa il 2% di tutti i decessi annui per ogni tipo di tumore. Inoltre è risultato che il rischio per i fumatori è circa 20 volte superiore rispetto ai non fumatori a causa dell'effetto sinergico tra radon e fumo di sigaretta. L'ISS ha stimato che la maggior parte dei decessi attribuibili al radon avviene tra i fumatori (~ 70% del totale) ed ex-fumatori (~ 20%) (Bochicchio et al., 2013).

2.2 Normativa attuale e nuova Direttiva 2013/59/Euratom

In Italia, attualmente, l'esposizione al radon negli ambienti di lavoro è regolata dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. (D.Lgs 241/2000). Il decreto individua gli ambienti di lavoro che rientrano nel campo di applicazione, ad esempio, i luoghi di lavoro sotterranei, fissando livelli di azione e compiti per i vari soggetti interessati. Un primo compito dei datori di lavoro è la misurazione della concentrazione di attività di radon media in un anno per la quale è fissato un livello di azione pari a 500 Bq m^{-3} . Al di sopra di tale valore, i datori di lavoro devono attuare particolari adempimenti, tra cui comunicare il superamento alle ARPA/APPA (oltre che agli organi del Servizio sanitario nazionale competenti per territorio e alla Direzione provinciale del lavoro), e procedere ad una valutazione della dose efficace a cui sono esposti i lavoratori, avvalendosi di un esperto qualificato. Nel caso di lavoratori per i quali la dose efficace stimata superi il valore di 3 mSv, il datore di lavoro ha l'obbligo di ridurre la concentrazione di radon o la dose efficace al di sotto dei valori sopra riportati¹. Nel caso non si riesca a ridurre la concentrazione o la dose al di sotto dei rispettivi livelli di azione devono essere adottati i provvedimenti di protezione sanitaria appropriati fino a quando ulteriori azioni non riconducano concentrazione o dose al di sotto dei rispettivi livelli di azione. L'attuale normativa non prevede disposizioni per gli ambienti residenziali.

Il 17 gennaio 2014 è stata pubblicata la Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio Europeo del dicembre 2013, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che dovrà essere recepita nell'ordinamento nazionale entro al massimo 4 anni dalla sua pubblicazione. Tale direttiva prevede obblighi più stringenti riguardanti la protezione dall'esposizione al radon negli ambienti di lavoro, indicando un livello di riferimento massimo di 300 Bq m^{-3} a meno che non sia giustificato, da particolari circostanze esistenti a livello nazionale, un livello di riferimento superiore.

La direttiva, inoltre, introduce, per la prima volta, anche disposizioni per la protezione dal radon negli ambienti residenziali (abitazioni). In particolare, ogni Stato Membro dovrà stabilire un livello di riferimento, in termini di media annua della concentrazione di attività di radon in aria, che non sia superiore a 300 Bq m^{-3} .

2.3 Esigenza di una banca dati nazionale

In Italia, dopo l'indagine nazionale nelle abitazioni del 1989-1998 (realizzata da ISPRA, ISS e ARPA/APPA), sono state condotte, da parte di enti pubblici nazionali e regionali, molte altre campagne di misura, su scala nazionale e/o su scala regionale/locale, per approfondire diversi aspetti della problematica

¹ Nel caso delle scuole, l'obbligo di riduzione della concentrazione è indipendente dal valore della dose efficace.

quali ad esempio la conoscenza della distribuzione dei livelli di radon in abitazioni, scuole e luoghi di lavoro o la individuazione delle aree con elevata probabilità di alte concentrazioni di attività di radon come previsto dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i.

Tali indagini avevano scopi e metodologie diversi, anche in considerazione del fatto che sono in genere state effettuate a livello regionale, e di conseguenza la raccolta e organizzazione dei dati erano realizzate attraverso format o banche dati eterogenei.

Inoltre, si prevede che il numero di misure di concentrazione di radon sarà, nel corso degli anni, in continuo aumento. Tali misure saranno effettuate sia nell'ambito di indagini (alcune attualmente in fase di pianificazione), sia ai sensi della normativa vigente (nei luoghi di lavoro) e futura (nei luoghi di lavoro e nelle abitazioni, come previsto dalla Direttiva 2013/59/Euratom).

La realizzazione di una banca dati nazionale in cui far confluire tutti i dati relativi alle misure di concentrazione di radon effettuate in tutta Italia da enti pubblici diversi (oltre che da privati) è un fondamentale strumento al fine di omogeneizzare la grande varietà di modalità di raccolta dei dati attualmente presente in Italia.

Tale importante obiettivo è previsto anche dal Piano Nazionale Radon (Ministero della Salute, 2002), da realizzarsi nell'ambito delle attività dell'Archivio Nazionale Radon.

Nel capitolo 2 sono descritti gli obiettivi di una banca dati nazionale e le problematiche connesse con la sua realizzazione. Nel capitolo 3 sono descritte le attività, svolte nell'ambito della task, finalizzate alla realizzazione di una banca dati nazionale omogenea, basata sulle informazioni relative ai risultati delle misurazioni (formati dati) e sulle informazioni a corredo delle misure (questionario standard) utili ai fini della valutazione dei principali fattori che influenzano la presenza del radon negli edifici.

3 REALIZZAZIONE DI UNA BANCA DATI NAZIONALE

3.1 Obiettivi di un database nazionale

Gli obiettivi di una banca dati nazionale delle misure di concentrazione di radon (effettuate nelle abitazioni, nelle scuole e nei luoghi di lavoro) sono:

1. la conoscenza (a livello nazionale, regionale o locale) del numero di misure, della loro distribuzione sul territorio e di tutti quegli indicatori utili per valutare lo stato dell'arte del problema radon. Sulla base di tale conoscenza è possibile pianificare adeguatamente le azioni da compiere sul territorio per la riduzione del rischio associato all'esposizione al radon ed individuare i casi in cui agire con priorità;
2. la possibilità di evidenziare le caratteristiche (degli edifici, dei locali e dell'ambiente circostante) che hanno maggiore impatto sulla concentrazione di radon indoor, tramite tecniche di analisi della varianza;
3. la valutazione della distribuzione geografica del fenomeno a livello locale, regionale e nazionale.

Per la realizzazione della struttura della banca dati si è tenuto conto degli obiettivi prefissati. In particolare, sono state prese in considerazione le diverse problematiche relative a:

- i) misure già effettuate, i cui dati sono conservati in database regionali aventi strutture e contenuti informativi eterogenei tra loro;
- ii) misure da effettuare in futuro, per tutte le quali è possibile concepire una raccolta di informazioni in modo standardizzato, allo scopo di rendere semplice la loro importazione in un unico database nazionale.

In questa fase non è stata presa in considerazione la problematica degli ambienti di lavoro in quanto presenta aspetti ancora più complessi e pertanto si è deciso di affrontare tale argomento dopo l'esperienza maturata nell'applicazione della banca dati per le abitazioni.

3.2 Database di indagini nazionali e di indagini regionali esistenti

Allo stato attuale sono state effettuate alcune indagini estese sul territorio nazionale e molte indagini relative al territorio regionale o sub regionale. Per ognuna di tali indagini sono stati individuati gli strumenti e le modalità di archiviazione nei rispettivi database. In generale, tali database contengono sia i dati delle misure di concentrazione di radon, sia informazioni a corredo delle misure stesse e relative ai siti di misura. Per queste ultime, sono stati utilizzati dei questionari nei quali sono state raccolte le

informazioni relative alla tipologia costruttiva dell'edificio, alle caratteristiche dei locali di misura, ai materiali edili presenti nel sito di misura, fino alle abitudini di vita degli occupanti, ecc. Tali informazioni sono funzionali allo scopo di individuare quali siano le caratteristiche che maggiormente influenzano i livelli di concentrazione di radon.

Nell'ambito della task e congiuntamente con l'Archivio Nazionale Radon, sono stati pertanto acquisiti i data base completi prodotti dai vari soggetti attuatori di indagini passate, i quali contengono i dati relativi ai questionari popolati e ai risultati delle misure di radon, a seguito di una richiesta formale indirizzata ai Direttori di tutte le ARPA/APPA.

3.2.1 Analisi dei questionari esistenti

Nel corso della prima fase della task, sono stati raccolti tutti i questionari informativi relativi alle indagini di misura condotte in questi anni dall'ISS, dall'ISPRA e dalle ARPA/APPA. In tutto sono stati raccolti e analizzati 20 questionari (vedi allegato 1 con l'elenco dei questionari e delle amministrazioni che li hanno prodotti). Inizialmente è stata studiata la possibilità di poter integrare in maniera adeguata il contenuto informativo di tutti i questionari in una struttura unica, iniziando l'analisi da un sottoinsieme di informazioni ritenute più importanti sulla base degli obiettivi della banca dati sopra elencati.

Una tale mole di documentazione ha richiesto inizialmente un notevole sforzo di selezione delle informazioni, che ha permesso, però, di attingere ad esperienze diverse e quindi da una parte di ottenere una raccolta esaustiva di informazioni e dall'altra di evidenziare quali sono le principali informazioni utili al fine di ottenere uno standard per le indagini future (vedi capitolo successivo).

Il quadro emerso dall'analisi dei questionari ha mostrato una notevole eterogeneità delle strutture dei questionari con una conseguente elevata complessità di integrazione delle informazioni provenienti da questionari diversi. Sono emerse difficoltà nel convogliare le informazioni dei vari questionari in una struttura comune. In particolare, si è potuto constatare che per molte domande esistono, tra i vari questionari, opzioni di risposta non compatibili tra loro. Inoltre sono emerse ambiguità su alcune definizioni importanti (p.es. la definizione di edificio) adottate nei diversi questionari, che rendono in linea di principio problematico il processo di unione del contenuto informativo proveniente da indagini diverse.

In base a quanto emerso, si è pertanto deciso di adottare due diverse strategie per i dati già disponibili raccolti con i diversi questionari e per i dati di futura acquisizione. Per i dati già esistenti è stato deciso di raccogliere tutte le informazioni (incluso il formato e la codifica delle risposte per ogni singolo campo) provenienti dai vari questionari/database così come prodotti, senza fare alcuna selezione in ingresso delle informazioni, né creare una struttura *ad hoc* (del data base nazionale) in grado di raccogliere, elaborare e rendere omogenei tutti i dati. In pratica, i database già esistenti sono stati raccolti in un contenitore

informativo (*repository*) eterogeneo che permetterà, comunque, di poter ricavare le informazioni utili per la valutazione del fenomeno e per la pianificazione di tutte le attività. Sulla base di tale raccolta, ad esempio, sarà possibile conoscere: i) il numero totale di abitazioni (scuole/luoghi di lavoro) in cui sono state effettuate misure e la loro distribuzione nel territorio; ii) il numero di abitazioni con concentrazioni di radon superiori a prefissati livelli di riferimento; iii) la variabilità stagionale delle misure di concentrazione di radon, nel caso di misure annuali effettuate con periodi di esposizione semestrali.

Per i dati futuri si è deciso di formulare un questionario standard in cui raccogliere le informazioni da archiviare, il quale, tenuto conto dell'analisi di tutti i questionari pervenuti, potesse essere diffuso ai soggetti attuatori di future indagini in modo tale da avere un unico sistema di descrizione dei dati di corredo.

3.2.2 Analisi delle modalità di espressione dei risultati di concentrazione di attività di radon

Analogamente a quanto fatto per i questionari, sono state analizzate le modalità con cui sono stati espressi i risultati delle misurazioni in termini non solo di concentrazione di radon, ma anche di suddivisione dei periodi di esposizione dei rivelatori, delle modalità di calcolo delle concentrazioni medie e anche delle metodologie di valutazione ed espressione delle incertezze delle misure.

Di conseguenza è stato predisposto un format per la raccolta dei risultati delle misure di concentrazione di radon per le future indagini.

4 STANDARD PER LA RACCOLTA DEI DATI

L'armonizzazione del tipo di informazioni da acquisire nelle indagini di misura è un aspetto essenziale per permettere la creazione di una banca dati nazionale omogenea e facilmente popolabile attraverso l'importazione di dati locali con la stessa struttura, le stesse informazioni e la stessa codifica con cui vengono acquisite tali informazioni. A tale scopo sono individuabili due set di dati: il primo (questionario standard) riguarda i dati sulle caratteristiche dei parametri che possano avere influenza sulla concentrazione di radon (tipicamente caratteristiche orografiche, costruttive di edifici e abitazioni, impiantistica, ecc), il secondo (format dati) riguarda i valori e le modalità di misura della concentrazione di radon.

4.1 Questionario Standard

Il Questionario Standard (QS) ha lo scopo di raccogliere tutte le informazioni sulle caratteristiche dei siti di misura con due obiettivi principali:

1. testare la rappresentatività del campione rispetto all'insieme della popolazione (in questo caso delle abitazioni);
2. individuare tramite analisi statistica quali sono le caratteristiche che maggiormente influenzano i livelli di concentrazioni di radon.

Per il primo obiettivo, sono stati analizzati i questionari degli ultimi censimenti ISTAT (2001 e 2011), in modo da rendere le domande del QS e, in particolare, le opzioni di risposta compatibili con quelle dell'ISTAT, con speciale riguardo per le domande relative alle caratteristiche dell'edificio.

Per il secondo obiettivo, si sono analizzati gli studi europei (di cui uno in una regione italiana) effettuati per l'individuazione delle caratteristiche che maggiormente sono collegate ad alti valori di radon attraverso studi di analisi della varianza, sviluppo di modelli previsionali, ecc. (Gunby et al., 1993; Verdi et al., 2004; Hunter et al., 2005; Hauri et al., 2012). Anche se le caratteristiche costruttive degli edifici italiani sono differenti rispetto a quelle degli altri stati europei, soprattutto quelli del nord Europa con climi più rigidi, è comunque importante focalizzare l'attenzione su quelle caratteristiche che hanno mostrato una correlazione maggiore con la concentrazione di radon negli altri Paesi.

Inoltre, è stato svolto un lavoro di analisi delle varie sezioni dei questionari utilizzati finora in Italia per le campagne di misura, che avevano lo scopo di stimare la distribuzione della concentrazione del radon in modo rappresentativo rispetto all'esposizione della popolazione. Dall'analisi effettuata, si è deciso di

inserire nel QS quelle informazioni chiave (e la loro codifica) già utilizzate in passato per testare la significatività del campione. In questo modo, in futuro, in caso di nuove indagini rappresentative potrà essere fatto un confronto più robusto con i risultati di indagini già effettuate nella stessa regione e verificare la compatibilità dei campioni per aggiornare adeguatamente le distribuzioni regionali/locali. Il confronto potrà essere fatto non solo tra le stime delle distribuzioni, ma anche tra le caratteristiche dei campioni di abitazioni in cui sono state effettuate le misure.

4.1.1 Struttura del Questionario Standard

Il QS ha una struttura suddivisa in sezioni che descrivono, oltre alle informazioni anagrafiche, i diversi parametri individuati come possibili fattori correlabili alla concentrazione di radon (tabella 3.1).

Tabella 3.1 – *Struttura del Questionario Standard*

Sezione	Titolo	Descrizione
A	Dati generali ed indirizzo	Anagrafica e contatti degli occupanti, indirizzo completo del sito di misura e coordinate geografiche
B	Misure di concentrazione di radon o azioni di prevenzione /risanamento effettuate in passato	Informazioni pregresse su indagini radon o azioni di rimedio effettuate nel luogo di misura
C	Dati sugli abitanti	Informazioni generali e abitudini connesse al fumo di tabacco
D	Informazioni sull'edificio	Dislocazione dell'edificio rispetto all'ambiente circostante, tipologia costruttiva e materiali della struttura portante. Informazioni aggiuntive sui piani terra e sotterranei.
E	Informazioni sull'abitazione	Struttura ed utilizzo dell'abitazione, e sua collocazione all'interno dell'edificio. Informazioni aggiuntive su impianti e ventilazione.
F	Dati sui locali in cui sono posti i dosimetri	Informazioni che descrivono dettagliatamente le caratteristiche dei locali e la loro collocazione all'interno dell'abitazione. Ulteriori dettagli su aerazione e tubazioni.
G	Dati sui dosimetri	Codici e posizionamento dei dosimetri nei locali di misura.
H	Dati su lavori di ristrutturazione	Informazioni su eventuali ristrutturazioni avvenute durante il periodo di misura del radon

La modalità di acquisizione delle informazioni prevede tre soggetti: l'intervistato (proprietario o inquilino) che occupa l'abitazione in cui si effettuano le misure e fornisce le informazioni, l'intervistatore che pone le domande e, data la complessità di alcune parti del questionario, assiste eventualmente l'intervistato, e un compilatore che si occupa dell'inserimento delle informazioni raccolte nel questionario. I tre soggetti possono coincidere, ad esempio quando il proprietario/inquilino compila autonomamente il questionario. Le informazioni anagrafiche dei tre soggetti, riportate nella Sezione A, sono utili a tenere traccia delle persone di riferimento che prendono parte al processo di acquisizione dei dati e forniscono anche

l'indicazione su chi contattare per comunicare i risultati delle misurazioni avvenute nell'abitazione ed, eventualmente, per consigliare azioni di risanamento in caso di elevate concentrazioni di radon riscontrate. La Sezione A include, inoltre, i dati fondamentali per identificare il sito di misura (abitazione), sia attraverso un codice univoco che attraverso l'indirizzo completo e le coordinate geografiche. Queste ultime sono essenziali per la realizzazione delle elaborazioni territoriali e cartografiche.

La Sezione B raccoglie le informazioni su eventuali misure di radon e su azioni di risanamento o di prevenzione specifiche per il radon effettuate in passato nell'abitazione.

Nella Sezione C sono raccolte alcune informazioni connesse al fumo di tabacco (fumatori/ex-fumatori) con l'obiettivo di poter modulare la comunicazione dei risultati (e del rischio associato all'esposizione al radon) in presenza o meno di fumatori.

Le sezioni D, E, F relative alle tipologie costruttive sono principalmente predisposte alla raccolta dei dati rispettivamente dell'edificio (D), dell'abitazione (E) e dei locali in cui sono si effettuano le misure (F). La sezione dedicata all'edificio contiene due sottosezioni destinate alle specifiche dei piani sotterranei e seminterrati e ai piani terra o rialzati, in quanto queste caratteristiche sono molto importanti sia dal punto di vista del contatto con il suolo (che, come detto, rappresenta la principale sorgente di ingresso del radon negli edifici) sia dal punto di vista delle vie di ingresso. La sezione dedicata all'abitazione contiene, invece, le sottosezioni destinate alla ventilazione e agli impianti, in quanto connessi sia ai meccanismi di ingresso che alle condizioni di misura (variazioni di temperatura e aerazione dei locali). Per analoghe motivazioni, la sezione dedicata ai locali in cui sono posti i dosimetri include tre sottosezioni che descrivono i locali sottostanti, le informazioni relative a pavimenti e pareti e dati aggiuntivi sull'aerazione e tubazione dei locali.

È prevista una sezione sugli strumenti di misura utilizzati (sezione G), che riporta i codici dei dosimetri impiegati e le date di inizio e fine esposizione, fondamentali per il calcolo della concentrazione di radon. In questa sezione sono richieste informazioni anche sulla posizione dei rivelatori all'interno dei locali di misura, oltre che sul loro stato al momento del ritiro.

Nella Sezione H, infine, sono stati predisposti i campi per la raccolta di informazioni su eventuali ristrutturazioni fatte durante il periodo di misura.

Questo prodotto permetterà di unificare le procedure di raccolta dei dati, evitando gli sforzi e in alcuni casi l'impossibilità di integrare le informazioni acquisite secondo modalità diverse convogliando i dati acquisiti a livello nazionale, regionale o locale in una struttura univoca. L'organizzazione delle sezioni, la scelta dei campi e dei rispettivi valori di risposta sono riportati in dettaglio nell'Allegato 2.

Il questionario predisposto contiene tutte le informazioni attualmente ritenute non escludibili ai fini di un'analisi statistica di correlazione con la presenza di radon ed è destinato ai soggetti istituzionali che effettuano indagini conoscitive al fine della caratterizzazione del fenomeno. Molte misure effettuate in

passato e probabilmente in futuro hanno un'origine diversa, tipicamente misure su richieste da parte di privati, che non richiedono un tale dettaglio di informazioni. Per questo aspetto potrà essere previsto un Questionario Standard Ridotto (QSR) nel quale saranno richiesti i soli dati ritenuti essenziali.

4.2 Format dati concentrazione radon

I dati raccolti nel questionario standard, come precedentemente descritto, sono un insieme di informazioni a corredo del risultato della misura di concentrazione di radon, che rappresenta il dato fondamentale.

Ai fini della definizione del dato di concentrazione di radon da associare all'abitazione è stato sviluppato un apposito format (Allegato 3) che raccoglie anche le modalità con cui tale dato è calcolato.

Esistono, infatti, varie possibilità di misurare la concentrazione di radon e occorre uniformare o quanto meno tenere traccia delle procedure di calcolo utilizzate.

Ad esempio, poiché i livelli di radon indoor sono molto variabili nel tempo (sia su scala giornaliera che stagionale), una misura affidabile della concentrazione media annuale di radon richiede misurazioni integrate su uno o più periodi della durata complessiva preferibilmente di circa un anno.

In tali casi, la concentrazione media annuale viene generalmente ottenuta attraverso due esposizioni dei dispositivi di misura per due periodi successivi, ed è utile avere traccia dei rispettivi risultati al fine di valutare le differenze di concentrazione tra i periodi ad esempio invernali e estivi. Ancora, nel caso si impiegassero più dispositivi di misura in diversi locali contemporaneamente, occorre tenere traccia delle modalità di calcolo con cui si ricava la concentrazione media annuale dell'intera abitazione.

5 LA BANCA DATI

Relativamente ai dati delle indagini effettuate in passato, le relative banche dati sono attualmente state raccolte da parte di ISPRA e ISS e sono conservate presso i rispettivi archivi informatici. La banca dati per le future attività di indagine è costituita dall'insieme delle informazioni riportate nel Questionario Standard e nel Format dati concentrazione radon. Il Questionario Standard, oltre ad essere un prodotto fruibile da tutti i soggetti promotori delle future indagini radon sul territorio, rappresenta parte del contenuto informativo della Banca Dati. La struttura del Questionario Standard è organizzata nelle sezioni precedentemente descritte al fine di guidare il processo di acquisizione delle informazioni a corredo delle misure di concentrazione di radon secondo una logica che faciliti il più possibile sia la comprensione delle domande da parte dell'intervistato sia la compilazione delle risposte. Le informazioni raccolte, organizzate in maniera adeguata, costituiscono i campi e le tabelle della Banca Dati.

5.1 Struttura della Banca Dati

Il modello logico-concettuale del database, E' stato elaborato utilizzando lo schema Entity-Relationship (E-R). Nella figura 1 è mostrato graficamente il modello E-R del database, in particolare le entità fondamentali del dominio del problema e le rispettive relazioni con la loro molteplicità. Sono anche visualizzati gli attributi primary key e foreign key. Nel definire il modello del database, si è scelto, per semplificare il modello, di mantenere accorpate nella stessa entità le informazioni, anche di natura diversa, che si riferiscono allo stesso "oggetto" del dominio del problema. Ciò ha permesso anche di passare più rapidamente alla sua implementazione in tabelle fisiche del database. Gli allegati 4 e 5 riportano il Dizionario dei Dati che corrisponde al modello del database. Il primo elenca le entità e gli attributi del modello, il secondo fornisce tutte le codelist per gli attributi codificati. Il Dizionario dei Dati fornisce le informazioni di dettaglio sul modello del database, con il significato riportato in tabella 5.1.

Tabella 5.1 *Informazioni del Dizionario dei Dati.*

ElementID	Identificativo dell'elemento del modello
ElementName	Nome dell'elemento
ElementType	Tipo di elemento: Entity; Attribute; codelist; codevalue
ElementDataType	Tipo dato dell'elemento: char; number; date...
ElementDefinition	Definizione dell'elemento
PK (Yes/No)	Solo se l'elemento è un Attribute: indica se l'attributo è "primary key" : Yes/no
FK/Cardinality	Se l'elemento è una Entity: molteplicità rispetto all'entità indicata. Se l'elemento è un Attribute: indica che l'attributo è una "foreign key" e fornisce il nome dell'entità la cui "primary key" valorizza l'attributo.
Requirement	Obbligatorietà dell'attributo: M=mandatory; O=optional
Codelist	Indica che l'attributo è codificato e fornisce il nome della codelist da utilizzare per valorizzarlo, elencata nella seconda parte del Dizionario dei Dati
Notes	Note

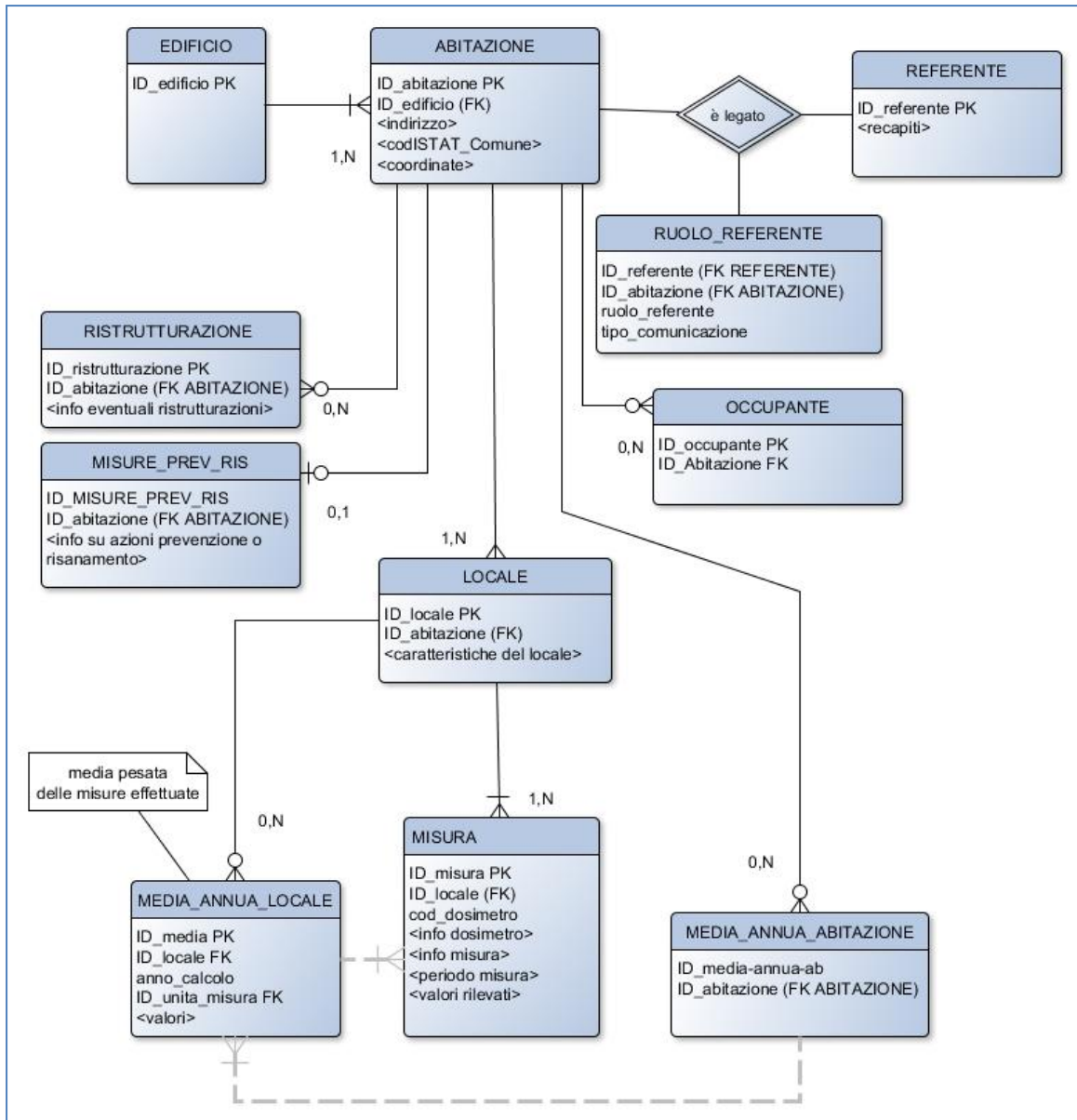


Figura 1 - Modello del database secondo lo schema E-R

5.2 Versione Demo della Banca Dati

La realizzazione di una banca dati radon nazionale è un processo lungo e complesso la cui prima fase richiede necessariamente la condivisione degli obiettivi e dei metodi con i soggetti addetti alla realizzazione del progetto. Il lavoro svolto dalla Task è stato rivolto in buona parte a questo obiettivo, tuttavia il percorso per la realizzazione della Banca Dati Radon dovrà tenere conto, come indicato nell'introduzione, delle prerogative individuate nell'ambito del Piano Nazionale Radon e conseguire l'approvazione del Consiglio Federale del Sistema delle Agenzie Ambientali.

Una versione demo della Banca Dati Radon è stata realizzata in maniera preliminare per mostrare le funzionalità principali e verificarne le potenzialità. Si tratta di un prototipo, da considerare come prodotto dimostrativo per permettere agli utenti e addetti ai lavori di valutare le principali capacità di esplorazione dei dati e creazione di report in modalità on-line. È stata realizzata con dati parziali, prendendo in considerazione le Regioni Lazio e Toscana, e popolando le tabelle fondamentali relative all'anagrafica delle abitazioni, ai dati misurati e alle coordinate geografiche.

La Banca Dati Radon è accessibile on-line attraverso l'autenticazione dell'utente (fig. 2). Questo permette di condividere con i membri della Task e altri soggetti interessati e autorizzati, i dati radon incentivando lo scambio delle informazioni e promuovendo l'uso di uno strumento centrale che rappresenti il fulcro per la raccolta e la condivisione dei dati. È un modo, inoltre, per favorire, attraverso l'uso pratico dello strumento, eventuali nuove idee e proposte soprattutto relative alla generazione dei report da implementare nel prodotto definitivo.

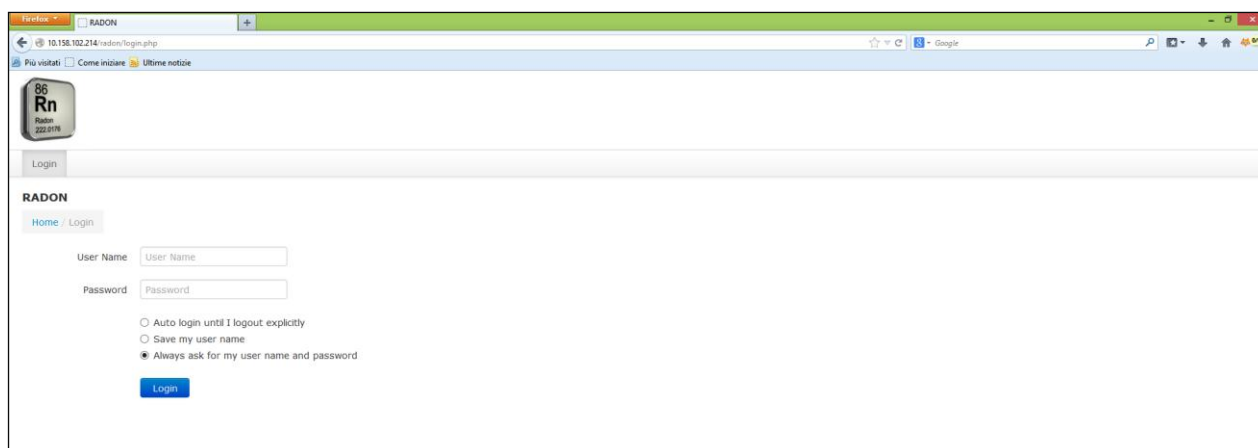


Figura 2 - Pagina web di login alla versione dimostrativa della Banca Dati

La figura 3 mostra il pannello principale dei dati georiferiti, ovvero la mappa su cui osservare la distribuzione spaziale dei dati misurati in modalità aggregata o puntuale a seconda della scala di

visualizzazione. L'aggregazione permette di rappresentare con maggiore chiarezza visiva la distribuzione delle abitazioni misurate, raggruppando spazialmente i punti.

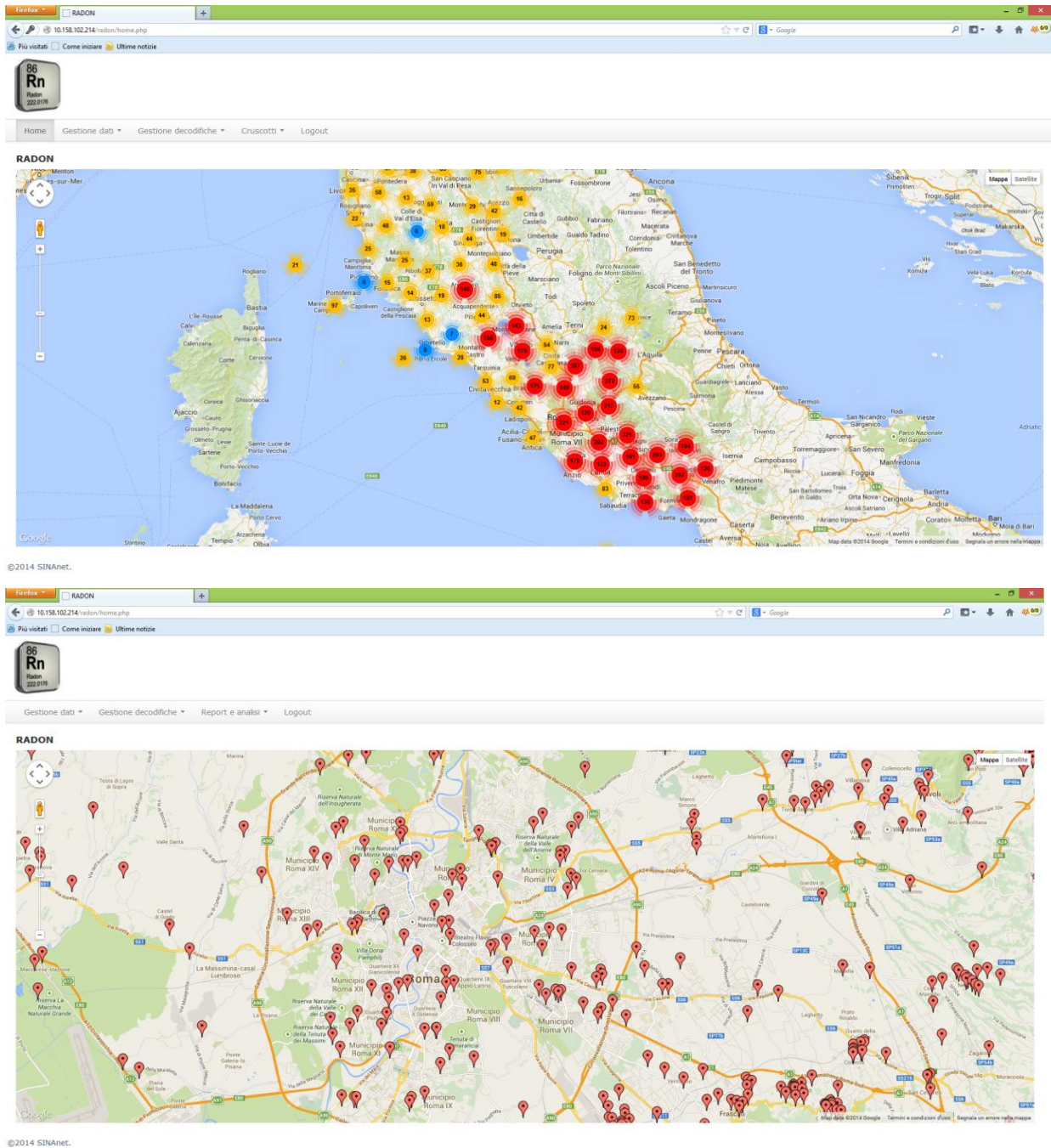
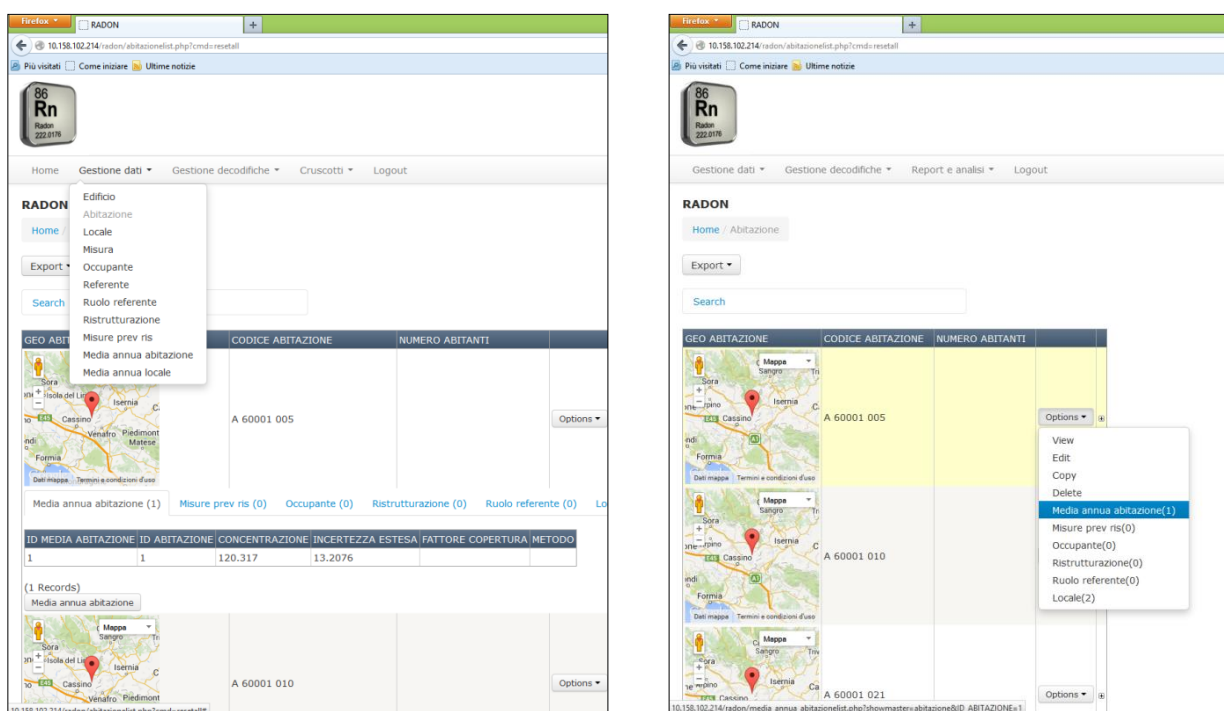


Figura 3 – *Distribuzione spaziale delle misure: visualizzazione aggregata (sopra) e puntuale (sotto) delle misure georiferite.*

I raggruppamenti, rappresentati con dei simboli circolari, sono caratterizzati sia quantitativamente, indicando il numero di misure presenti all'interno, sia qualitativamente, associando una scala di colori (dall'azzurro al viola) che identifica la classe di appartenenza. Selezionando un raggruppamento, il sistema permette di "accedere" al suo interno mostrando i dati puntuali ad una scala di maggior dettaglio. L'aggregazione viene fatta fino ad una soglia minima di quattro dati, al di sotto della quale è possibile solo la visualizzazione puntuale.

I singoli dati sono interrogabili sia attraverso la mappa sia nella visualizzazione alfanumerica, utilizzando il pannello di gestione delle tabelle della Banca Dati (fig. 4).



Menu Gestione dati

Menu Options

Figura 4 – Pannello per la gestione delle tabelle della Banca Dati Radon

Tale pannello permette di esplorare tutte le tabelle, i campi e i record della Banca Dati. La figura 5 mostra l'esempio di accesso alla tabella delle concentrazioni medie annuali di radon, che possono essere stampate o esportate nei formati Excel e Word. Le relazioni tra tabelle permettono di risalire a tutte le informazioni collegate alla singola abitazione, tra cui, ad esempio, i valori di concentrazione di radon misurati nei locali della stessa (fig. 6). Attraverso il cruscotto generale delle griglie di report è possibile visualizzare i grafici che sintetizzano i dati fornendo informazioni fondamentali per il controllo e la comprensione degli andamenti a livello locale o nazionale (fig. 7). Per le analisi più accurate e mirate è disponibile il Query Builder, uno strumento per la costruzione di query *ad hoc* finalizzate all'interrogazione ed estrazione dei

dati dalla Banca Dati. La figura 8 mostra il risultato della selezione di tutti i record relativi alle abitazioni appartenenti ai Comuni della Provincia di Viterbo in cui la concentrazione media annua è maggiore o uguale a 300 Bq m^{-3} , valore stabilito dalla Direttiva Europea come livello di riferimento.

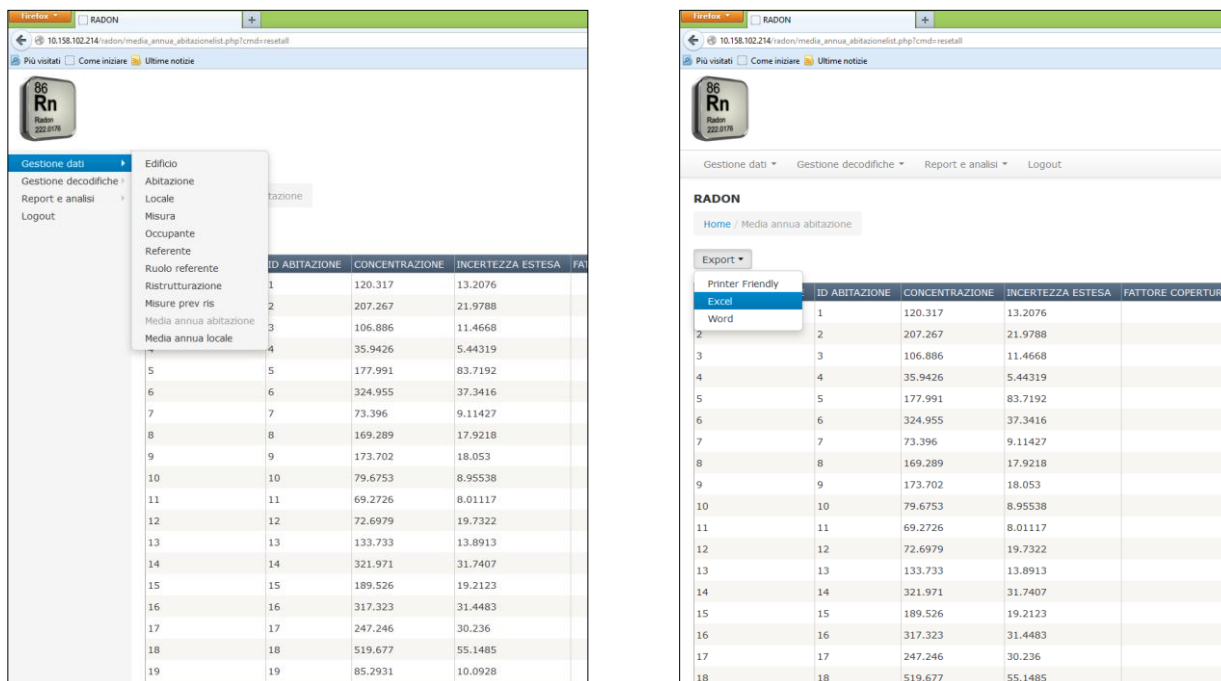


Figura 5 – Tabella contenente le stime delle concentrazioni medie annuali di radon relative alle singole abitazioni e menu per la stampa o l'esportazione dati nei formati Word/Excel.

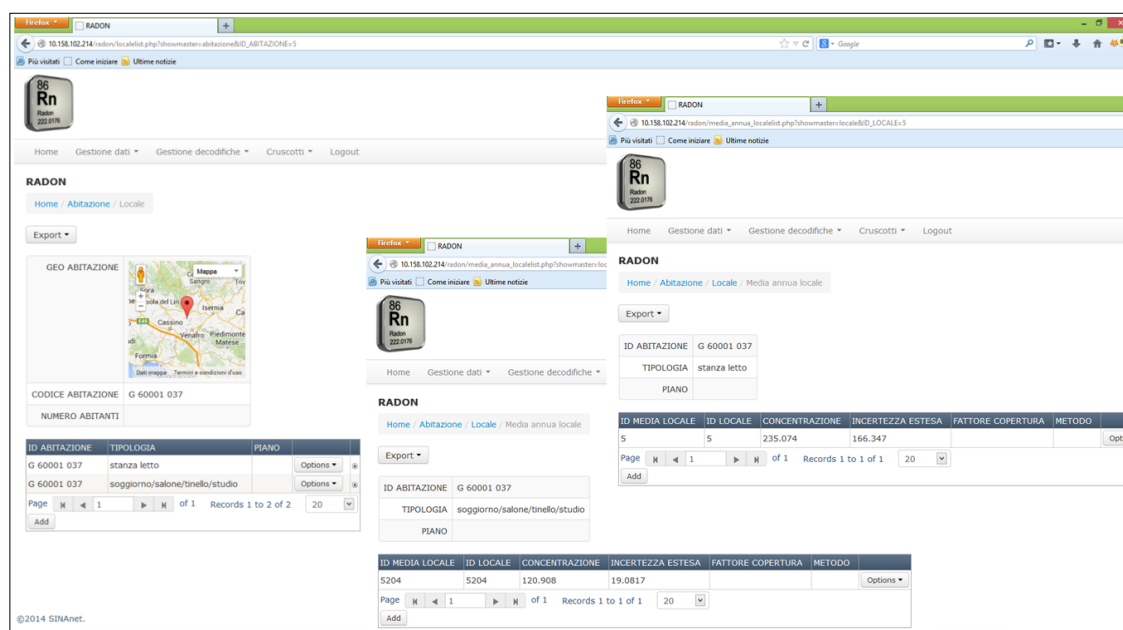


Figura 6 - Esplorazione dei dati relativi ai locali della singola abitazione.

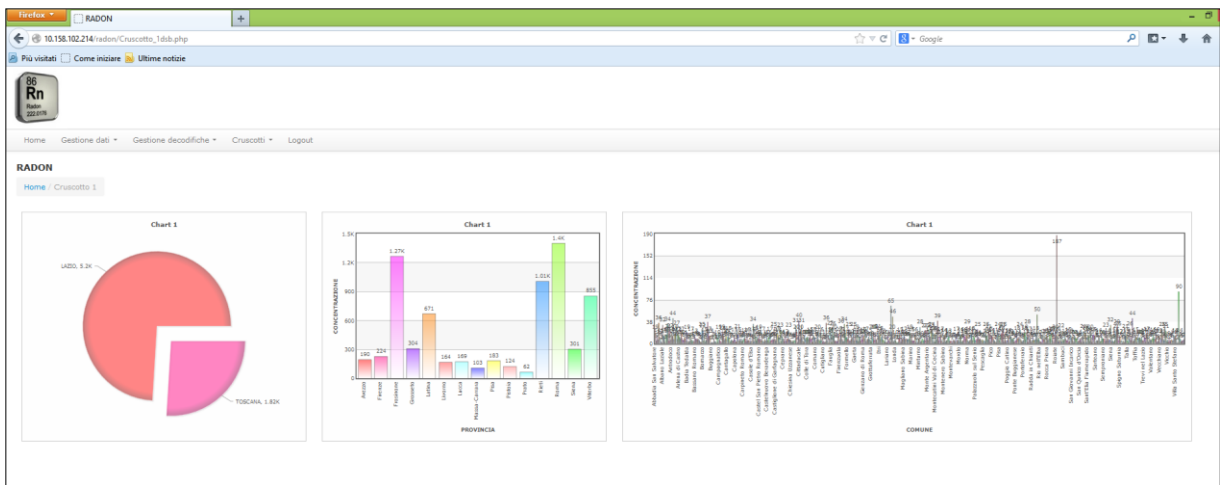


Figura 7 – Cruscotto generale delle griglie report per Regione, Provincia e Comune.

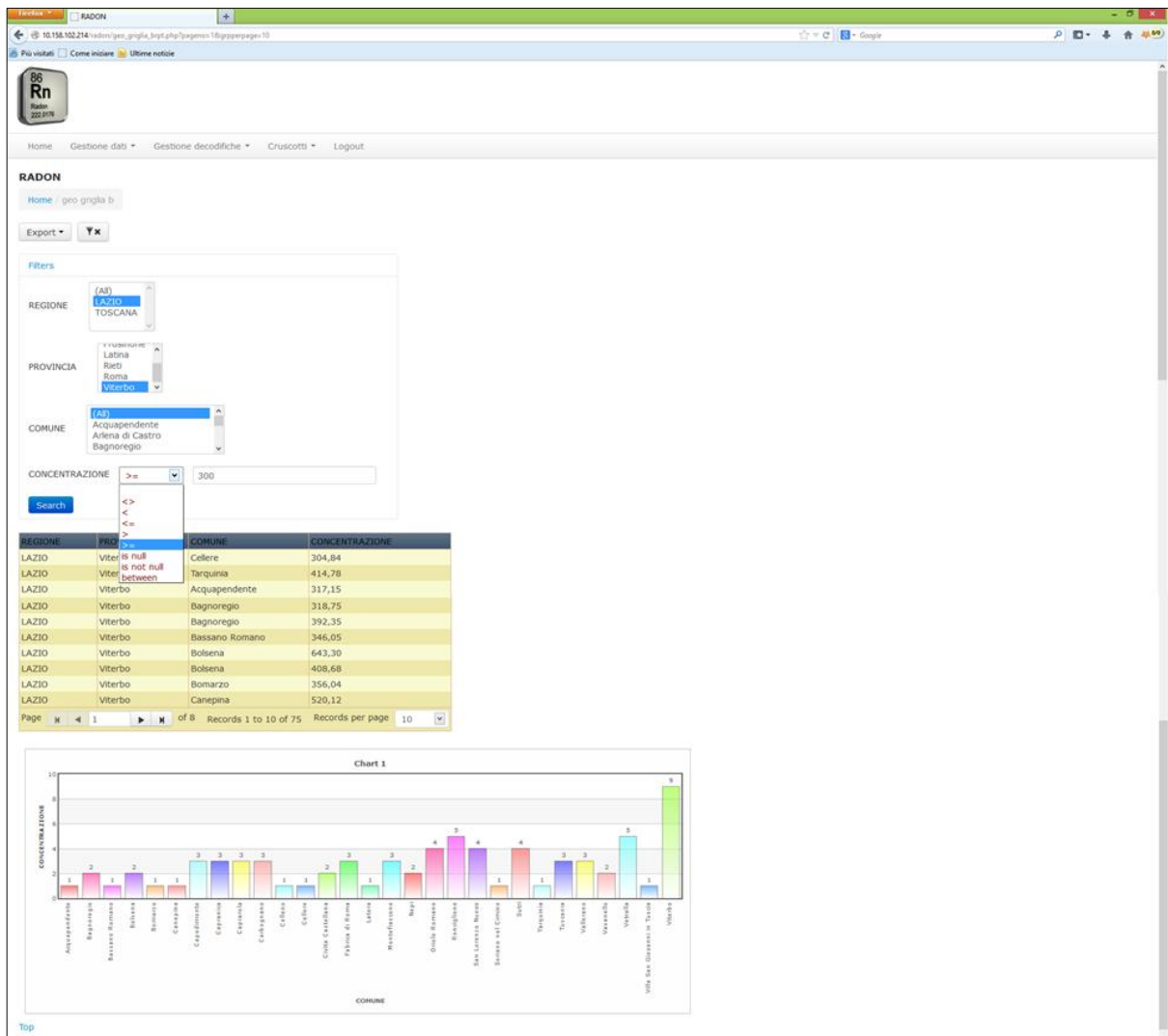


Figura 8 – Query Builder e generazione dei report (Comuni della Provincia di Viterbo in cui la concentrazione media annua è maggiore o uguale a 300 Bq m⁻³).

I record restituiti dall'interrogazione vengono visualizzati congiuntamente ai report statistici che ne sintetizzano visualmente il contenuto, oppure possono essere esportati per la lavorazione esterna attraverso altri software al fine di destinarli ad analisi più particolareggiate.

6 ALLEGATI

Allegato 1. Elenco dei questionari raccolti e corrispondenti istituzioni di riferimento

Allegato 2. Questionario Standard

Allegato 3. Formato dati concentrazione radon

Allegato 4. Dizionario dei Dati

Allegato 5. Codelist

7 BIBLIOGRAFIA

Bohicchio et al. *Quantitative evaluation of the lung cancer deaths attributable to residential radon: A simple method and results for all the 21 Italian Regions*. Radiat Meas 50, 121–126; 2013

CTN-AGF, 2003, “Linea guida per misure di radon in ambienti residenziali” (AGF-T-LGU-03-01)

CTN-AGF 2003 e la “Definizione degli standard informativi per la realizzazione di un database delle misure di radon indoor” (AGF-T-RAP-03-08)

Darby et al. Radon in homes and lung cancer risk: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ 330, 223–226; 2005.

Ministero della Salute, 2002. Il Piano Nazionale Radon. 127 pp.

D. Lgs. 241/2000 (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, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 203 Suppl. Ordinario del 31-08-2000.

D. Lgs. 230/95. Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230, Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 84/466, 89/618, 90/64, 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti

Direttiva 2013/59 Euratom. *Direttiva 2013/59/Euratom del Consiglio, del 5 dicembre 2013, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom*. Off. J. Eur. Union No. L13/1, 17 gennaio 2014.

Gunby et al. *Factors affecting indoor radon concentrations in the United Kingdom*. Health Physics 64, 2–12; 1993.

Hauri et al. *A prediction model for assessing residential radon concentration in Switzerland*. Journal of Environmental Radioactivity 112, 83–89; 2012.

Hunter et al. *Year-to-year variations in radon levels in a sample of UK houses with the same occupants*. Radioactivity in the Environment 7, 438–447; 2005.

Verdi et al. *Indoor radon concentration forecasting in South Tyrol*. Radiation Protection Dosimetry 111, 435–438; 2004