

**INQUINAMENTO E SALUTE:
VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI E STRATEGIE DI COMUNICAZIONE**

**INQUINAMENTO ATMOSFERICO E SALUTE
DELLA POPOLAZIONE LOMBARDA**

Mortality and Morbidity Health Impact Assessment of Exposure to PM₁₀ and NO₂ in Lombardy, Italy

Pier Alberto Bertazzi

Clinica del Lavoro Luigi Devoto

Università degli Studi & Fondazione IRCCS Ca' Granda

Ospedale Maggiore Policlinico - Milano



ASL Bergamo – 2 ottobre 2015

Premessa e Razionale

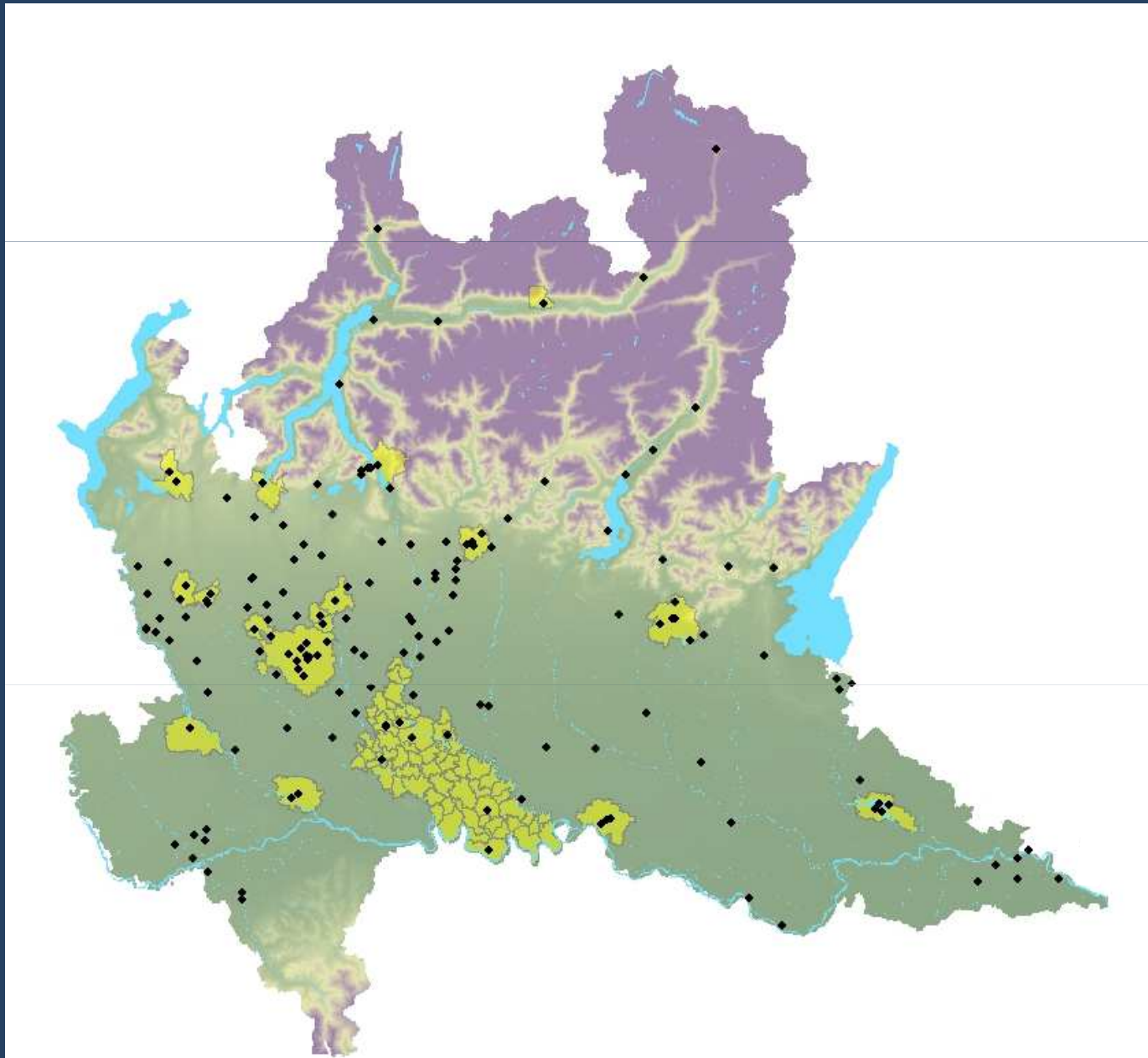
- Effetto: tipo ed entità del rischio associato all'agente in causa.
- Impatto (*Health Impact Assessment-HIA*): entità delle conseguenze nella popolazione; carico (*burden*) di malattia; informazione essenziale per chi deve assumere decisioni di sanità pubblica e di politiche per la salute.
- Inquinamento atmosferico: rischi individuali di entità modesta, conseguenze sulla popolazione di considerevole entità.

Campione allo Studio

- Subset of **18 areas** from Lombardy municipalities:
 - capital towns of 12 provinces;
 - cities with more than 50,000 inhabitants;
 - Lodi province (typical agricultural area) as a whole.
- For these municipalities **air pollution and health data** were available between 2003-2006 for a minimum of three consecutive years.

Regione Lombardia

Aree allo studio e Centraline ARPA

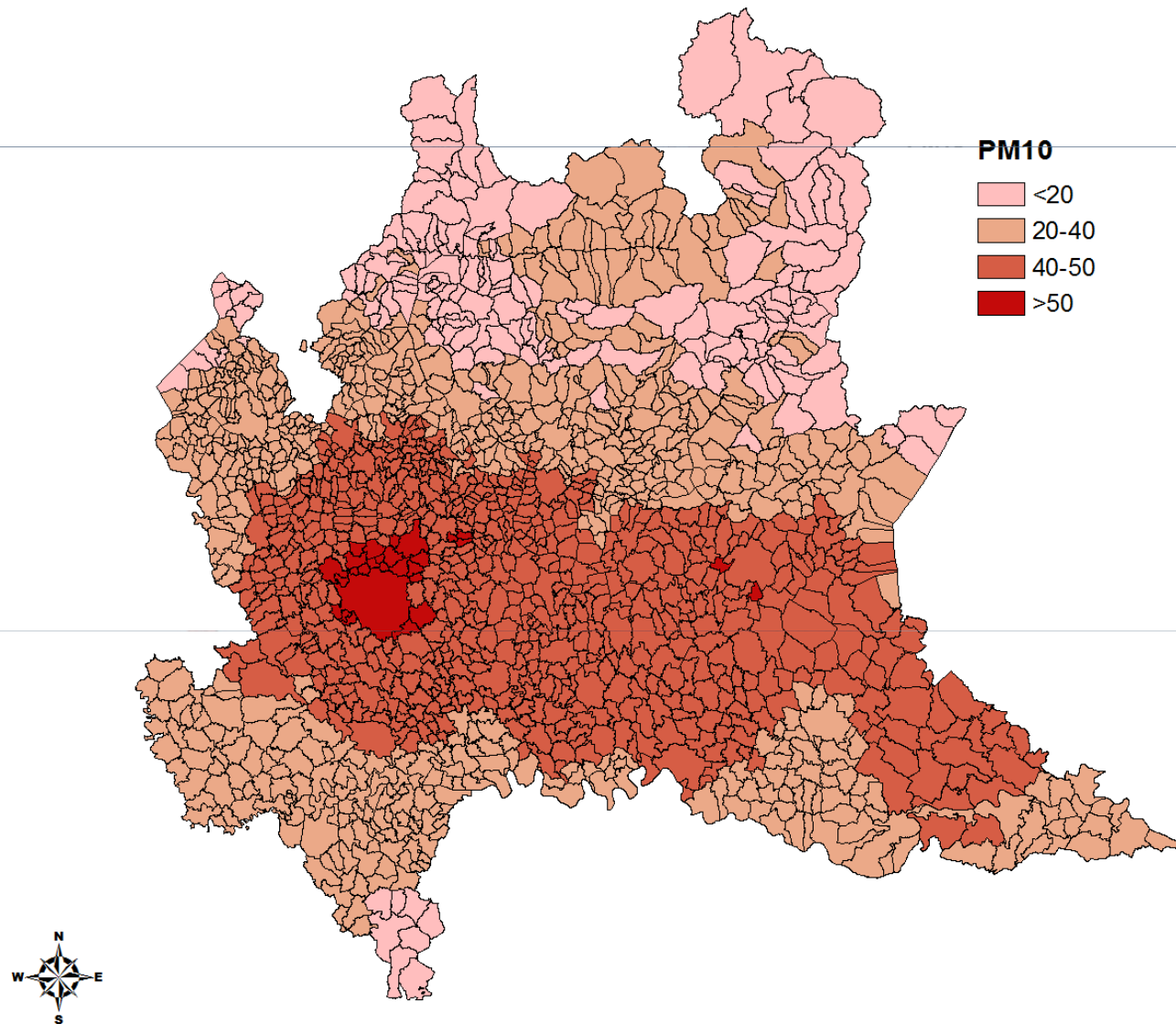


Mortality and morbidity health impact assessment of exposure to PM₁₀ and NO₂ in Lombardy, Italy

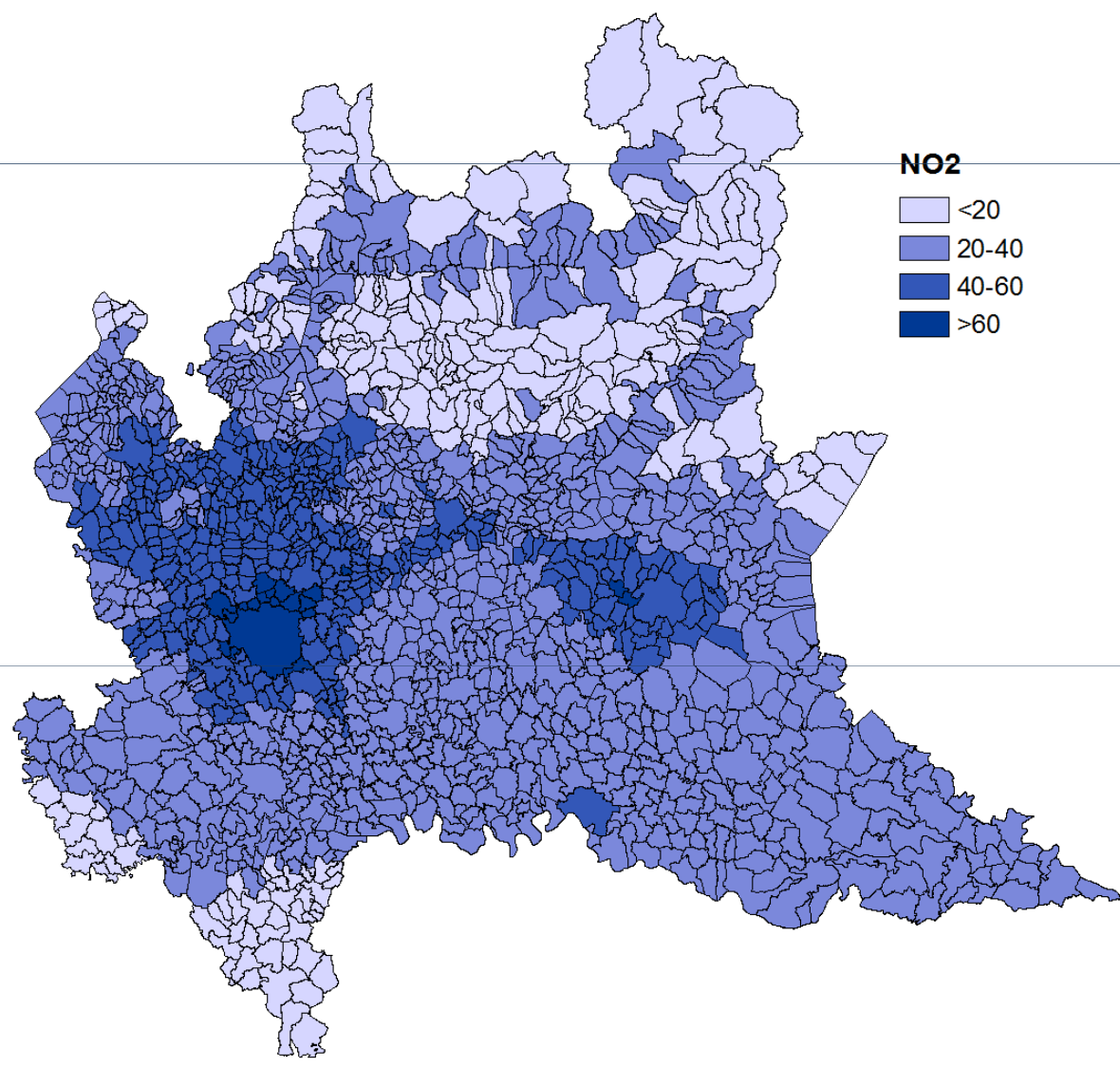
Esposizione

- **Daily time series** of PM_{10} and NO_2 measurements from the regional air quality monitoring network (ARPA).
- **Meteorological data** (temperature and relative humidity) were collected by the same air quality monitoring networks.
- **Predicted distribution of exposure** concentrations in 4x4 km cell grid through deterministic FARM model (ARPA) for the year 2007.

Concentrazioni medie annuali di PM_{10} predette nei comuni della Lombardia (2007)



Concentrazioni medie annuali di NO₂ predette nei comuni della Lombardia (2007)



Eventi sanitari

- **Mortalità**

- Natural mortality, excluding external causes (ICD9 < 800)
- Cardiovascular mortality (ICD9 390-459)
- Respiratory mortality (ICD9 460-519)

- **Ricoveri ospedalieri**

- Cardiac diseases (ICD9 390-429)
- Cerebrovascular diseases (ICD9 460-469, 480-519, but 487)
- Respiratory diseases (ICD9 460-519)

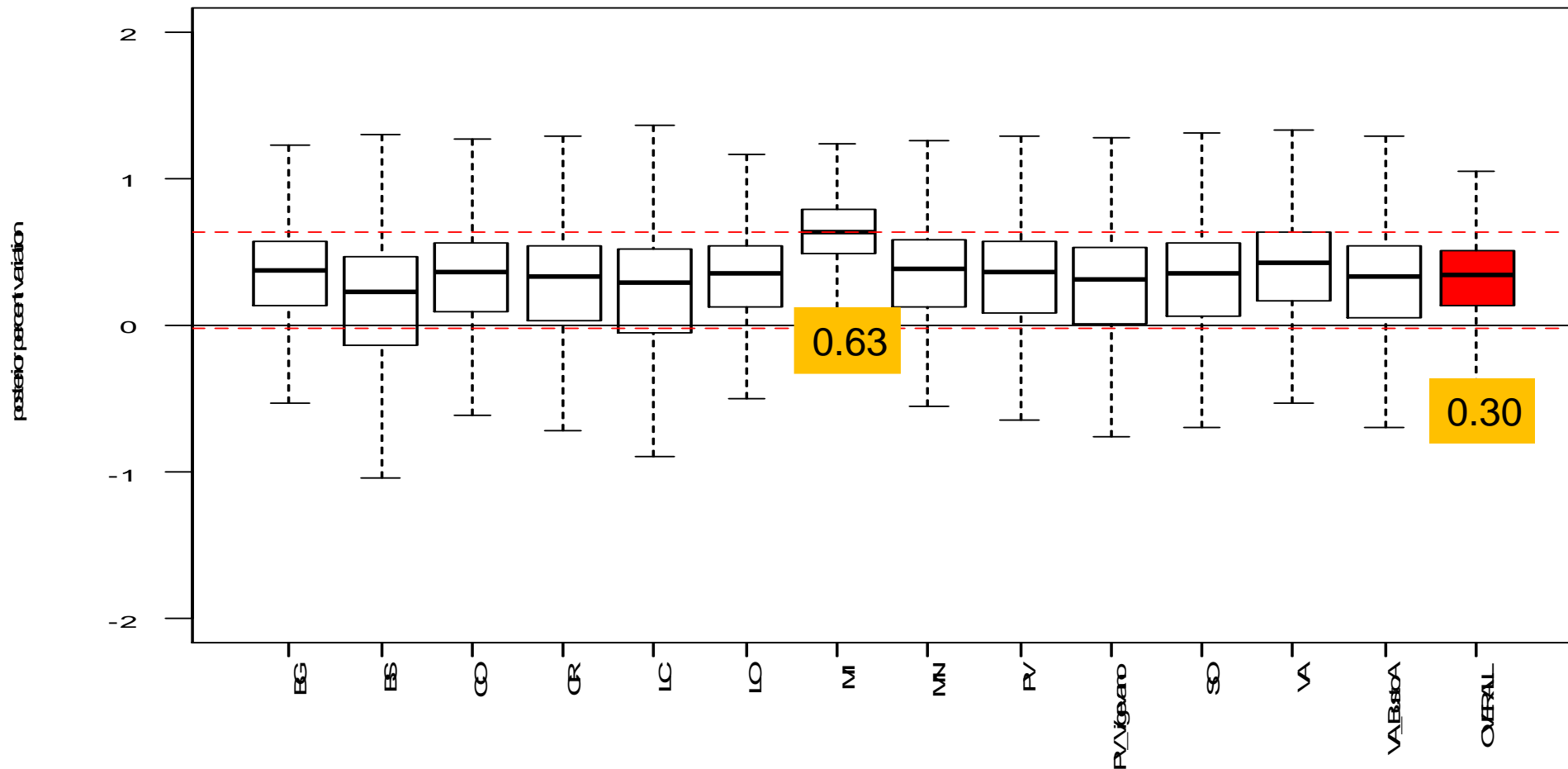
- Daily counts of deaths and hospital admissions of the resident population occurring inside the municipality area.

Effetto

Le stime di effetto sono tutte espresse in termini di **variazione percentuale (VP%) del numero di eventi sanitari associata a un incremento della concentrazione d'inquinante pari a $10\mu\text{g}/\text{m}^3$.**

Stime di effetto area-specifiche *a posteriori*. Stime area-specifica “pesate” sulla stima complessiva meta-analitica d'effetto e sulla dimensione della popolazione di ciascuna città.

Stime di effetto, 2003-2006, *a posteriori* città-specifiche per variazioni di PM_{10} su mortalità per cause naturali.



Box plot multipli della distribuzione a posteriori dell'effetto del PM_{10} specifico per area e box plot della stima complessiva a posteriori per **tutta la Lombardia** (in rosso). Le linee tratteggiate in rosso indicano l'intervallo simmetrico pari a 2 deviazioni standard attorno alla media a posteriori complessiva. Gli effetti sono espressi in termini di variazione percentuale dalla **mortalità per cause naturali** associata ad un incremento di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione di PM_{10} .

Health impact assessment - HIA

- Bayesian combined meta-analysis of area-specific effects to estimate an exposure-response function specific to the Lombardy region as a whole (Baccini et al., 2011).
- A computation of **cause specific attributable deaths and hospital admissions for each municipality** (N=1.546), sampling from:
 - the **effect estimate posterior distribution**,
 - the **predicted 2007 distribution of exposure concentrations** (deterministic FARM model),
 - the **observed background mortality and hospitalization**.

Scenari Controfattuali - HIA

- Media Annuale PM_{10} or NO_2 $< \underline{40 \mu\text{g}/\text{m}^3}$ (*EU 2008*);
- Riduzione della media annuale del 20% (nei comuni dove $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$);
- Media Annuale PM_{10} or NO_2 $< \underline{20 \mu\text{g}/\text{m}^3}$ (*WHO 2005*);
- Riduzione della media annuale del 20% (nei comuni dove $>20 \mu\text{g}/\text{m}^3$);

No. di eventi sanitari attribuibili a esposizione a PM₁₀ Intera Regione (9,642,406 abitanti in 2007)

Cause	40 µg/m ³ limit		20% reduction if >40 µg/m ³		20 µg/m ³ limit		20% reduction if >20 µg/m ³	
	N	ACR*	N	ACR*	N	ACR*	N	ACR*
<u>Mortality</u>								
Natural	173	1.8	162	1.7	709	7.4	258	2.7
Cardiovascular	43	0.4	41	0.4	203	2.1	76	0.8
Respiratory	56	0.6	53	0.5	243	2.5	91	0.9
<u>Hospital admissions</u>								
Cardiac	44	0.5	41	0.4	192	2.0	70	0.7
Cerebrovascular	60	0.6	57	0.6	274	2.8	102	1.1
Respiratory	193	2.0	182	1.9	861	8.9	318	3.3

*ACR: Attributable Community Rate per 100,000

No. di decessi attribuibili a esposizione a PM₁₀

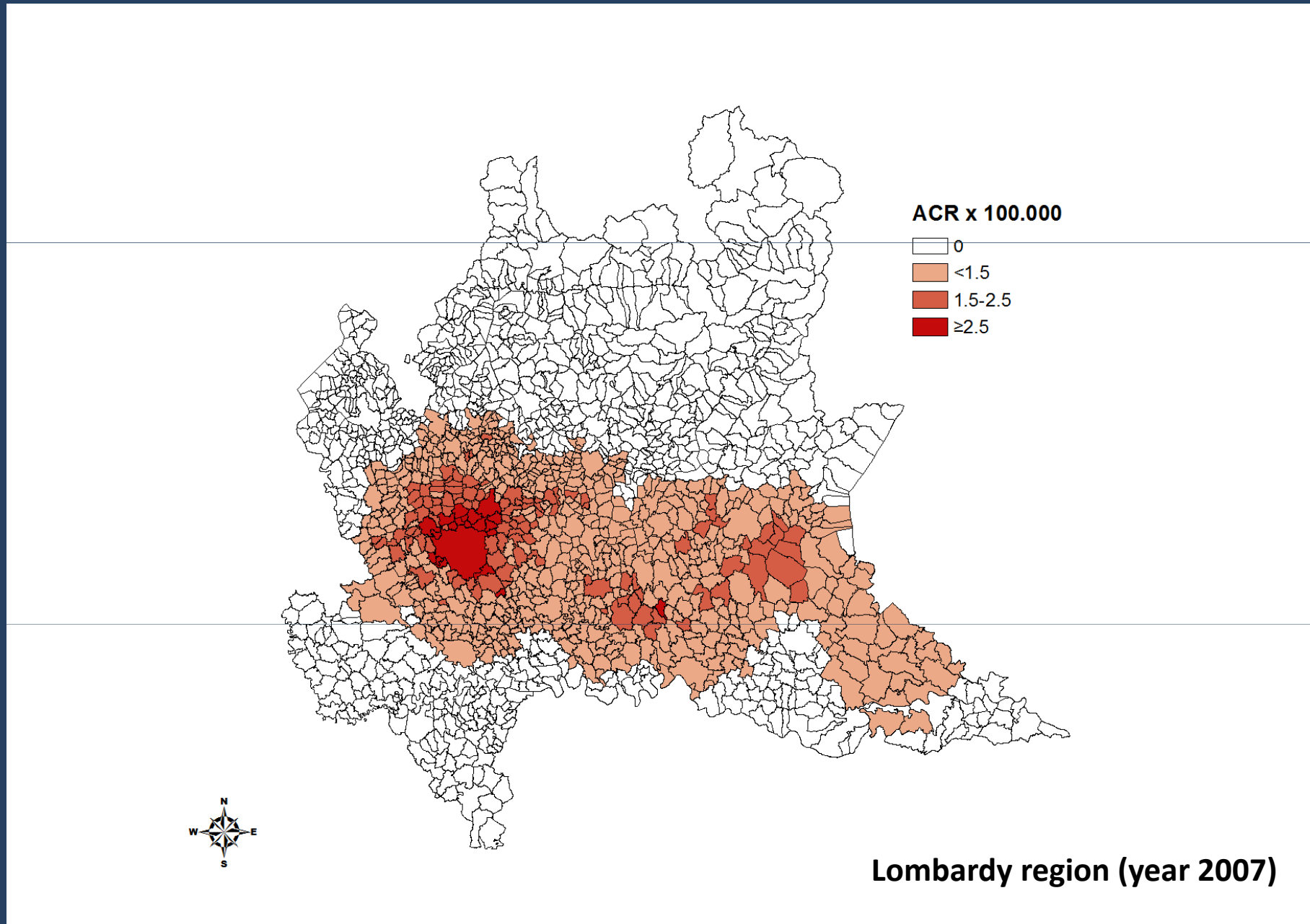
PROVINCIA	Popolazione Totale (31 dicembre 2007)	PM ₁₀ (media 2007)	Scenario 1		Scenario 2	
			N. eventi evitabili	ACR	N. eventi evitabili	ACR
BERGAMO	1,059,593	34.3	5.3	0.5	5.3	0.5
BRESCIA	1,211,617	36.0	10.2	0.8	10.2	0.8
COMO	578,175	31.8	2.5	0.4	2.5	0.4
CREMONA	355,947	41.1	3.4	1.0	3.4	1.0
LECCO	331,607	32.9	1.0	0.3	1.0	0.3
LODI	219,670	41.4	1.2	0.6	1.2	0.6
MANTOVA	403,665	38.5	2.0	0.5	2.0	0.5
MILANO	3,906,726	46.5	143.7	3.7	133.0	3.4
PAVIA	530,969	33.9	1.1	0.2	1.1	0.2
SONDRIO	181,338	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0
VARESE	863,099	29.4	2.7	0.3	2.7	0.3
TOTALE	9,642,406	35.1	173	1.8	162	1.7

Scenario 1 Solo i comuni con concentrazione media annuale di inquinante superiore a 40µg/m³

Scenario 2 Diminuzione del 20% nella concentrazione media annuale di inquinante nei comuni con concentrazione media annuale superiore a 40µg/m³

ACR: *Attributable Community Rate* (casi/100.000 residenti)

Attributable Community Rate (x 100,000) of natural mortality under $PM_{10} < 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ scenario



No. di eventi sanitari attribuibili a esposizione a NO₂

Intera Regione (9,642,406 abitanti in 2007)

Cause	40 µg/m ³ limit		20% reduction if > 40 µg/m ³	
	N	ACR*	N	ACR*
<u>Mortality</u>				
Natural	450	4.7	307	3.2
Cardiovascular	239	2.5	165	1.7
Respiratory	24	0.2	17	0.2
<u>Hospital admissions</u>				
Cardiac	471	4.9	324	3.4
Cerebrovascular	286	3.0	197	2.0
Respiratory	471	4.9	322	3.3

**ACR: Attributable Community Rate per 100,000*

No. di decessi attribuibili a esposizione a NO₂

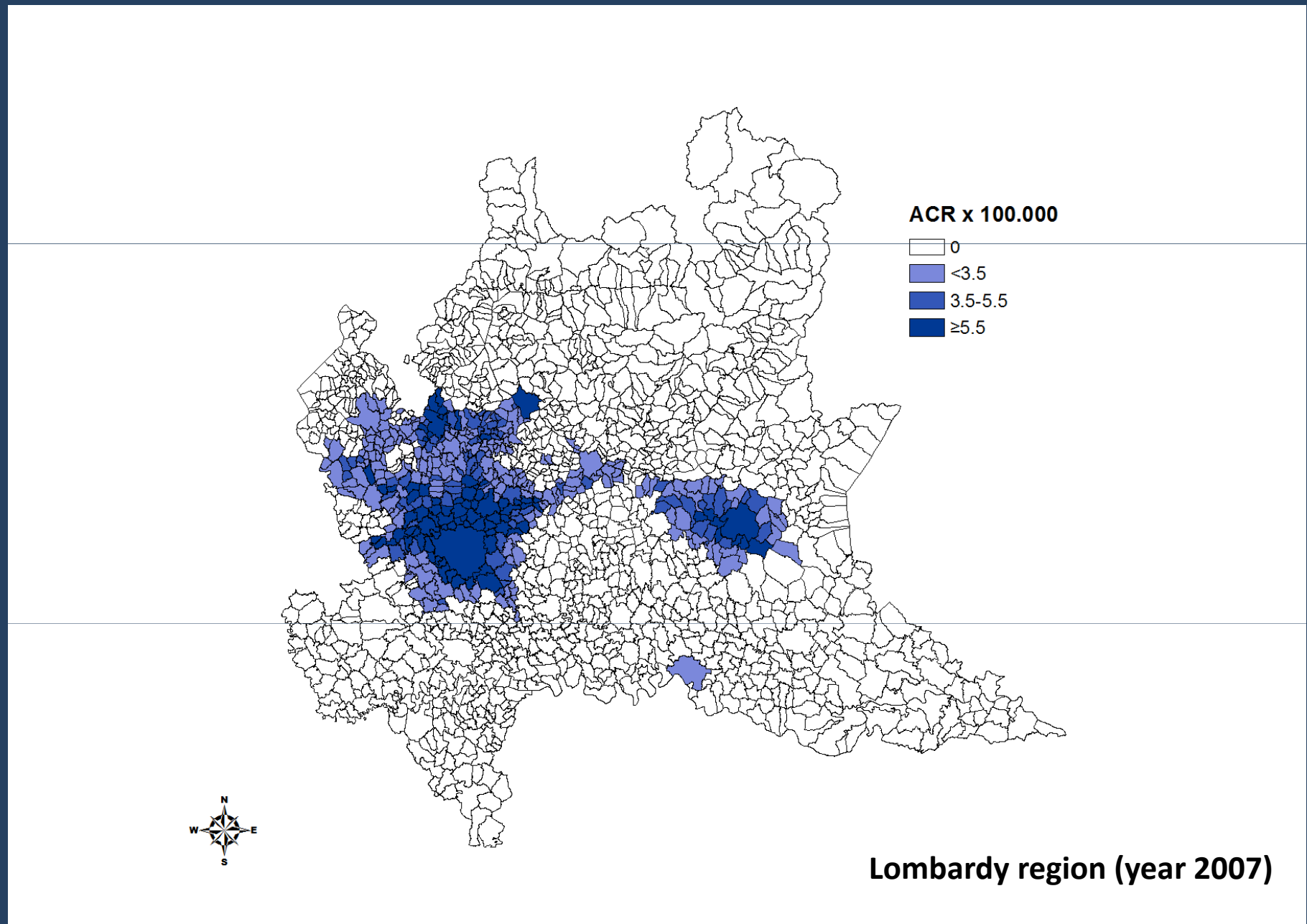
PROVINCIA	Popolazione Totale (31 dicembre 2007)	NO ₂ (media 2007)	Scenario 1		Scenario 2	
			N. eventi evitabili	ACR	N. eventi evitabili	ACR
BERGAMO	1,059,593	28.4	4.2	0.4	4.2	0.4
BRESCIA	1,211,617	31.8	36.6	3.0	26.6	2.2
COMO	578,175	34.7	18.6	3.2	17.8	3.1
CREMONA	355,947	27.9	0.2	0.1	0.2	0.1
LECCO	331,607	33.3	5.5	1.7	5.5	1.7
LODI	219,670	28.1	0.1	0.0	0.1	0.0
MANTOVA	403,665	28.3	0.0	0.0	0.0	0.0
MILANO	3,906,726	47.2	365.5	9.4	234.6	6.0
PAVIA	530,969	23.7	0.0	0.0	0.0	0.0
SONDRIO	181,338	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0
VARESE	863,099	35.3	19.4	2.2	18.6	2.2
TOTALE	9,642,406	30.6	450	4.7	307	3.2

Scenario 1 Solo i comuni con concentrazione media annuale di inquinante superiore a 40µg/m³

Scenario 2 Diminuzione del 20% nella concentrazione media annuale di inquinante nei comuni con concentrazione media annuale superiore a 40µg/m³

ACR: *Attributable Community Rate* (casi/100.000 residenti)

Attributable Community Rate (x 100,000) of natural mortality under $\text{NO}_2 < 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ scenario



No. di eventi sanitari attribuibili a NO₂ e PM₁₀ Provincia di Bergamo

Tipo di cause	PM ₁₀ (media 2007 = 34.3 µg/m ³)		NO ₂ (media 2007 = 28.4 µg/m ³)	
	N. eventi evitabili	ACR	N. eventi evitabili	ACR
Mortalità naturale	5.3	0.5	4.2	0.4
Mortalità cardiaca	1.7	0.2	2.1	0.2
Mortalità respiratoria	2.0	0.2	0.2	0.0
Ricoveri cardiaci	1.7	0.2	5.0	0.5
Ricoveri cerebrovascolari	2.2	0.2	2.3	0.2
Ricoveri respiratori	6.5	0.6	3.7	0.3

Scenario 1 Solo i comuni con concentrazione media annuale di inquinante superiore a 40µg/m³

Scenario 2 Diminuzione del 20% nella concentrazione media annuale di inquinante nei comuni con concentrazione media annuale superiore a 40µg/m³

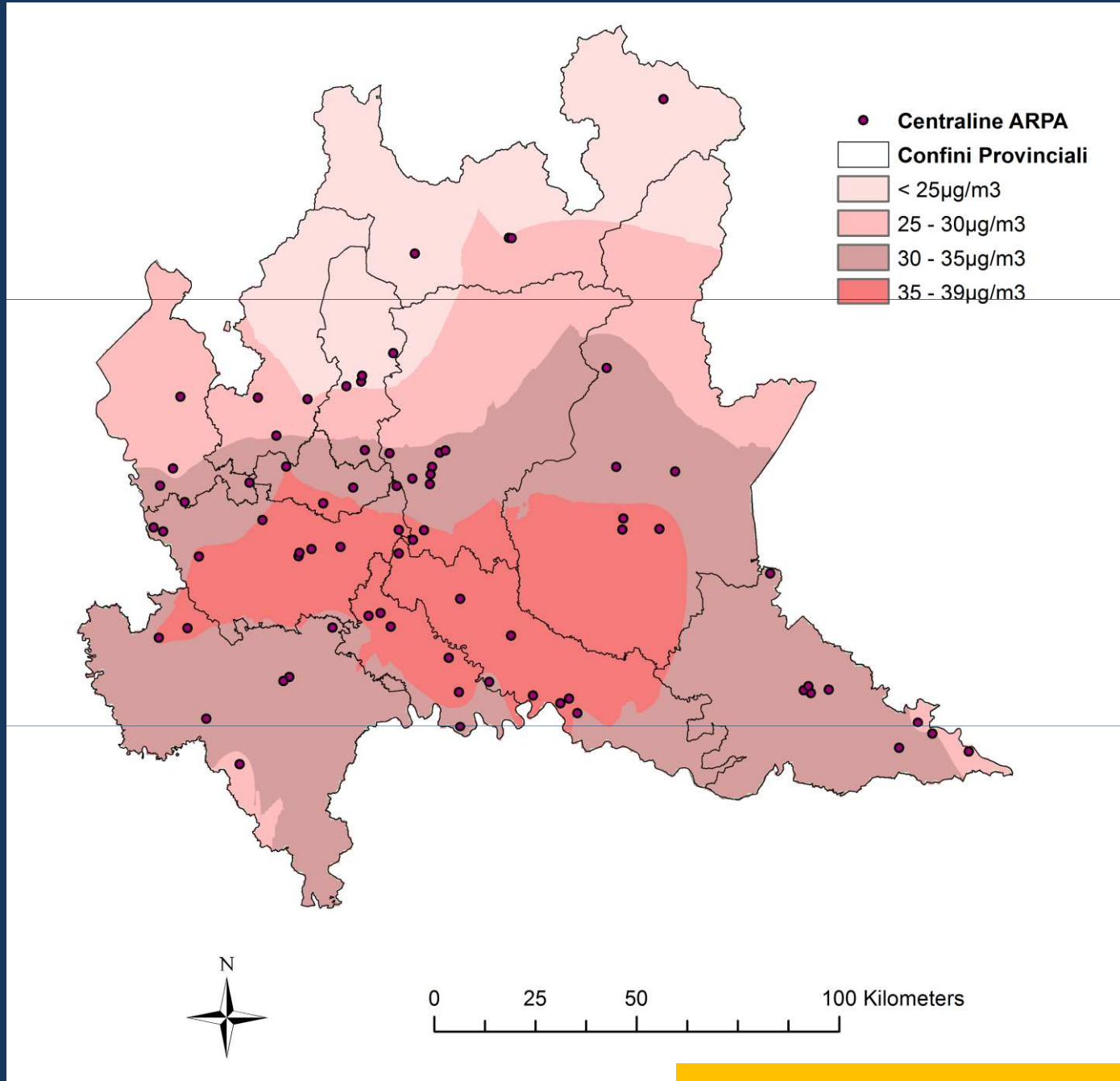
ACR: *Attributable Community Rate* (casi/100.000 residenti)

Health Impact of Air Pollution in Lombardy

Conclusions

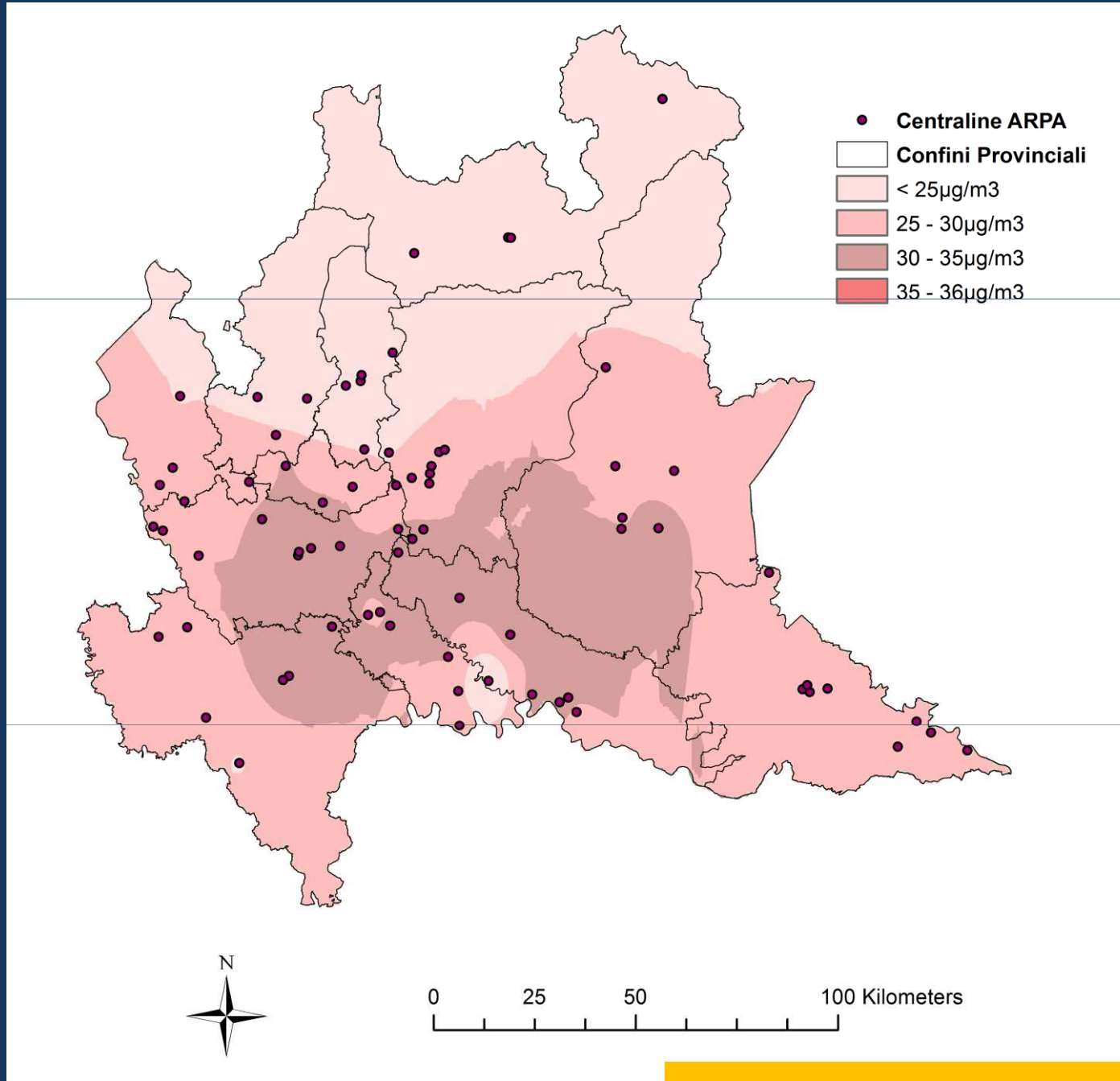
- Exceedance of EU $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ limit has a clearly measurable impact on population health:
 - PM_{10} responsible for 2 deaths (3 H admissions) per 100,000 person/year;
 - NO_2 responsible for 5 deaths (13 H admissions) per 100,000 person/year.
- A 20% reduction in the existing PM_{10} and NO_2 levels could substantially reduce the burden of short-term deaths associated to ambient air pollution.
- Policies for the reduction of air pollution appear to be necessary, and their implementation will be rewarding in terms of the protection and improvement of individual and community health.

PM₁₀ –Annual Mean Concentrations 2013



Nostra Elaborazione su dati ARPA Lombardia

PM₁₀ – Annual Mean Concentrations 2014



Nostra Elaborazione su dati ARPA Lombardia

