L'individuazione delle radon-prone areas: metodologie e applicazioni.

F. Salvi – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

G. Raspa - La Sapienza Università di Roma

VI Convegno Nazionale

Il controllo degli agenti fisici: ambiente, territorio e nuove tecnologie

Alessandria 6-7-8 giugno 2016

Dipartimento di Scienze e Innovazione Tecnologica Università del Piemonte Orient

Radon

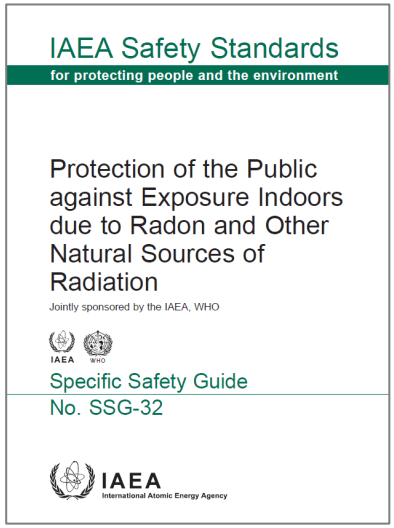
Molti Paesi hanno introdotto normative per proteggere la popolazione dal radon e avviato programmi per ridurre l'esposizione.

Tre principali aspetti:

- la definizione di un livello di riferimento o di azione, oltre il quale sono raccomandate o richieste azioni per ridurre la concentrazione di radon,

- il concetto di radon-prone areas, ovvero:
  - zone individuate sulla base di indagini che indichino una concentrazione di radon significativamente più alta rispetto alle altre parti del Paese (ICRP, 2014)
  - zone in cui si prevede che la concentrazione di radon (come media annua) superi il pertinente livello di riferimento nazionale in un numero significativo di edifici (Dir. 2013/59/Euratom)

- la promozione di opere di prevenzione/mitigazione.



(IAEA, 2015)

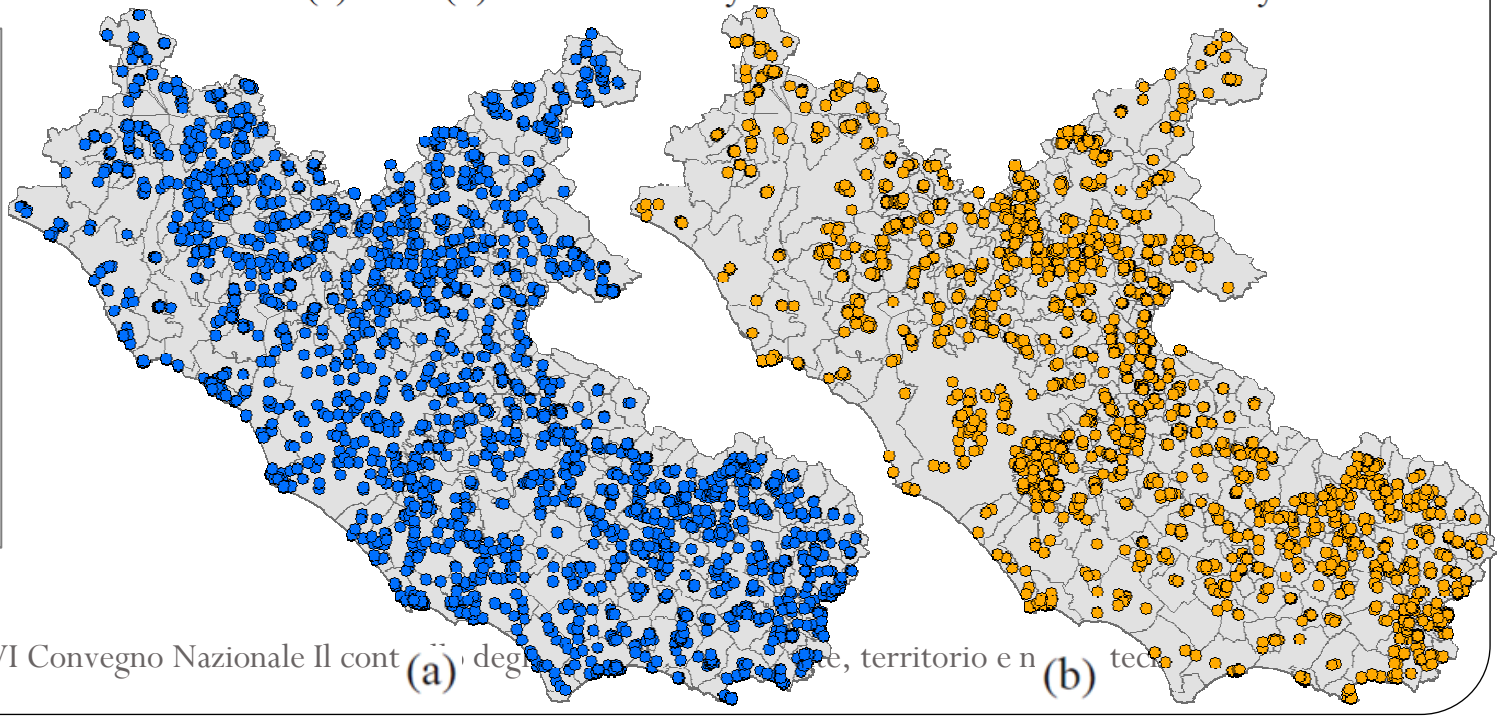
There are two principal considerations in undertaking a national radon survey:

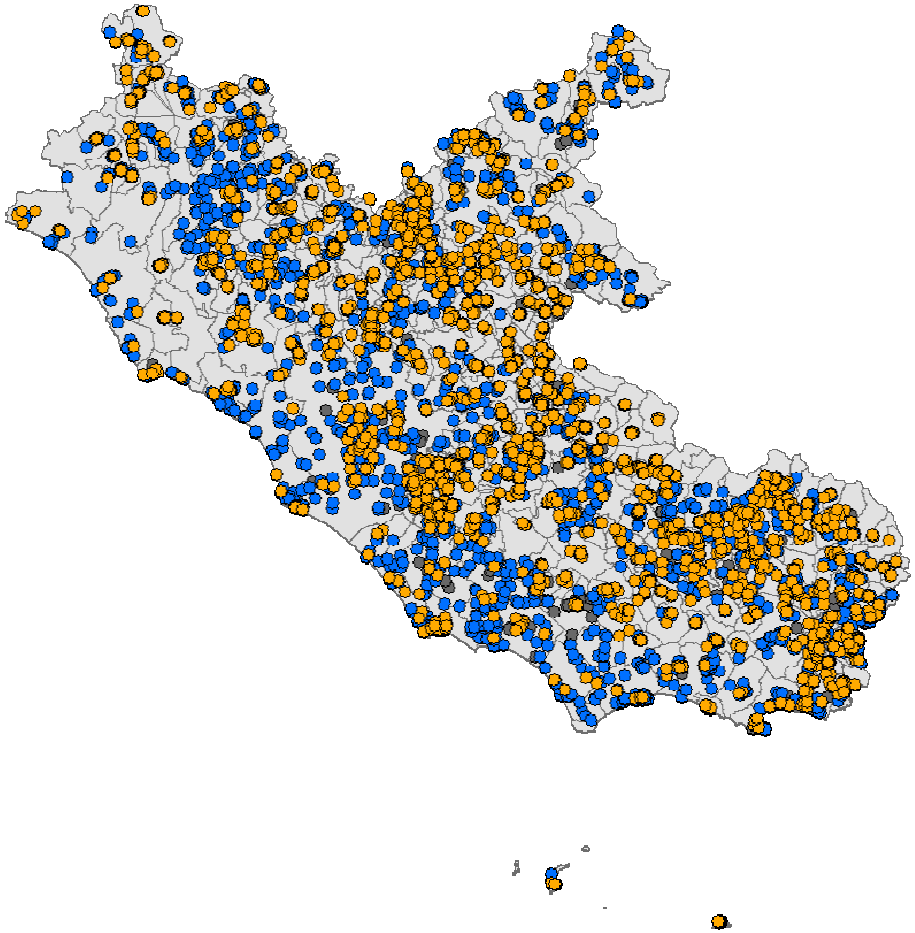
(a) To identify areas where a greater proportion of homes are expected to have high concentrations of radon indoors. This can be achieved by carrying out a geographically based survey. The results can be used to develop maps for the risks due to radon and to identify radon prone areas (see Annex II).

(b) To estimate the average exposure of the population due to radon, and the range of exposures occurring, for purposes of comparison with exposures due to other sources of radiation. The most appropriate basis for this is a national survey of concentrations of radon indoors in randomly selected dwellings, with account taken of population density [5].

3.21. With careful consideration, a single survey can be designed to address both 3.20(a) and (b) simultaneously. Measurements for such surveys should

(ISPRA, 2004-2011)

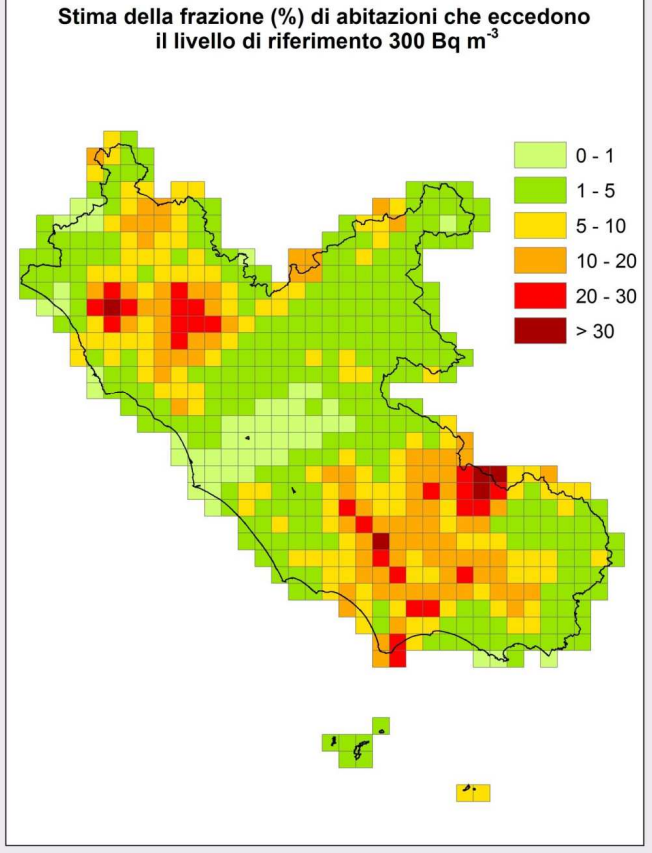




- Periodo 2004-2011
- 25.000 rivelatori SSNTD's
- Periodi di misura annuali, suddivisi su base stagionale, due rivelatori per fase
- 5.300 abitazioni misurate (medie annuali)

	Indagine regionale					Indagine nazionale		
Campione	N	Media	%>200	%>300	%>400	Media	%>200	%>400
A	2070	119	14	6	3	119	12	3
G	2485	123	14	6	3			
V	726	120	16	6	3			
Totale	5281	121	14	6	3			

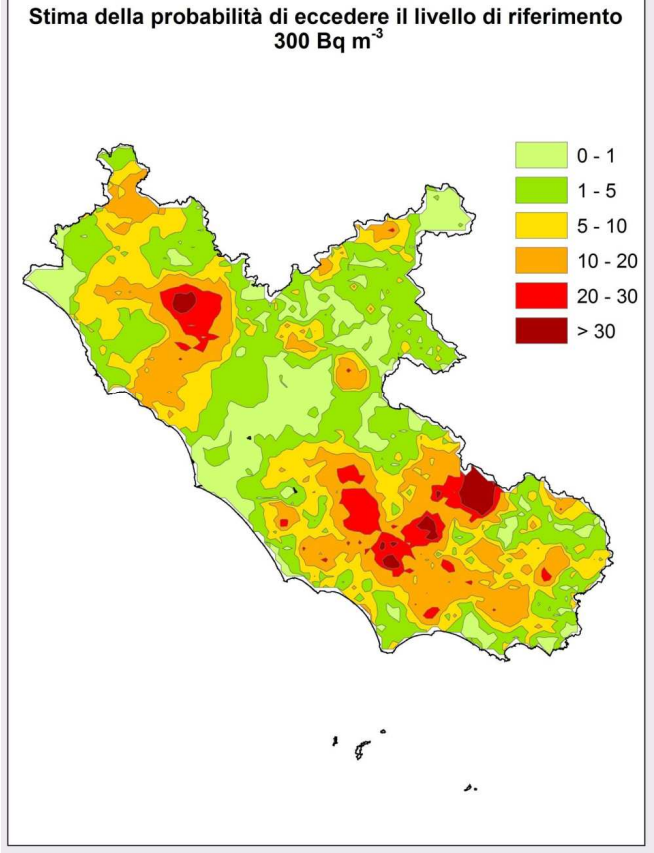
Grid square method



Calcola, attraverso la distribuzione log-normale dei valori all'interno delle celle, la % di abitazioni che supera il LR.

- limitata numerosità dei dati di cella (log-norm. locale)
- log-normalità globale (sottrazione contributo outdoor)
- risultati test log-normalità cmq non sempre soddisfacenti
- stime areali (risoluzione)

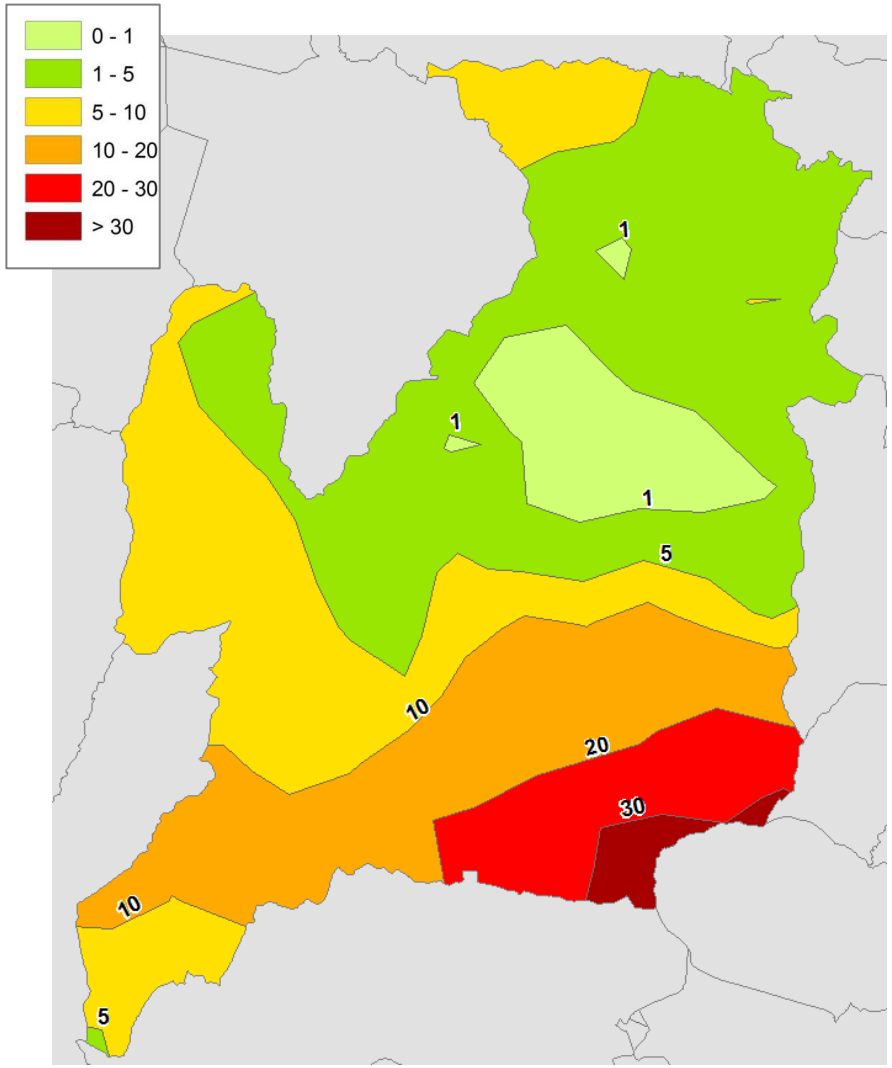
Kriging disgiuntivo



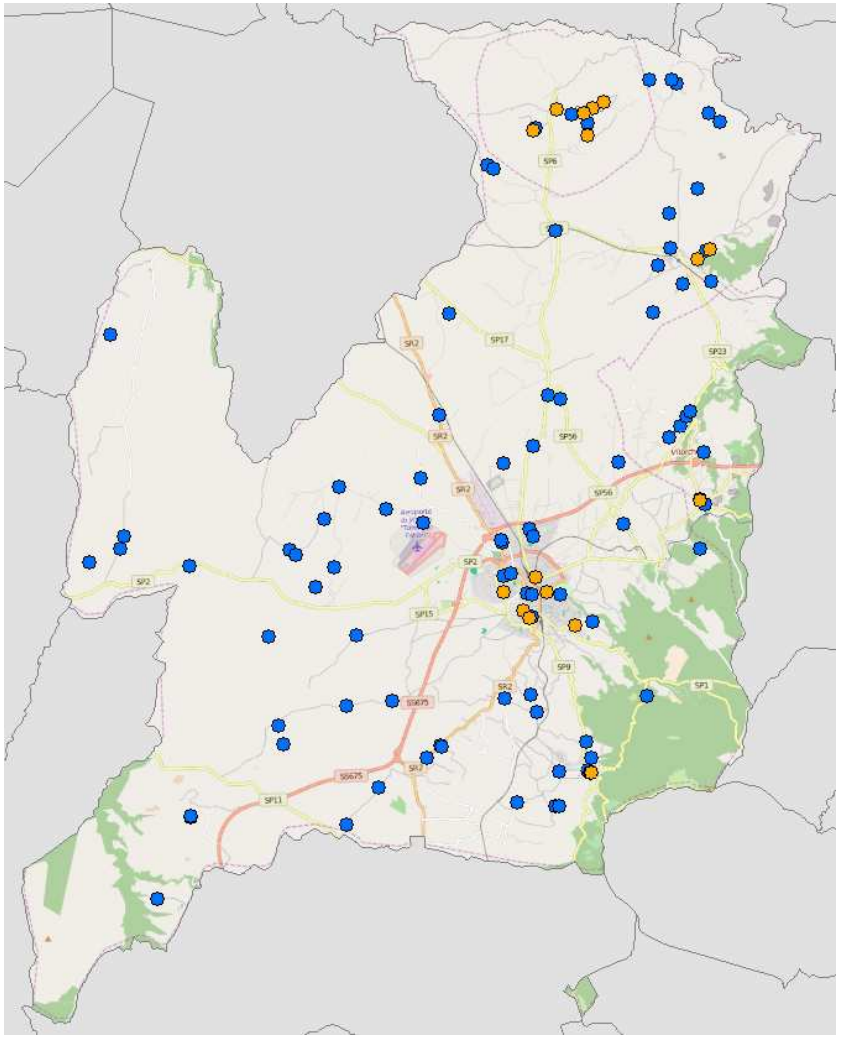
Calcola, attraverso il metodo geostatistico del KD, la probabilità che un'abitazione nel punto superi il LR.

- log-normalità (globale e locale) non richiesta
- si sfrutta la correlazione spaziale
- è possibile calcolare la mappa della deviazione standard
- stima puntuale o areale
- isolinee di probabilità (possibilità applicative)

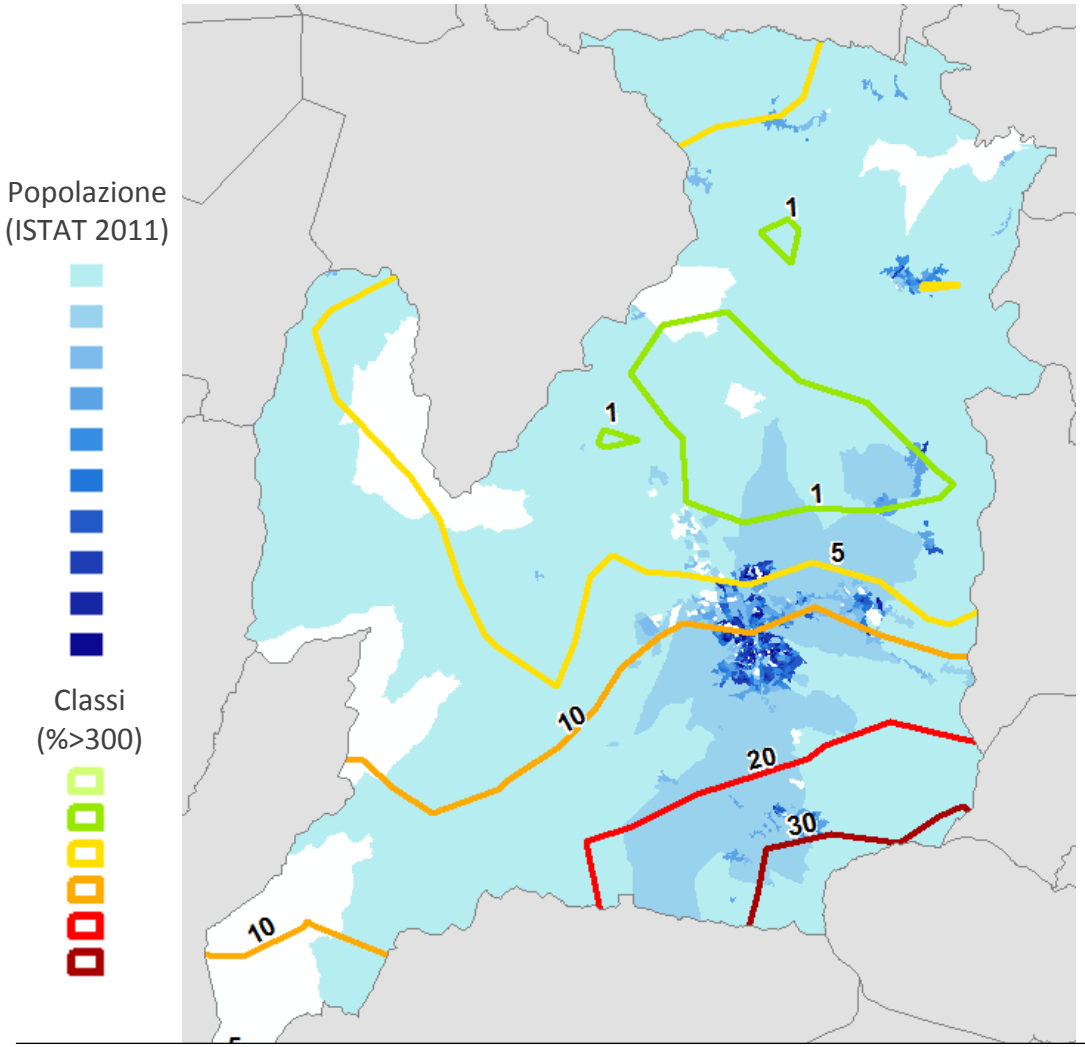
Gestione delle risorse



Aree sub-comunali classificate in termini di probabilità di eccedere il livello di riferimento



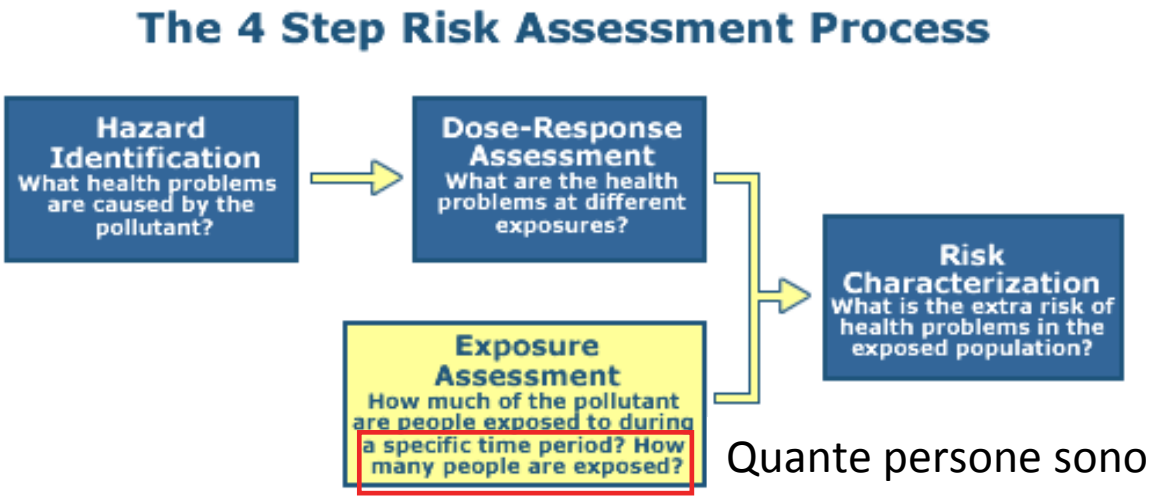
Anagrafico Geografico



Esempio:
Risorse disponibili per misurare
1000 abitazioni

Area	Popolazione	Abitazioni	%>300	Abitazioni >300 identificate
Intera area comunale	69.432	27.773	16% (A)	**160**
Area >20%	3.903	1.561	63%	**630**

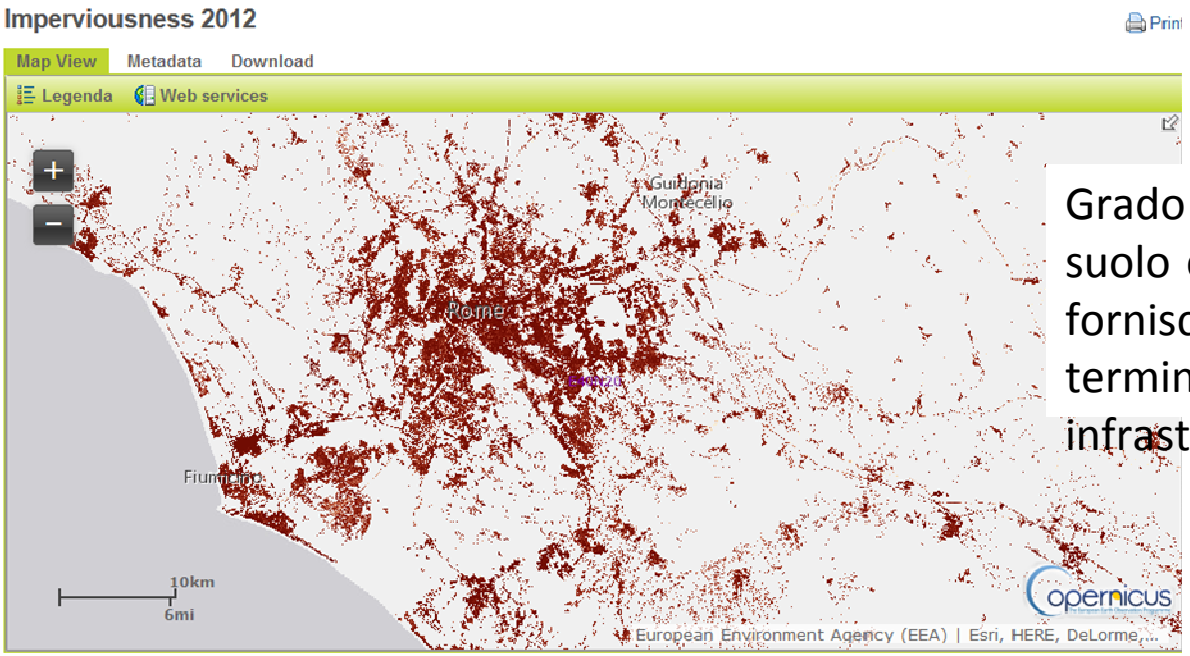
Popolazione esposta a concentrazioni > LdR



Quante persone sono esposte?

https://www.epa.gov/risk/conducting-human-health-risk-assessment#tab-4

Popolazione esposta a concentrazioni > LdR



Grado di impermeabilizzazione del suolo con una risoluzione 20m x 20m: fornisce il dato di sviluppo urbano in termini di costruzione di infrastrutture.

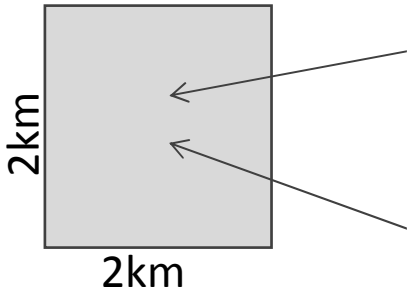
Maschere vettoriali dettagliate

Mappa dell'edificato residenziale

Numero di abitanti per area di censimento (ISTAT) distribuito nelle celle proporzionalmente al *Degree of imperviousness*,

Numero di popolazione residente per pixel *(Chiocchini et al., 2015)*

In una cella di territorio



Esempio

Numero di abitanti derivanti dalla spazializzazione dati ISTAT su layer Imperviousness

1000 abitanti

Stima della % di abitazioni (area) con concentrazione superiore a >300 Bq/m^3 (DK o GSM)

10% di abitazioni > 300 Bq/m^3

Abitanti uniformemente distribuiti nelle abitazioni (ipotesi)

100 abitanti esposti a >300 Bq/m^3

Sommando i valori di cella è possibile stimare la popolazione esposta a concentrazioni superiori al LdR in qualsiasi unità territoriale (Comune, Provincia, Regione, unità geologica…)

Metodo	Popolazione Lazio	% Abitazioni >300	Abitanti >300
Numerico	5.494.939	6%	340.247
Spaziale	5.494.939		215.231

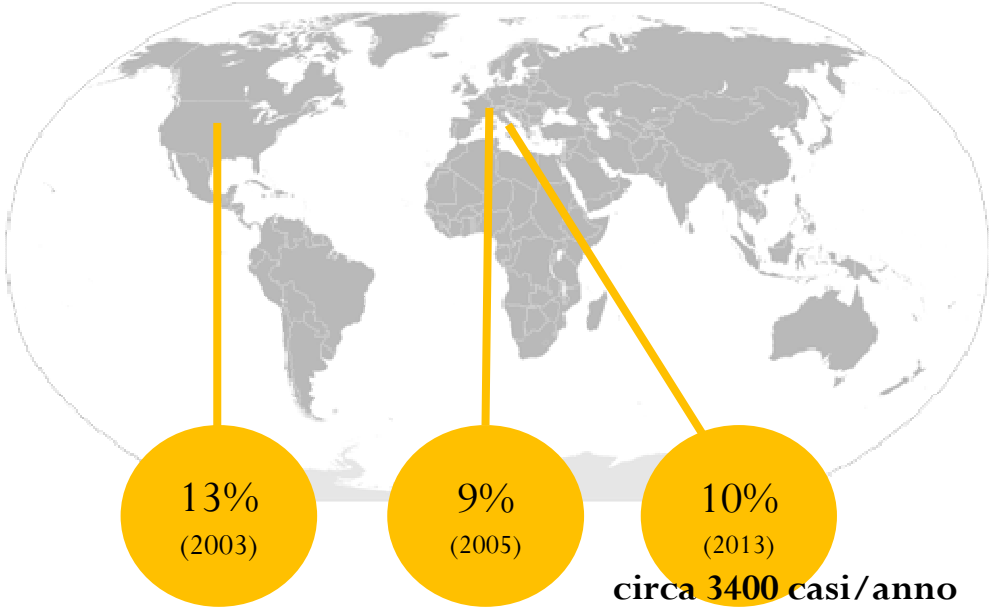
Conclusioni

- Importanza del campione “geografico” per l’individuazione delle radon-prone areas.
- La numerosità dei dati ha un ruolo importante, non solo per la corretta applicazione del grid square method (che necessita di una numerosità locale tale da poter verificare la log-normalità nelle celle) ma anche come fattore che governa la risoluzione spaziale delle stime.
- Le mappe possono essere utilizzate per decidere come impiegare/ottimizzare le risorse.
- La sempre più ampia diffusione dei dati territoriali permette di incrociare le stime delle variabili spaziali rappresentate nelle mappe radon con dati provenienti da altre fonti al fine di ottenere informazioni a valore aggiunto.
- È sempre importante evidenziare che le mappe non forniscono nessuna indicazione riguardo alla concentrazione di radon presente nella singola abitazione, per conoscere la quale l’unico modo è eseguire una misura diretta.

Radon

- Certamente cancerogeno per l'uomo
- Presente ovunque con concentrazioni diverse
- Principale fonte di esposizione a radioattività
- 2° causa di tumore polmonare dopo fumo

Percentuale di casi di tumore polmonare attribuibili al radon ogni anno



Casale Monferrato: 34.812 abitanti

Radon oggetto di Rapporti internazionali e di regolamentazione nell'Unione Europea	
1987	ICRP 50. Lung cancer risks from indoor exposures to radon daughters
1988	IARC (1988). Man-made mineral fibres and radon.
1990	90/143/EURATOM. Protection of the public against indoor exposure to radon
1991	ICRP 60. 1990 Recommendations of the Int. Commission on Radiological Protection
1993	ICRP 65. Protection Against Radon-222 at Home and at Work
1996	96/29/EURATOM. Council Directive laying down basic safety standards for protection of health of workers and general public against the dangers arising from ionizing radiation
2003	IAEA. Radiation protection against radon in workplaces other than mines
2007	ICRP 103. The 2007 Recommendations of the Int. Commission on Radiological Protection
2009	WHO handbook on indoor radon: a public health perspective
2010	ICRP 115. Lung Cancer Risk from Radon and Progeny and Statement on Radon
2014	ICRP 126. Radiological Protection against Radon Exposure
2014	2013/59/EURATOM Council Directive of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation
2015	IAEA. Protection of the Public against Exposure Indoors due to Radon and Other Natural Sources of Radiation