



# L'incertezza nella valutazione di impatto

**Annibale Biggeri, Lorenzo Cecconi**

**Dipartimento di Statistica, Informatica, Applicazioni "G. Parenti"**

**Università di Firenze**

**SC Biostatistica, ISPO, Firenze**

**Roma, 4 giugno 2015**

**Incertezza statistica:** si riferisce alla variabilità campionaria e viene controllata in fase di disegno dello studio attraverso la definizione della numerosità del campione (intervallo di confidenza al 95%)

**Incertezza strutturale:** si riferisce all'arbitrarietà nella definizione del modello matematico usato e viene controllata valutando la robustezza dei risultati che si ottengono applicando modelli matematici differenti tra loro

**Incertezza stocastica:** si riferisce alla variabilità naturale del fenomeno studiato e può essere quantificata con una modellazione probabilistica

**Incertezza epistemica/ontologica:** estrapolazioni ad altre popolazioni di studi epidemiologici; sommare i decessi attribuibili; livello controfattuale e fondo "naturale" ; scenari al 2020

Formule matematiche (parametri e forma funzionale)  
Studi epidemiologici ed estrapolazioni ad altre popolazioni

Stima dell'incertezza legata alla modellazione degli inquinanti

Sommare i decessi attribuibili

Il livello di mortalità di base è stato assunto omogeneo per Provincia

Il livello controfattuale e il fondo "naturale"

Gli scenari sulla base della normativa europea al 2020

Le stime di impatto (decessi attribuibili e anni di vita persi) prodotte da VIAS utilizzano formule matematiche che si basano su parametri che non sono completamente noti.

In particolare per la pericolosità degli inquinanti si utilizzano le stime che l'OMS ha recentemente suggerito (REVIHAPP). Nonostante l'autorevolezza queste stime sono relativamente incerte: gli studi epidemiologici sono condotti su popolazioni differenti in differenti contesti ambientali e sanitari e non è sempre agevole estrapolare questi valori ad altre popolazioni.

In VIAS tutte le stime di impatto sono state corredate degli intervalli di confidenza al 95% che permettono al lettore di avere un'idea della variabilità statistica connessa all'incertezza delle stime di effetto degli inquinanti considerati.

Ad esempio per il PM2.5 VIAS stima 34.552 decessi attribuibili ai superamenti del limite di  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nell'intero territorio nazionale considerando i livelli di concentrazione predetti per il 2005. L'intervallo di confidenza al 95% è 20.608 - 43.215.

La metà dell'ampiezza dell'intervallo (circa 11.000) è chiamata coefficiente di errore ed espresso in percentuale sulla stima di 34.552 decessi attribuibili è pari al 33%.

Tuttavia le variazioni registrate tra le regioni del Nord e quelle del Sud Italia, oppure tra aree urbane e rurali restano valide anche considerando gli intervalli di confidenza a conferma del quadro d'insieme fornito dal progetto.

## Mortalità per cause naturali attribuibile a PM2.5 al 2005.

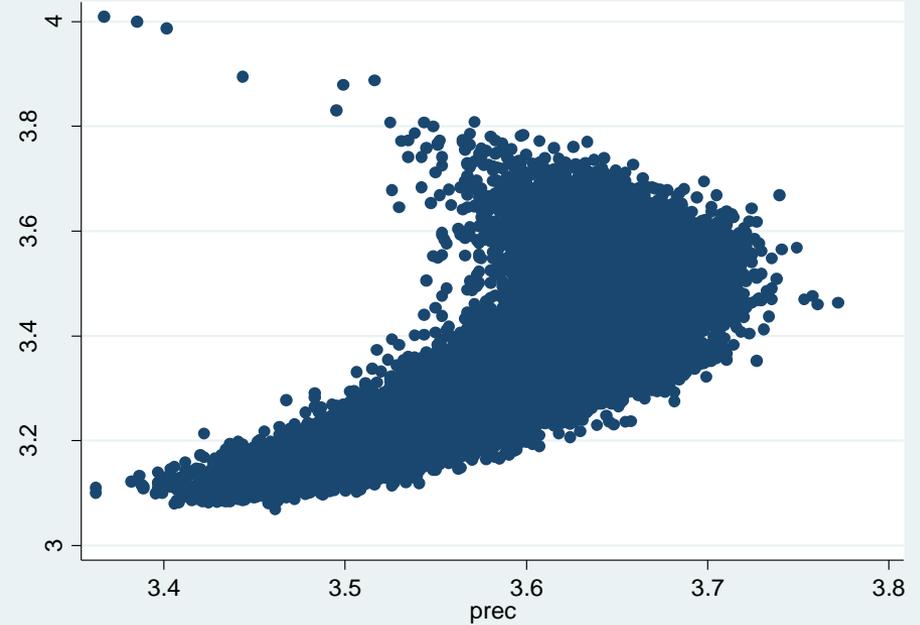
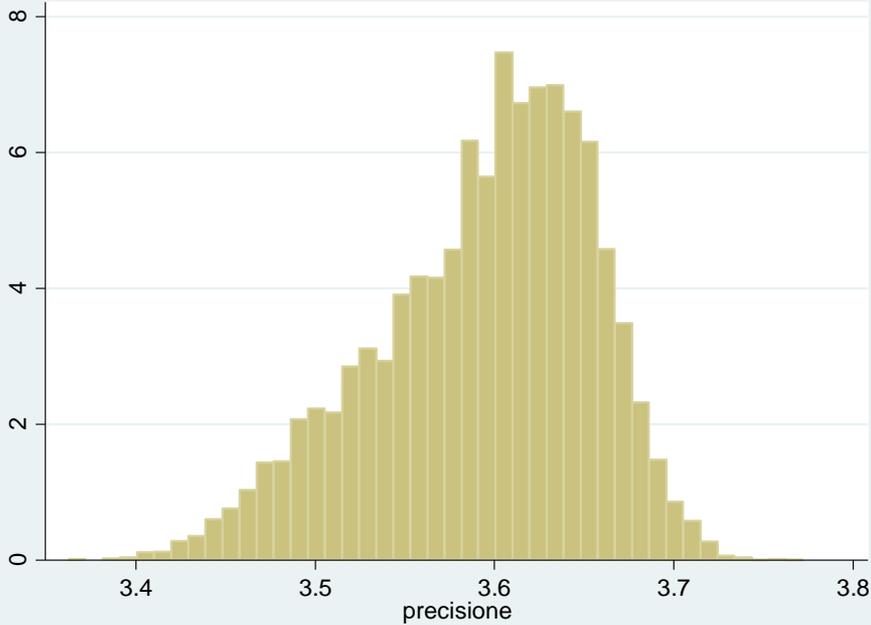
	Pop > 30 anni	Numero di decessi osservati	Numero di decessi attribuibili			Tasso di mortalità attribuibile (per 100.000)			Frazione di mortalità attribuibile (%)			
			N	IC95%		IC95%			IC95%			
<b>ITALIA</b>	40.077.488	527.193	34.552	20.608	43.215	86	51	108	7	4	8	
<b>Area geografica</b>	<b>NORD</b>	18.847.023	249.518	22.485	13.447	28.075	119	71	149	9	5	11
	<b>CENTRO</b>	8.858.531	119.756	5.513	3.253	6.942	62	37	78	5	3	6
	<b>SUD e ISOLE</b>	12.371.934	157.918	6.554	3.909	8.198	53	32	66	4	2	5
<b>Macroarea</b>	<b>URBANO</b>	14.251.369	182.325	19.358	11.615	24.120	136	81	169	11	6	13
	<b>NON URBANO</b>	25.826.119	344.867	15.194	8.994	19.095	59	35	74	4	3	6

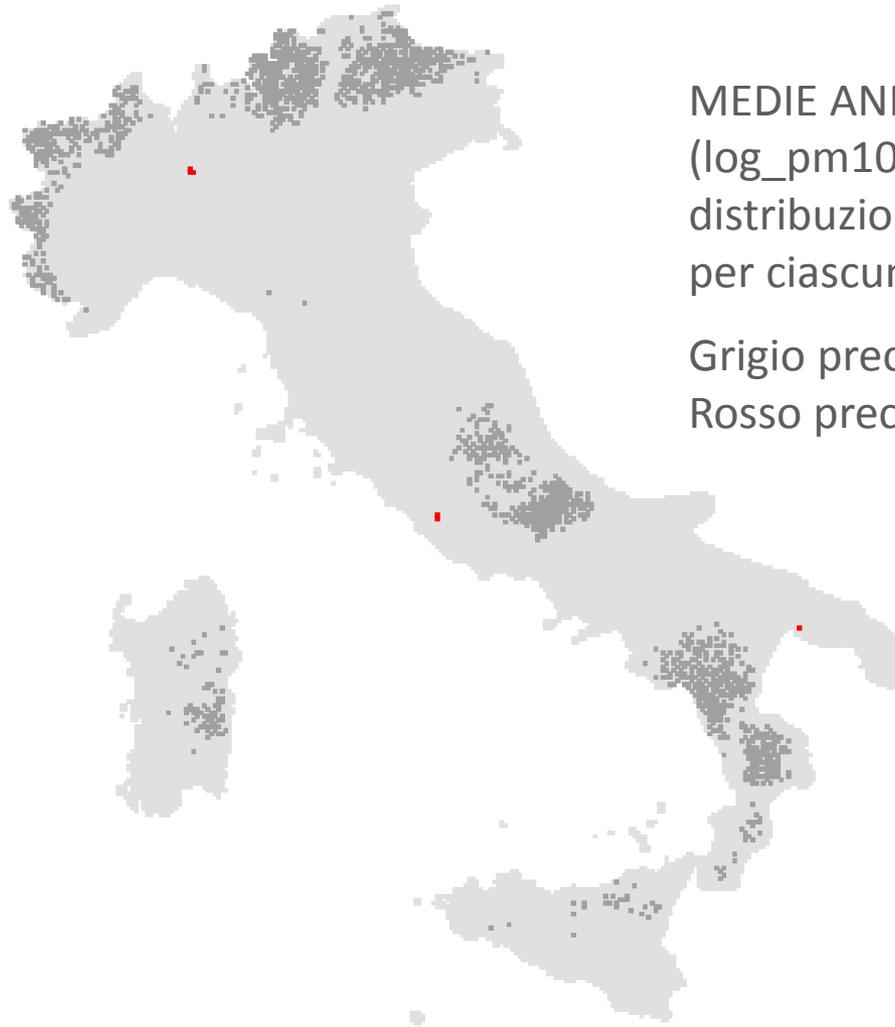
Le concentrazioni degli inquinanti e l'esposizione della popolazione si basano su una modellistica matematica e sono prodotte per l'anno di riferimento 2005 e per i diversi scenari al 2010 e 2020.

La variazione percentuale delle stime oscilla tra il 7% delle zone con concentrazione più bassa e il 2,2% delle zone con concentrazione più alta.

Valori molti più bassi di quelli che abbiamo visto per le stime epidemiologiche di effetto.

Situazioni con emissioni puntiformi locali possono essere modellate con maggior incertezza. Nell'ambito delle 20.144 celle 4x4 solo una decina di punti legati a situazioni particolari di emissione nell'area di Milano, Roma e Taranto registrano valori di incertezza più ampi.





MEDIE ANNUALI vs PRECISIONI (1/ds)  
(log\_pm10)

distribuzioni predittive a posteriori  
per ciascuna delle 20144 celle 4x4

Grigio prec<3.5 ;

Rosso prec<3.5 & Inpm10pred>3.8

E' importante inoltre osservare che, sebbene non sia corretto sommare i decessi attribuibili all'esposizione agli inquinanti oggetto di questa valutazione di impatto (questo comporterebbe una sovrastima dell'impatto reale), si può affermare che l'insieme delle esposizioni determina una mortalità che è certamente superiore a quella riferita alle singole esposizioni.

Il livello di mortalità di base per le celle 4x4 del territorio nazionale usate nella modellazione di impatto da VIAS è stato assunto omogeneo per Provincia. Questo riduce l'incertezza statistica grazie al fatto che i tassi di mortalità sono basati su popolazioni non piccole.

Vi sono arbitrarietà legate alla definizione dei valori delle concentrazioni e degli scenari. In generale il livello delle concentrazioni per stimare gli effetti nei vari scenari (livello controfattuale) è assunto a priori sulla base di considerazioni sia pratiche che teoriche relative alle indicazioni dell'OMS nelle linee guida sulla qualità dell'aria e al fondo "naturale" di concentrazione degli inquinanti.

Gli scenari sono stati scelti sulla base della normativa europea e rappresentano il portato della riflessione circa la raggiungibilità dei livelli al 2020 in sede comunitaria.

Tuttavia le previsioni al 2020 riflettono le scelte energetiche ed produttive e sono soggette anch'esse all'incertezza delle previsioni.

Le differenze tra gli impatti calcolati secondo i differenti scenari tendono ad avere intervalli di confidenza sovrapposti.

E' prudente prendere queste previsioni come linee di tendenza generali.

	Pop > 30 anni	Numero di decessi osservati	Numero di decessi attribuibili			Tasso di mortalità attribuibile (per 100.000)			Frazione di mortalità attribuibile (%)		
			N	IC95%		IC95%			IC95%		
<b>ITALIA</b>	40.077.488	527.193	34.552	20.608	43.215	86	51	108	7	4	8
<b>2010</b>			21.524	12.766	27.017	54	32	67	4	2	5
<b>2020</b>			28.595	17.008	35.826	71	42	89	5	3	7
<b>2020 target 1</b>			23.170	13.660	29.191	58	34	73	4	3	6
<b>2020 target 2</b>			18.511	10.945	23.279	46	27	58	4	2	4

La definizione dell'incertezza dovrebbe coprire anche ciò che comunemente è definito ignoranza o indeterminatezza (Wynne 1992).

Il trattamento dell'incertezza non dovrebbe essere concepito come un compito di analisi quantitativa. (...) occorre portare alla luce le più profonde fonti di divergenza sulle affermazioni tecniche che vengono fornite (Craye, Funtowicz e van der Sluijs 2005).

Tutto questo è rilevante quando ci troviamo nel terreno delle politiche.