



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

L'inquinamento atmosferico in Italia: quali politiche possono ridurre le concentrazioni?

Aria & Salute - Simposio Università di Milano-Bicocca, 30 novembre 2017.

Gabriele Zanini – Responsabile Divisione Modelli e Tecnologie per la Riduzione degli Impatti Antropici e dei Rischi Naturali.



Il Laboratorio Inquinamento Atmosferico

LUISELLA CIANCARELLA
Responsabile Laboratorio Inquinamento Atmosferico

SEDE BOLOGNA

Mario Adani, Massimo Berico, Gino Briganti*, Andrea Cappelletti*, Giuseppe Cremona, Massimo D'Isidoro, Maurizio Gualtieri, Teresa La Torretta, Antonella Malaguti, Mihaela Mircea, Ettore Petralia (AR), Antonio Piersanti, Gaia Righini, Felicita Russo (TD), Milena Stracquadanio (TD), M.Gabriella Villani, Lina Vitali**

SEDI ROMA

Ilaria D'Elia, Alessandra De Marco, Pasquale Spezzano, Giovanni Vialetto

* sede ENEA Pisa

* sede ENEA Ispra

VIIAS e MED HISS



- Progetto nazionale, 2013-2015, 400 m€ finanziato dal Ministero della Salute
- **Coordinamento: Dipartimento Epidemiologia del SSR del Lazio**
- 9 partners: 2 agenzie nazionali, 3 agenzie regionali, 3 università, 1 SME
- obiettivo: stime mortalità malattie respiratorie, cardiovascolari, cancro polmonare e totali) e mesi di vita persi a causa dell'esposizione all'inquinamento atmosferico
- Anni base(2005, 2010) e anni futuri (2020, 3 scenari)
- Stime sull'intero Paese e individualmente sulle 20 regioni
- inquinanti: PM2.5, NO₂, O₃

- EU LIFE+ Pilot project, 2013-2016, 790 m€ finanziato da EC.
- **Coordinamento ARPA Piemonte**
- 4 nazioni: Italia, France, Slovenia e Spain - 7 partners (national and regional env. agencies and epidemiological surveillance agencies, 1 university)
- obiettivo: to set up a low-cost surveillance system of long term effects of air pollution, based on routine air quality and health data (National Health Interview Surveys, mortality and hospital admissions registries, air pollution models)
- inquinanti: PM10, PM2.5, NO₂, O₃

Il progetto VIIAS. Coordinamento Dipartimento di Epidemiologia del SSR del Lazio.



Collaborazioni :

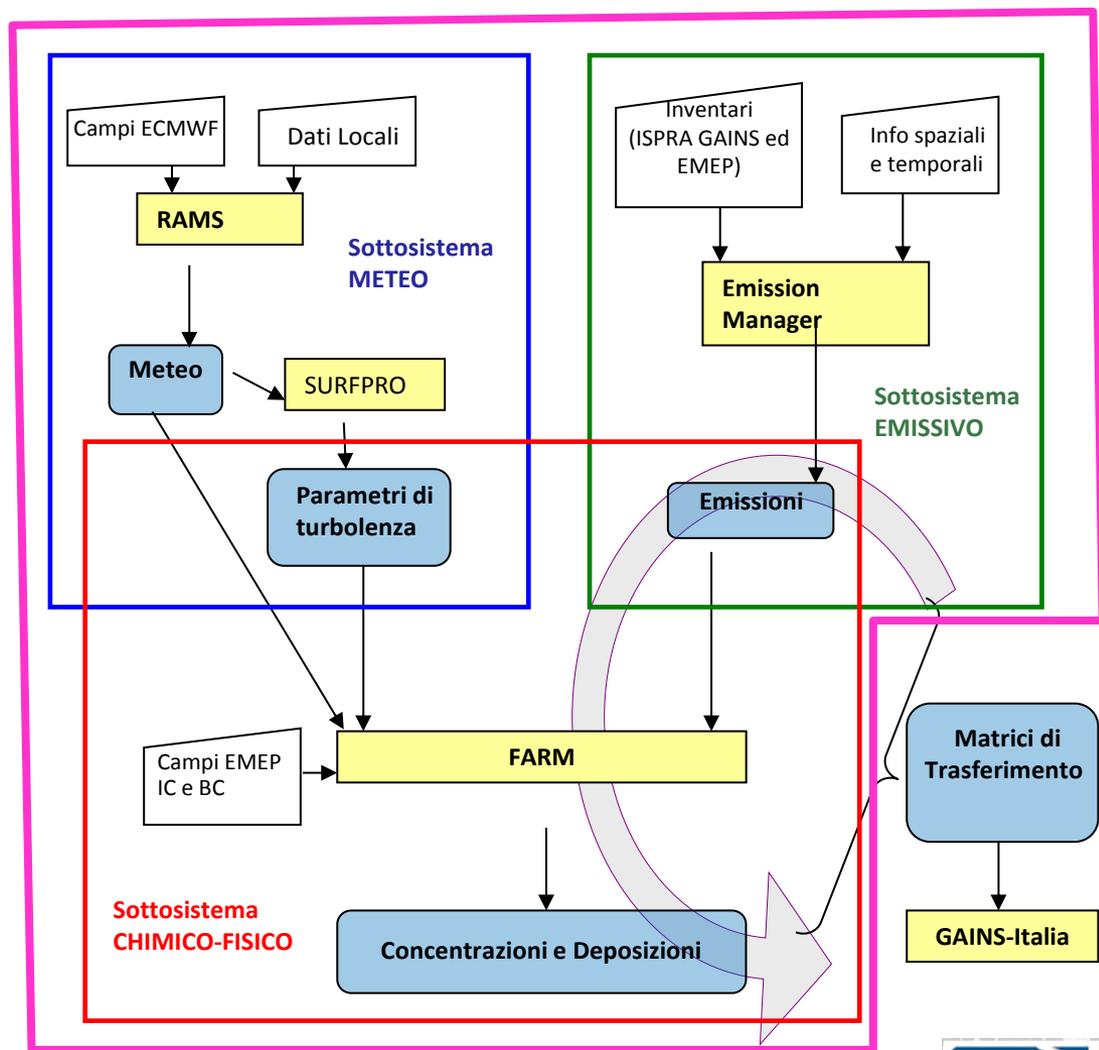
- ENEA
- ARPA: Piemonte, Emilia Romagna, Lazio
- Dipartimento Statistica- UniFI
- Dipartimento Biologia Ambientale UniRM La Sapienza
- Università di Urbino
- ISPRA
- Zadig, Agenzia di comunicazione

www.viiias.it

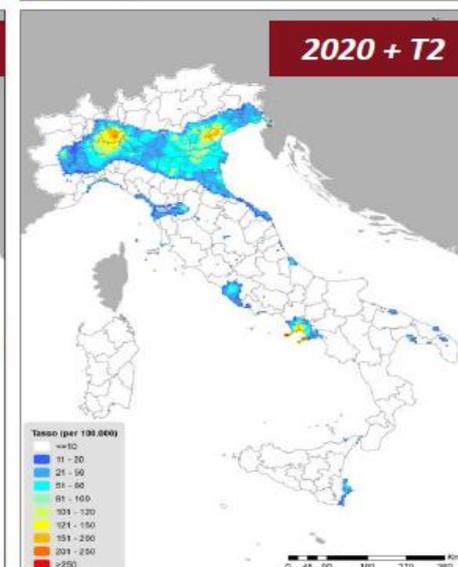
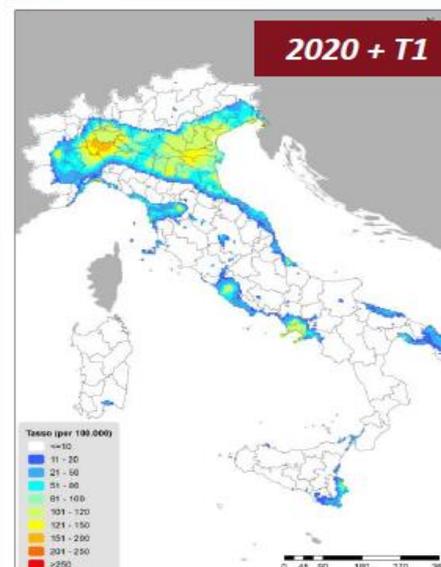
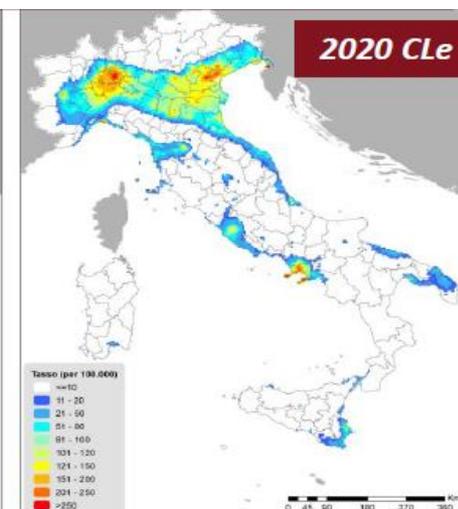
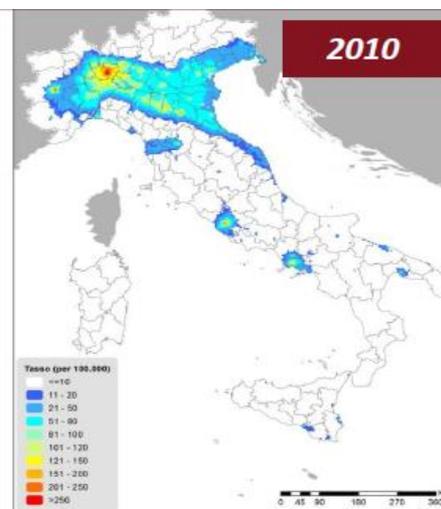
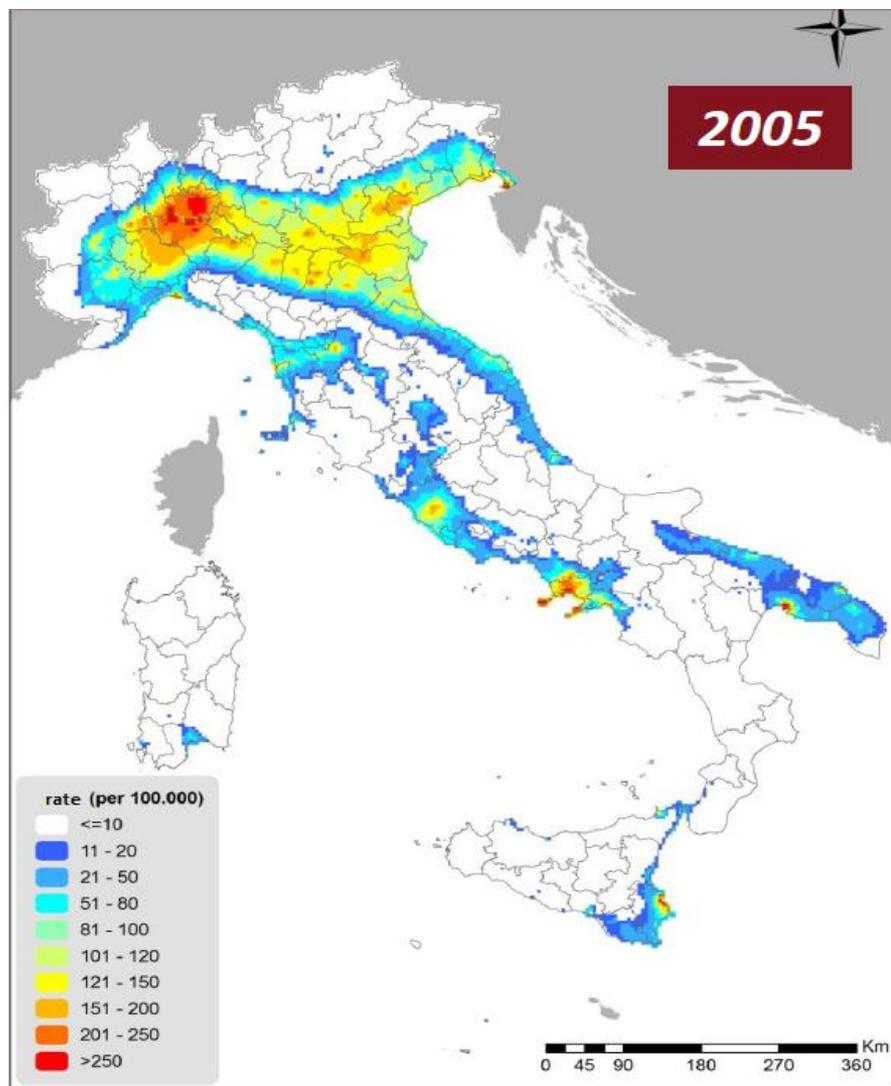
Il Sistema Modellistico Atmosferico (SMA)

I MODELLI sono un utile strumento per:

- valutare la qualità dell'aria nelle zone in cui non sono presenti stazioni di misurazione;
- integrare e combinare le misurazioni effettuate in siti fissi, in modo tale da ridurre il numero;
- ottenere campi di concentrazione anche nelle aree all'interno delle zone ove non esistano stazioni di misurazione o estendere la **representatività spaziale** delle misure stesse;
- comprendere le relazioni tra emissioni e immissioni, discriminare i contributi delle diverse sorgenti alle concentrazioni in una determinata area (**source apportionment**), e determinare i contributi transfrontalieri e quelli derivanti da fenomeni di trasporto su larga scala (per esempio, le polveri sahariane);



Progetto VIAS- tassi mortalità da PM2.5 per 100.000 abitanti- Elaborazioni da concentrazioni modello MINNI.



L'ARPA PIEMONTE ha applicato l'approccio geostatistico **Kriging con external drift(KED)** sui campi di concentrazione di MINNI per gli anni 2003, 2005, 2007 and 2010

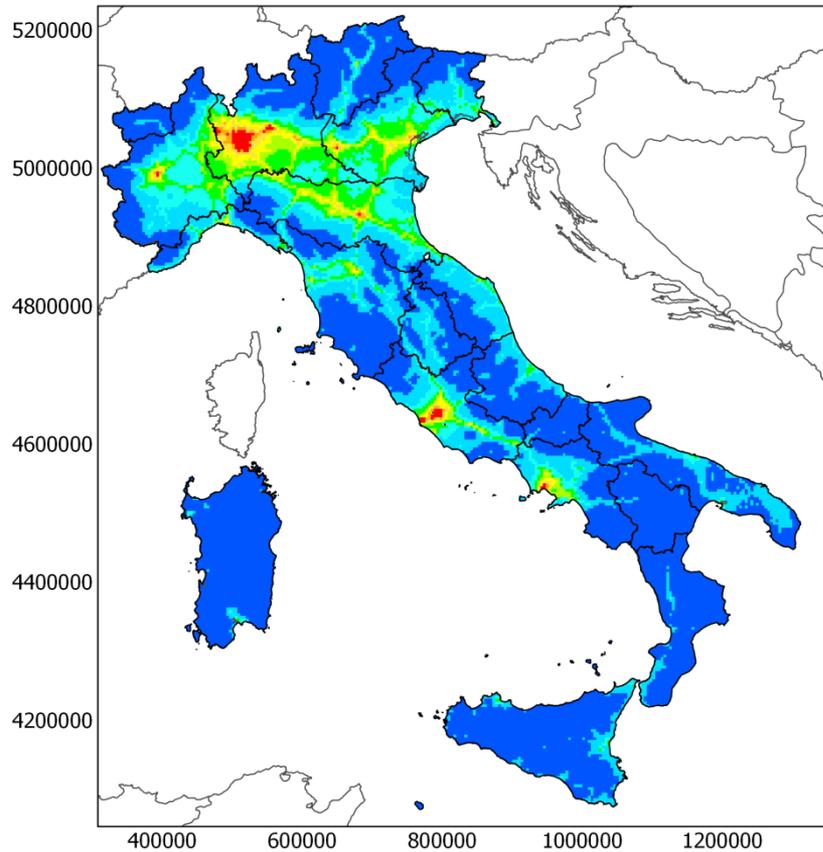


Il Setup del KED

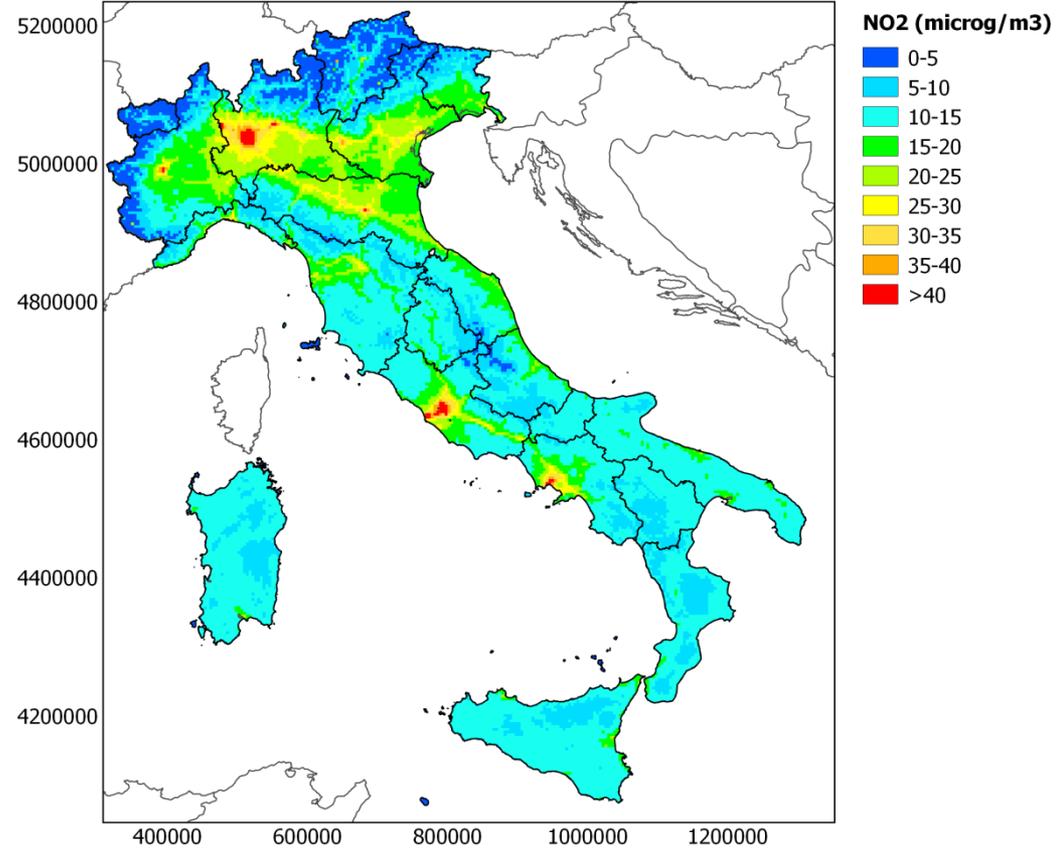
- Il KED è stato applicato ai campi di concentrazione media annuale di NO_2 e PM_{10}
- L'orografia è stata aggiunta come covariata ausiliaria
- Il metodo di cross-validation *leave-one-out* è stato utilizzato per scegliere la funzione di covarianza spaziale e per valutare la bontà del modello

I RISULTATI DELLA DATA FUSION SUI DATI 2010 per NO₂

output di MINNI



output di MINNI con KED

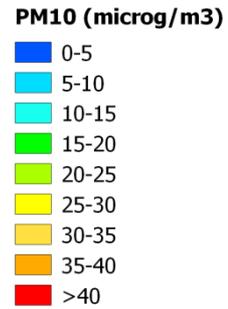
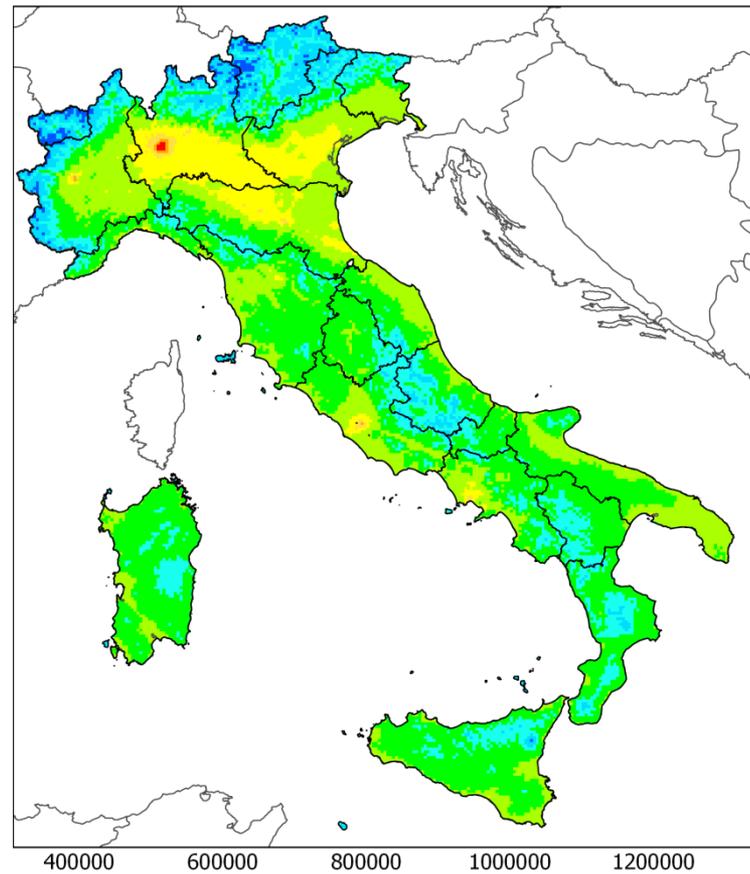
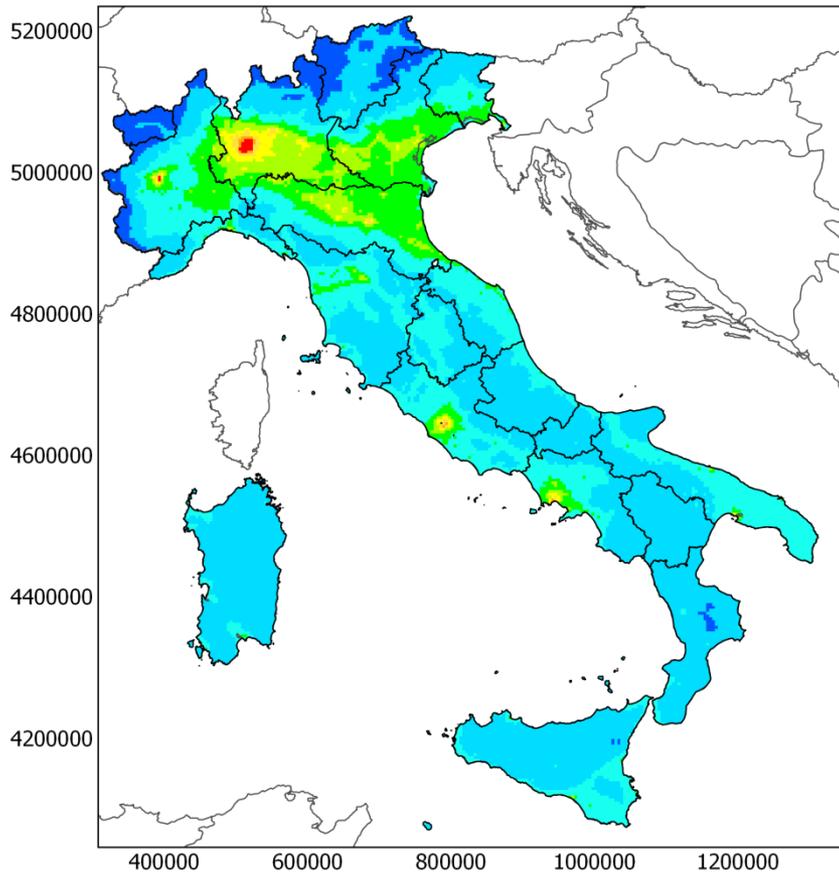


I RISULTATI DELLA DATA FUSION SUI DATI 2010 per PM10



output di MINNI

output di MINNI con KED



EU LIFE+ Pilot project, 2013-2016: MED HISS

Life Expectancy Loss due to PM2.5 concentrations in Italy, by area – 2010

		Life Expectancy reduction (months)	L.E. 95% I.C
	Italy	9,2	9,1-9,2
Geographic Area	North	11,6	11,6-11,8
	Center	8,0	8,0-8,2
	South	5,3	5,3-5,4
Macroarea	Urban	12,6	12,5-12,6
	Rural	9,0	9,0-9,1
Gender	Males	8,5	8,4-8,5
	Females	10,0	9,8-10,0

Ridurre le concentrazioni: un'occasione di sviluppo.

• **Per ridurre le concentrazioni di inquinanti atmosferici sono necessarie azioni incisive che possono cambiare positivamente interi settori produttivi e le abitudini dei cittadini. Non servono alibi.**

- Perché non eliminare il limite giornaliero del PM? Crea allarme e porta sanzioni.
- Possiamo invocare la “specificità meteorologica”?
- Possiamo dunque pensare che un lombardo “valga” meno di un olandese?
- Possiamo presentarci in Europa con 20 piani regionali per la qualità dell’Aria?
- Possiamo ritenere **“emergenza”** un fenomeno che si ripropone da decenni e di cui si conoscono gli aspetti fondamentali?

Quanto conta la meteorologia?

- Si sono selezionati 4 periodi meteorologici **reali** di 5 giorni, tutti nella stagione fredda da ottobre a marzo, dal database MINNI sul dominio nord Italia a 4km, in cui le concentrazioni osservate di PM10 a Bologna e Milano risultassero basse (cioè presupponendo che le condizioni circolatorie fossero sfavorevoli all'accumulo);
- Queste 4 "**meteorologie reali**" sono state applicate a un periodo del 2010 (28 gennaio – 1 febbraio) di uguale durata (5 giorni), in cui erano occorsi superamenti nelle centraline, in particolare a Bologna e Milano.

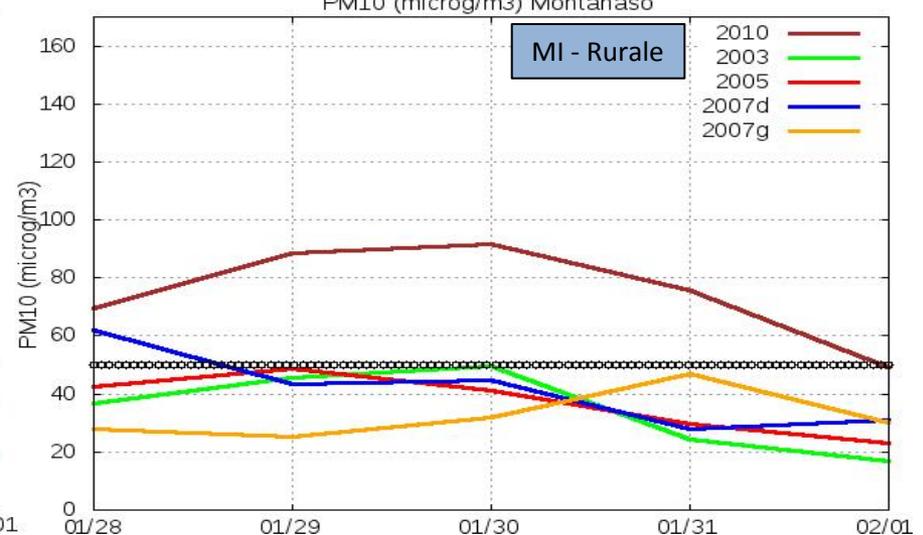
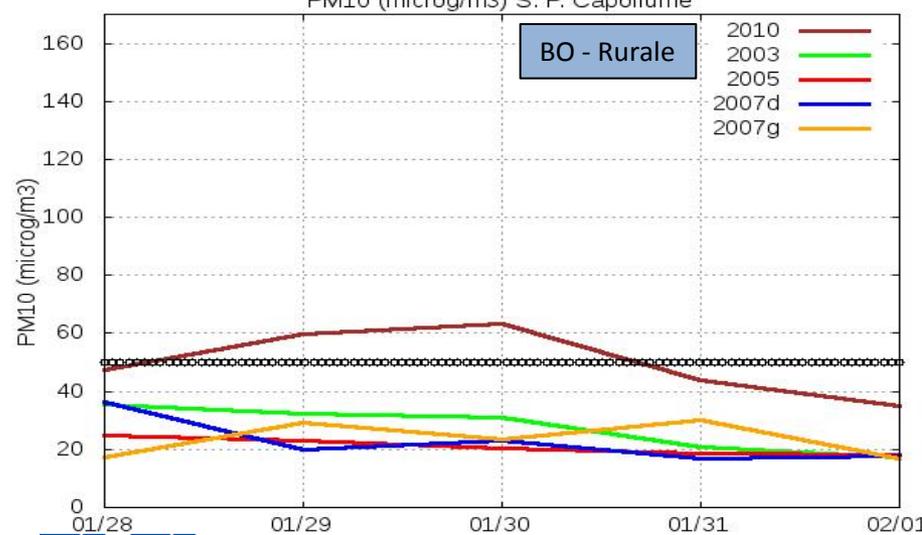
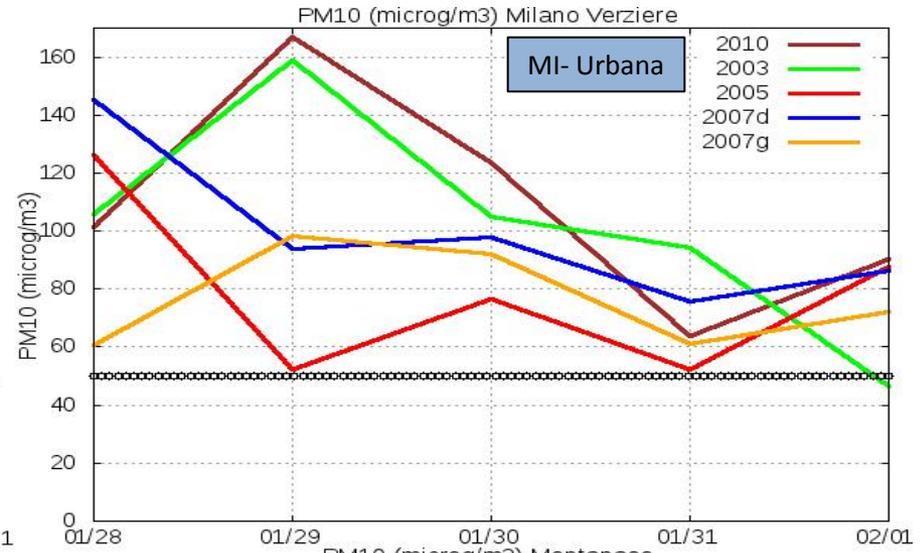
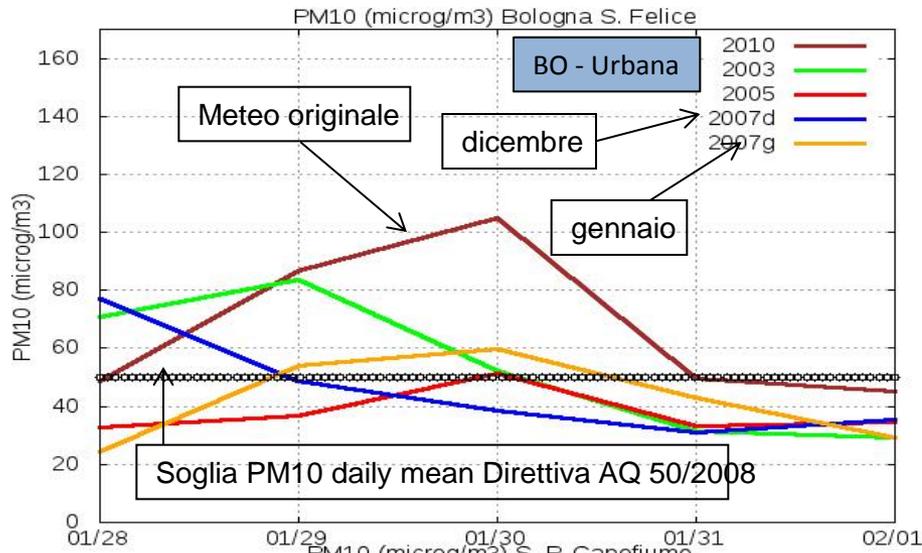
Le concentrazioni di PM10 dal 28 gennaio al 1 febbraio 2010 sono state simulate nuovamente cambiando i campi meteorologici con quelli dei periodi prescelti, mantenendo le **STESSE** emissioni e condizioni al contorno per gli inquinanti.

OBIETTIVO



Verificare se e quanto queste condizioni meteorologiche più dispersive fossero in grado di eliminare/ridurre i superamenti in vari siti.

Concentrazioni di PM10 con differenti campi meteo – esempi a Milano e Bologna



CONCLUSIONI (1)

Sono emerse alcune indicazioni :

- La meteorologia conta, ma non sempre porta risultati univoci nell'abbattere le concentrazioni (a Milano i superamenti non sono stati eliminati seppure le concentrazioni siano diminuite);
- Gli effetti della meteorologia sui livelli di inquinamento non sono omogenei sulla pianura padana; i fattori locali atmosferici (dipendenti dal sito) non sono trascurabili e non forniscono risposte univoche.

CONCLUSIONI (2)

- Utilizzando uno stesso periodo meteorologico ripetuto ciclicamente tutto l'anno, per più anni (multi-annuale), si è constatato che:
- la meteorologia può portare all'eliminazione dei superamenti in aree rurali e a importanti riduzioni in alcune aree urbane.
- Tuttavia la riduzione delle emissioni antropiche si rende ancora necessaria per azzerare i superamenti di PM10 in alcune aree (come ad es. Milano) e tali riduzioni, in particolare dei precursori, devono considerare gli effetti (positivi/negativi) che hanno sulle concentrazioni.

Scenari ed efficacia.

La Direttiva NEC.

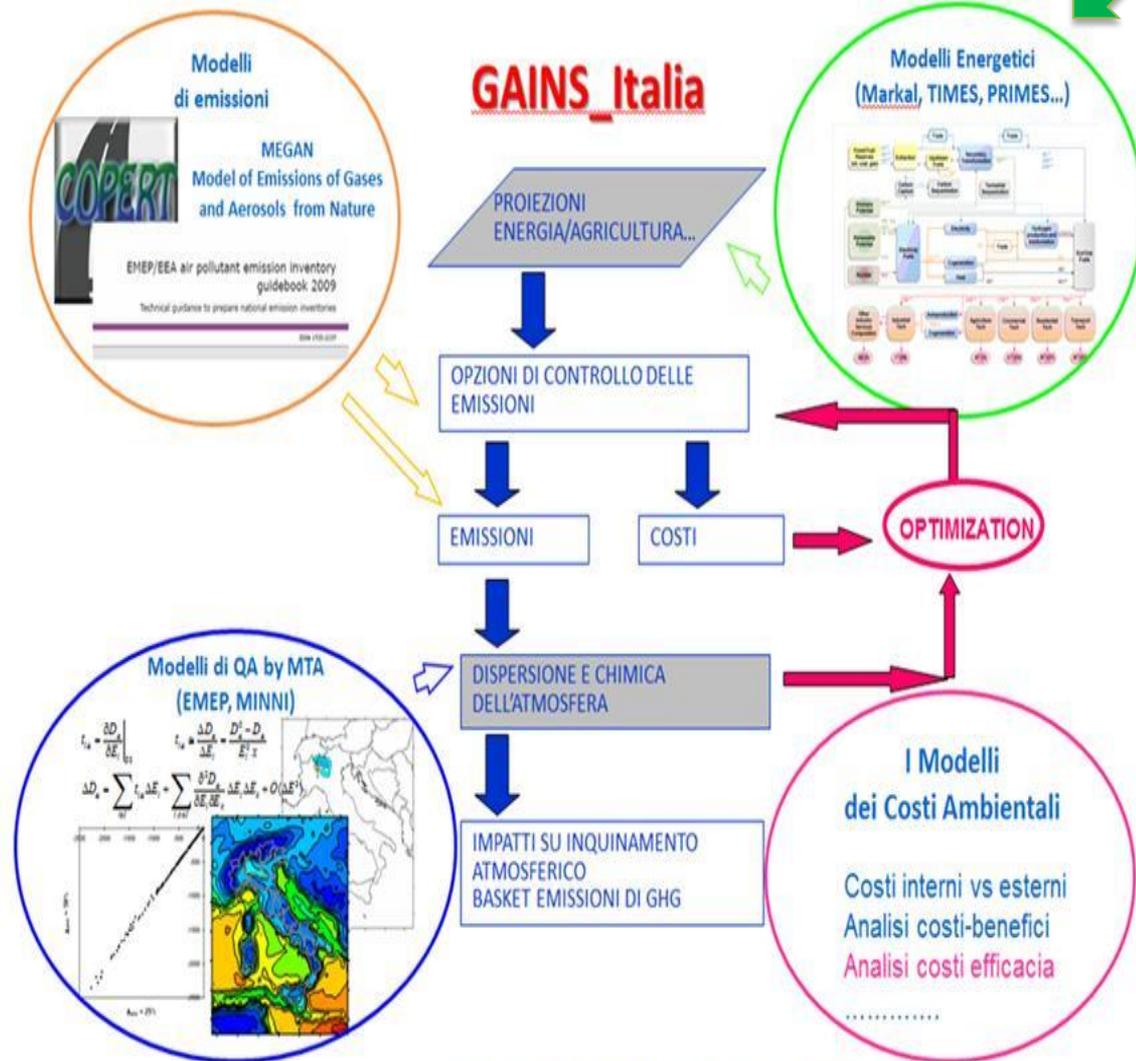
L'accordo di Bacino Padano.

Gli obiettivi ed i costi per le Regioni.

Il Modello di Valutazione Integrata (IAM) GAINS-Italia

Gli IAM sono strumenti fondamentali per:

- prevedere la qualità dell'aria a medio-lungo termine sulla base di scenari futuri di emissione o in funzione di variazioni delle condizioni meteorologiche/climatiche;
- valutare l'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.



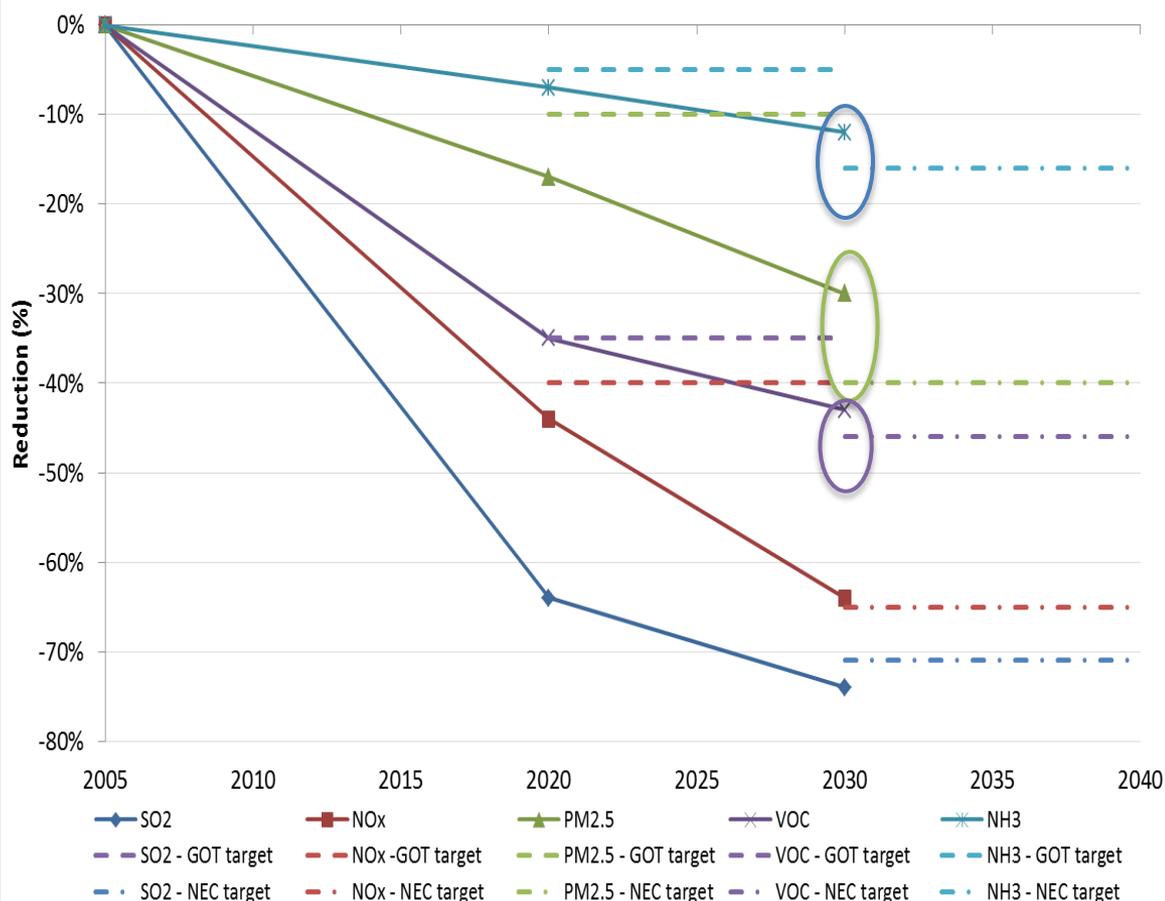
GAINS - Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies

La nuova Direttiva NEC (National Emission Ceiling)

La nuova Direttiva NEC (National Emission Ceiling) definisce, per ogni Stato Membro, gli impegni di riduzione delle emissioni atmosferiche antropogeniche di SO₂, NO_x, COVNM, NH₃ e PM_{2.5}, e impone l'elaborazione, l'adozione e l'attuazione di programmi nazionali di controllo dell'inquinamento atmosferico e il monitoraggio degli effetti di tali inquinanti.

Tali limiti alle emissioni hanno l'obiettivo di conseguire livelli di qualità dell'aria che non comportino impatti negativi e rischi significativi per la salute umana e l'ambiente.

Projected emission reduction in the Italian emission scenario and comparison with the emission reduction commitments of the amended Gothenburg Protocol and the new NEC Directive



Con gli scenari attuali non verranno rispettati gli obiettivi di riduzione delle emissioni 2030, rispetto all'anno base 2005, di PM_{2.5}, COVNM e NH₃

Politiche e misure: il tool di ottimizzazione.

Nelle più recenti politiche ambientali sulla qualità dell'aria, dalla revisione del protocollo di Göteborg alla revisione della Direttiva NEC, gli obiettivi di riduzione delle emissioni sono stati sempre stimati avendo come obiettivo la riduzione degli impatti negativi dell'inquinamento sulla salute e gli ecosistemi.

Lo strumento di ottimizzazione sviluppato da ENEA, in collaborazione con IIASA, consente di determinare costi, misure e riduzione delle emissioni inquinanti a livello regionale a partire da un obiettivo di tipo sanitario o ambientale.

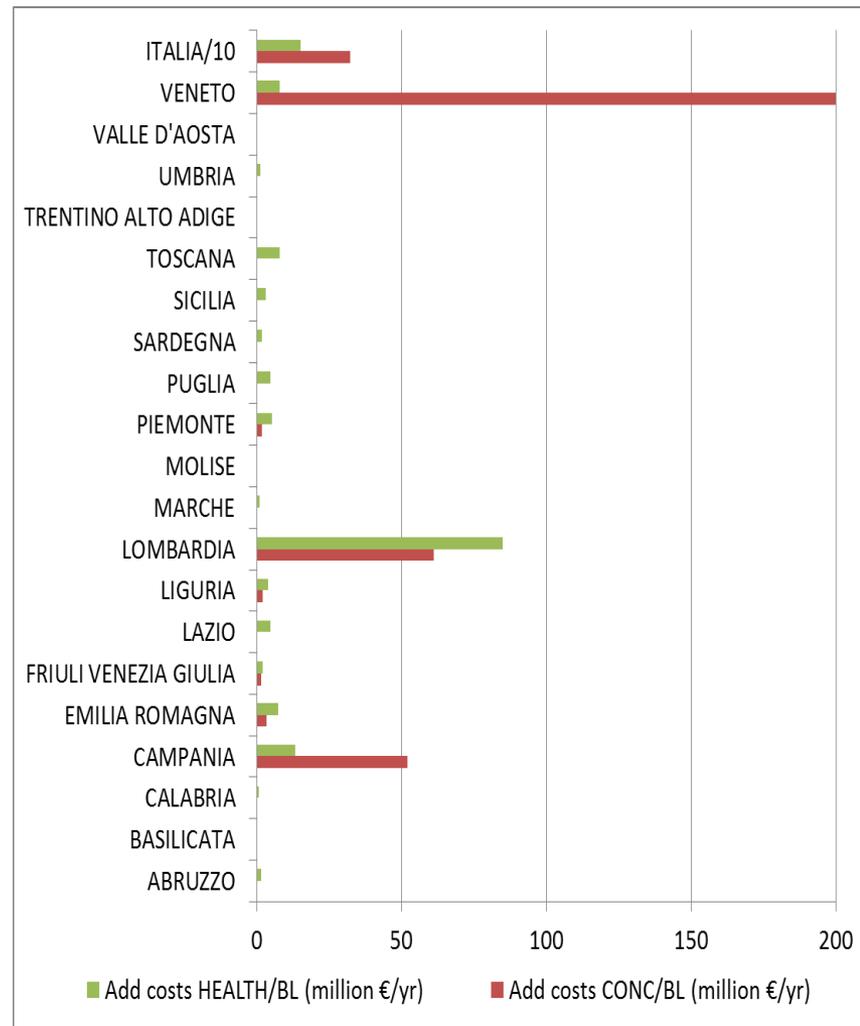
Nell'esempio 2 scenari per l'anno 2030:

- CONC
- HEALTH

Risultati ottimizzazione in termini di costi aggiuntivi totali sullo scenario baseline (BL) in M€/anno per l'anno 2030

Scenario CONC:
target di riduzione direttamente sulle concentrazione di $PM_{2.5}$ tale da individuare lo scenario di minor costo che raggiunga il valore obiettivo di $20 \mu g/m^3$

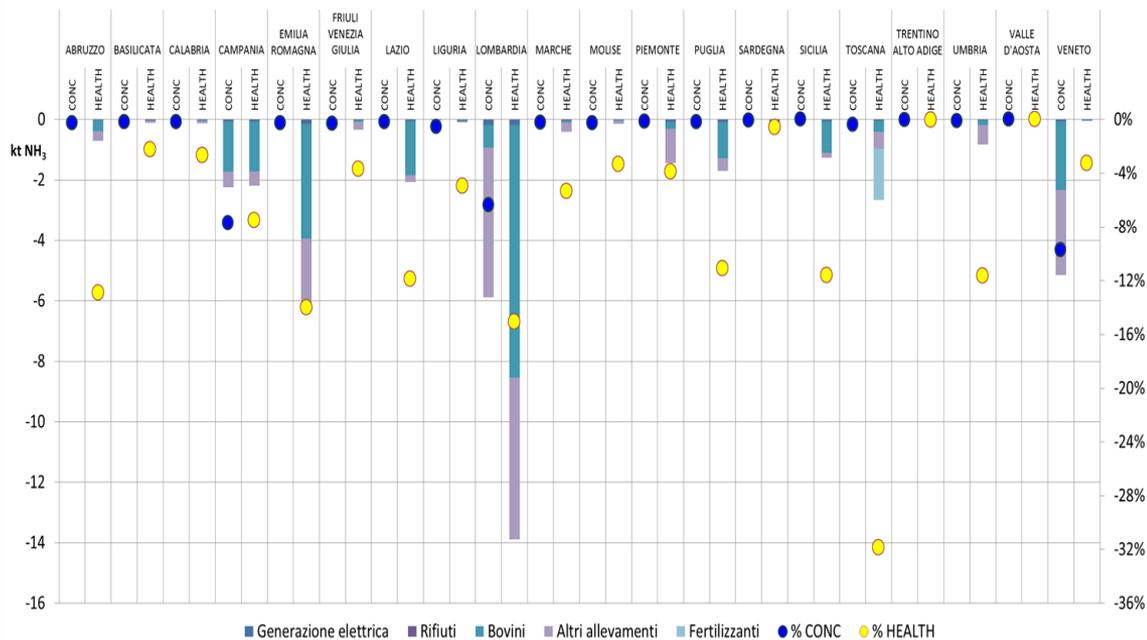
Scenario HEALTH:
target in termini di riduzione dell'esposizione tale che l'esposizione totale nazionale sia la stessa nei due scenari



Politiche e misure: il tool di ottimizzazione

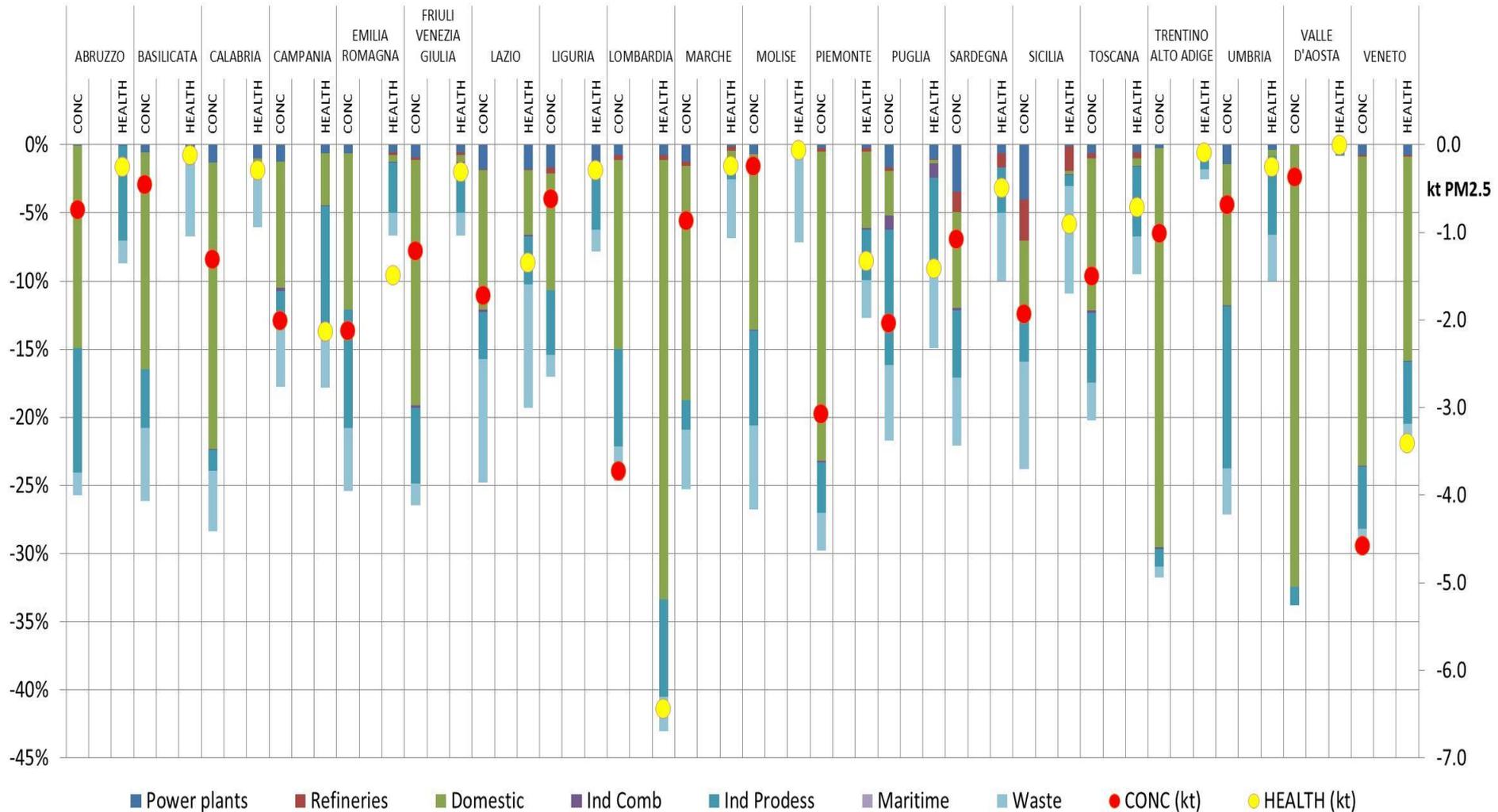
Entrambi gli scenari elaborati mostrano che per ridurre le concentrazioni di PM2.5 al 2030 sono necessarie misure di riduzione delle emissioni di PM2.5 primario ma anche misure di riduzione delle emissioni di NH₃.

Lo strumento fornisce indicazioni sulle possibili misure che potrebbero essere adottate a livello regionale e i relativi costi totali.



Il tool di ottimizzazione

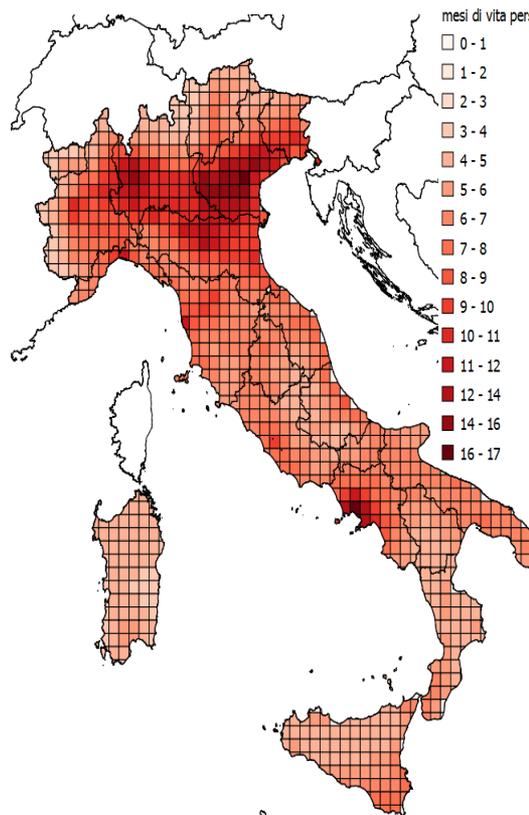
PM2.5 emission reductions respect to the 2030 baseline scenario by sector and by Region



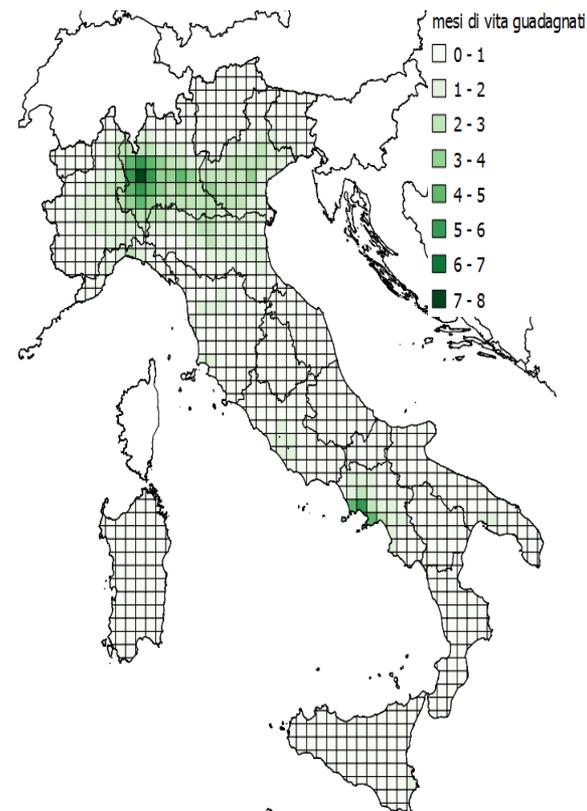
Politiche e misure: il tool di ottimizzazione

Lo strumento di ottimizzazione oltre ad individuare costi, misure e riduzione delle emissioni a livello regionale, restituisce per ogni scenario (baseline, di policy e di massima penetrazione tecnologica) la riduzione dell'aspettativa di vita (in mesi) legata alle concentrazioni di PM2.5 con una risoluzione spaziale orizzontale di 20 km.

Risultati ottimizzazione in termini di misure per ridurre le emissioni al 2030 rispetto al baseline 2030



Mesi di vita persi dovuti alle concentrazioni di PM2.5 nello scenario di riferimento 2030 (risoluzione 20 km)



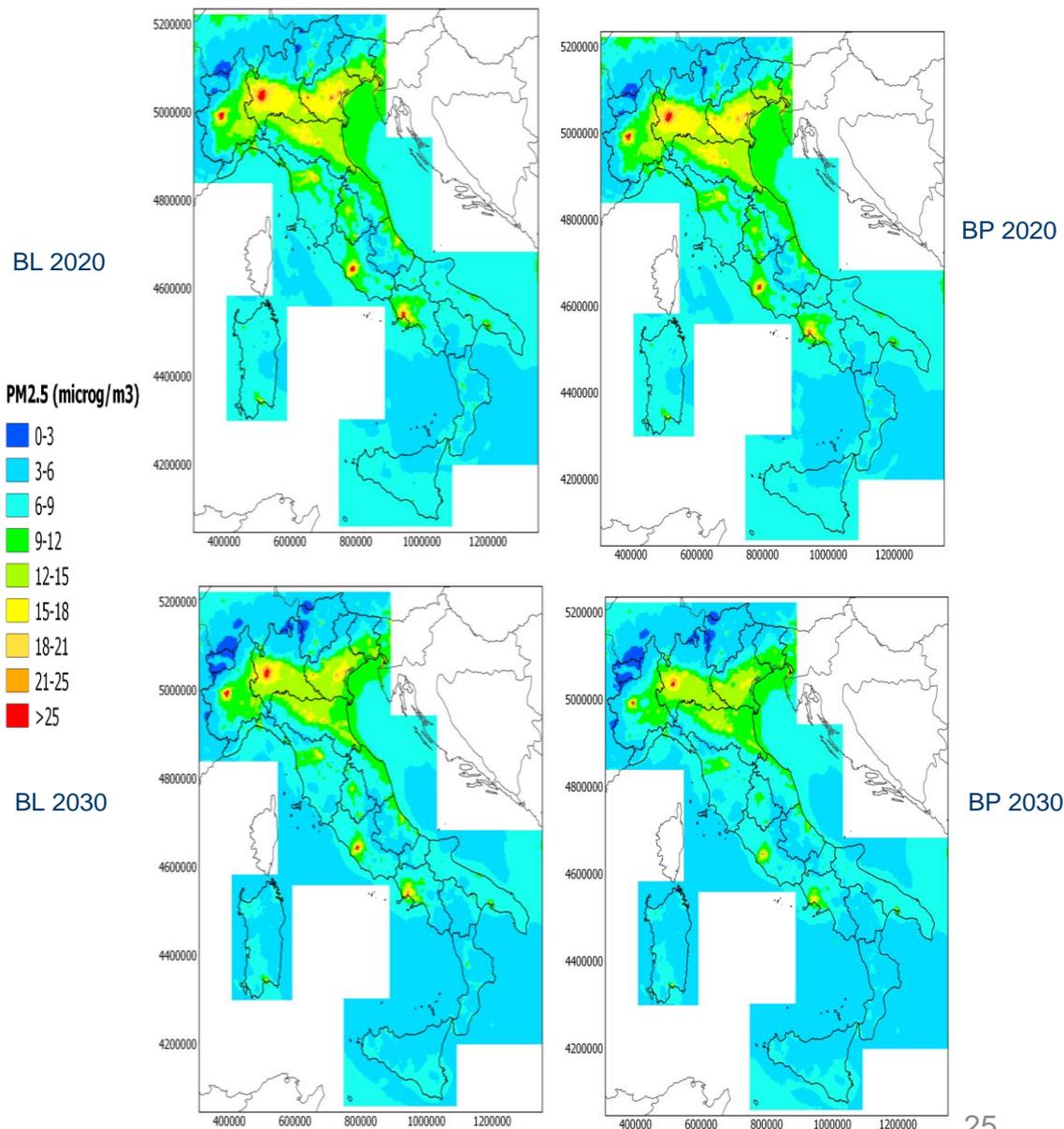
Mesi di vita guadagnati nello scenario ottimizzato HEALTH al 2030 (risoluzione 20 km)

Misure Nazionali per Accordo Bacino Padano

Le misure nazionali per Accordo Bacino Padano prevedono misure nei seguenti settori:

- Riscaldamento civile (decreto certificazione apparecchi combustione biomasse);
- Certificazione energetica degli edifici;
- Trasporto stradale (riduzione limiti velocità autostradale, **diffusione auto elettrica (3.5% 2020 e 13.6% 2030)**);
- Industria (limiti agli impianti industriali alimentati a biomassa legnosa);
- Agricoltura.

Risultati modello MINNI risoluzione orizzontale di 4 km. Concentrazione media PM2.5

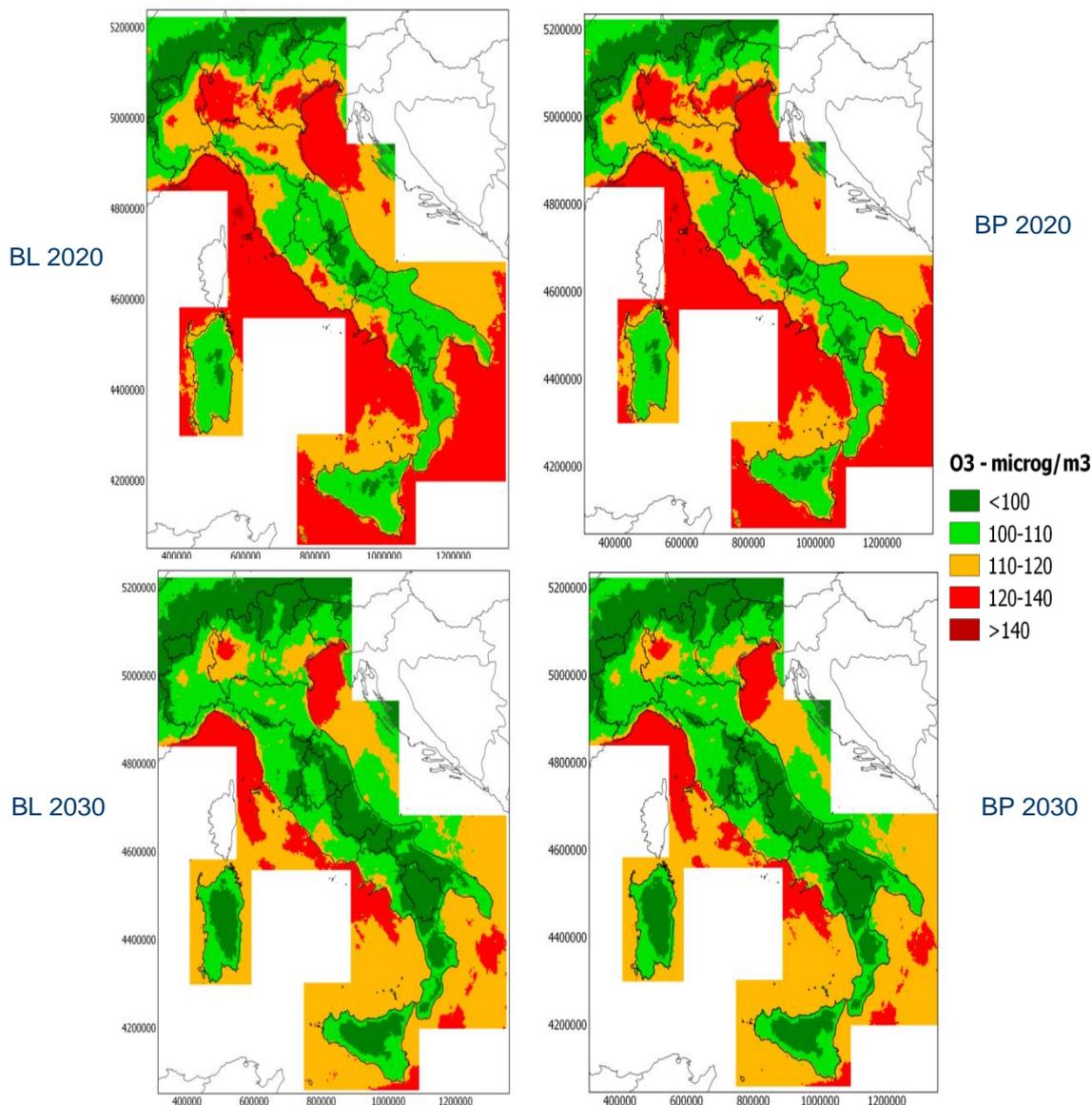


Misure Nazionali per Accordo Bacino Padano

Le misure nazionali per Accordo Bacino Padano prevedono misure nei seguenti settori:

- Riscaldamento civile (decreto certificazione apparecchi combustione biomasse);
- Certificazione energetica degli edifici;
- Trasporto stradale (riduzione limiti velocità autostradale, diffusione auto elettrica);
- Industria (limiti agli impianti industriali alimentati a biomassa legnosa);
- Agricoltura.

Risultati modello MINNI: concentrazione O_3 , 26° valore più elevato sulla serie temporale dei massimi giornalieri delle medie mobili su 8 ore con risoluzione orizzontale di 4 km

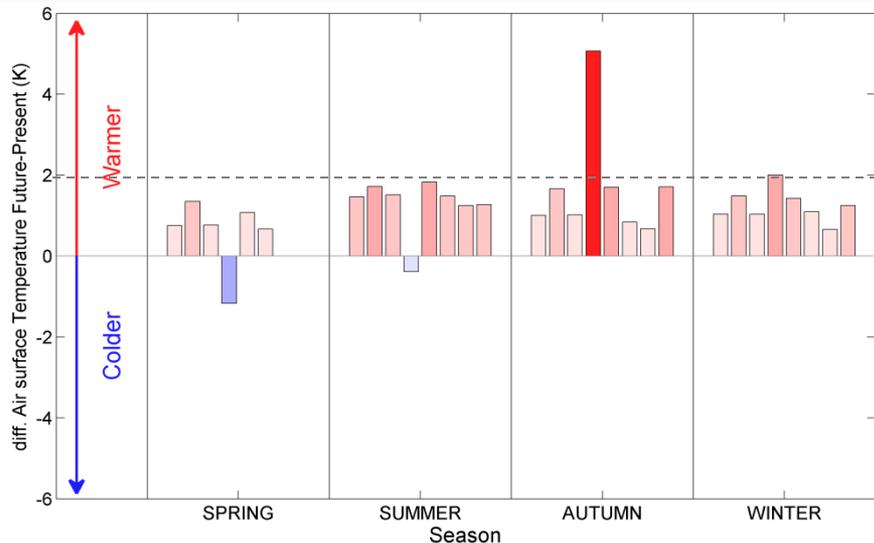


La sfida del cambiamento climatico

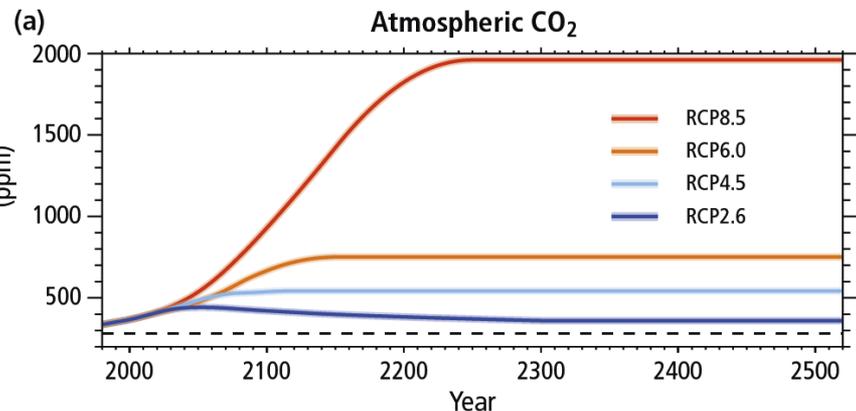
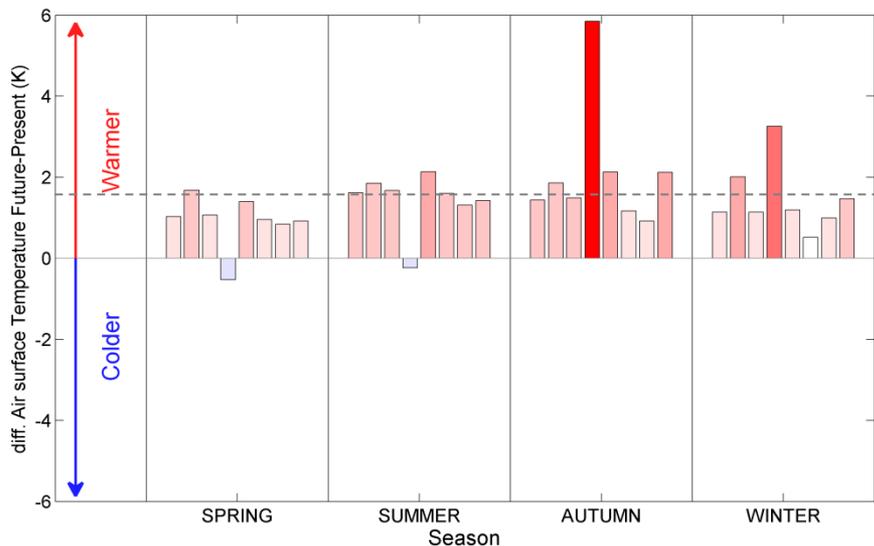
- **La qualità dell'aria e la variazione climatica.**
- Quanto vale la variazione climatica? Forse quanto una Direttiva. E in termini di impatti sanitari quanto vale l'interazione fra stress termico e variazione delle concentrazioni?

Temperature future in Roma

Roma-scenario **RCP4.5**: Surface Temp. 2021-2050 vs 1971-2000



Roma-scenario **RCP8.5**: Surface Temp. 2021-2050 vs 1971-2000



Representative Concentration Pathways (RCPs) are four greenhouse gas concentration (not emissions) trajectories adopted by the IPCC for its fifth Assessment Report (AR5) in 2014

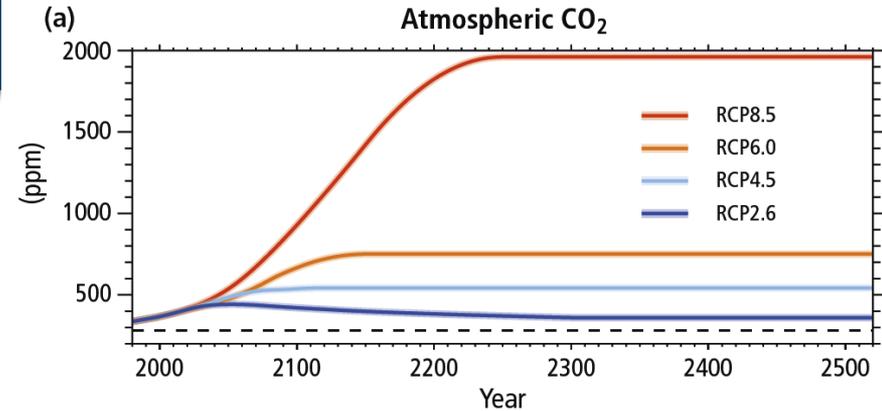
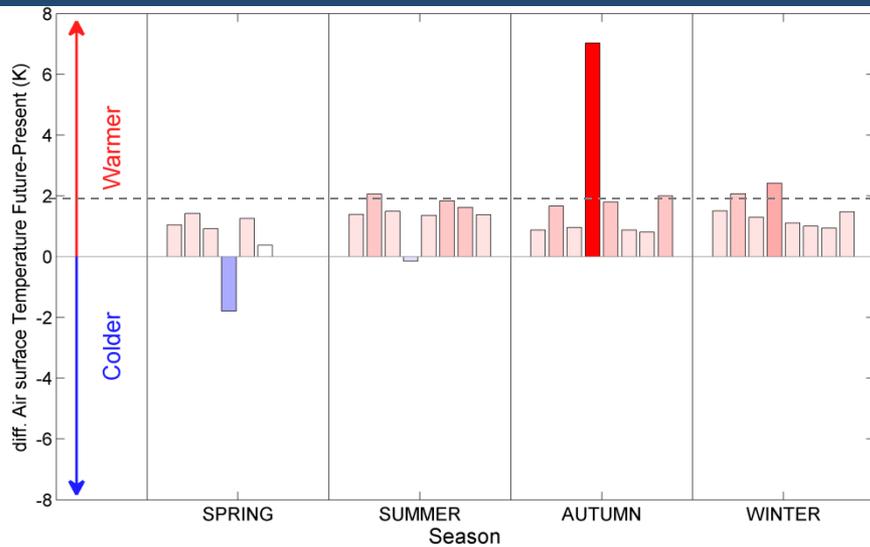
Proiezione anomalia temperatura superficiale secondo i modelli Med-CORDEX per il periodo 2021-2050. Periodo di riferimento 1971-2000.

1. MED-11-CNRM-ALADIN52 ; CNRM-CM5
2. MED-44-CMCC-CCLM4-8-19 ; CMCC-CM
3. MED-44-CNRM-ALADIN52 ; CNRM-CM5
4. MED-44-ICTP-RegCM4-3 ; HadGEM2-ES
5. MED-44-LMD-LMDZ4NEMOMED8 ; IPSL
6. MED-44-GUF-CCLM4-8-18 ; MPI-ESM-LR
7. MED-44i-ENEA-PROTHEUS ; CNRM-CM5
8. MEDCORDEX RCMs Mean



Temperatura futura in Milano.

Milano-scenario **RCP4.5**: Surface Temp. 2021-2050 vs 1971-2000



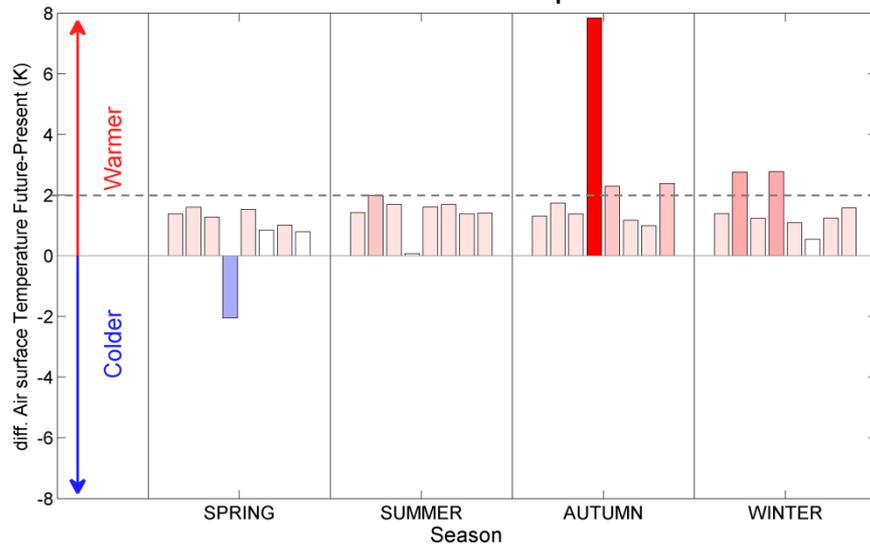
Representative Concentration Pathways (RCPs) are four greenhouse gas concentration (not emissions) trajectories adopted by the IPCC for its fifth Assessment Report (AR5) in 2014

Proiezione anomalia temperatura superficiale secondo i modelli Med-CORDEX per il periodo 2021-2050. Periodo di riferimento 1971-2000.

1. MED-11-CNRM-ALADIN52 ; CNRM-CM5
2. MED-44-CMCC-CCLM4-8-19 ; CMCC-CM
3. MED-44-CNRM-ALADIN52 ; CNRM-CM5
4. MED-44-ICTP-RegCM4-3 ; HadGEM2-ES
5. MED-44-LMD-LMDZ4NEMOMED8 ; IPSL-
6. MED-44-GUF-CCLM4-8-18 ; MPI-ESM-LR
7. MED-44i-ENEA-PROTHEUS ; CNRM-CM5
8. MEDCORDEX RCMs Mean



Milano-scenario **RCP8.5**: Surface Temp. 2021-2050 vs 1971-2000

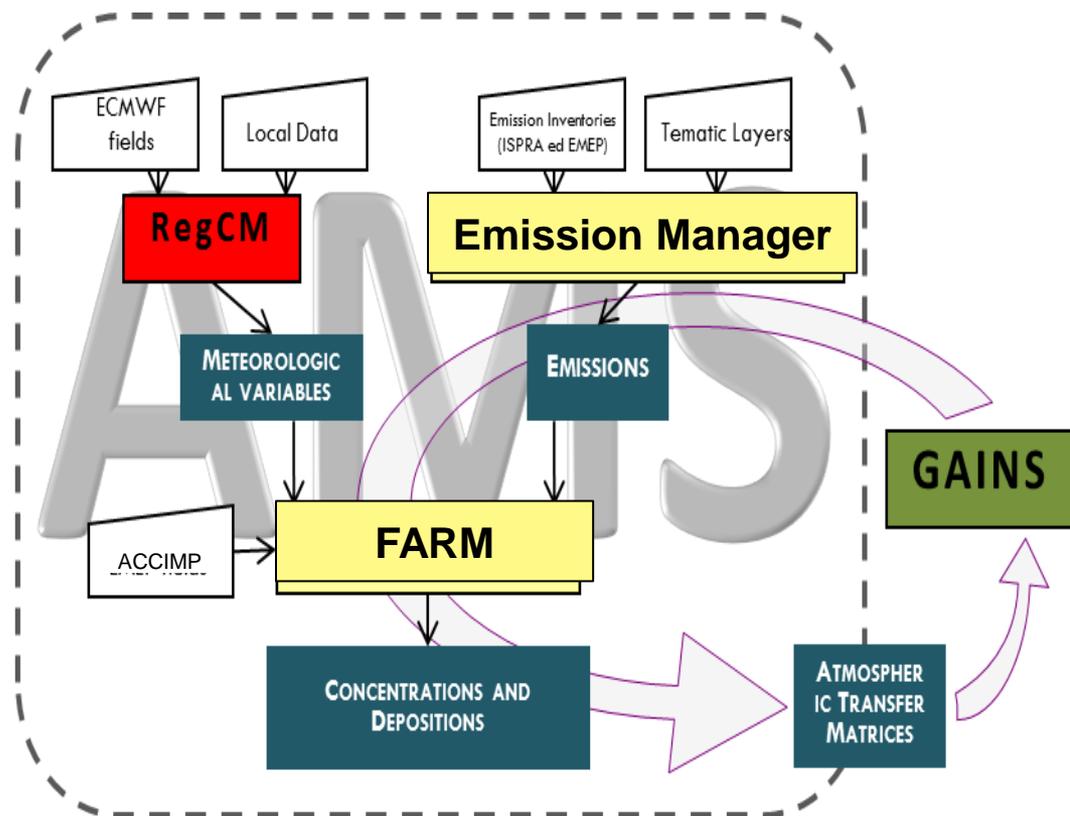


Qualità dell'aria e variazione climatica: SCENARIO 2050 FORZANTE CLIMATICO

Meteorologie climatiche sono meteorologie statisticamente rappresentative di uno scenario climatico.

Per ottenerle è necessario simulare almeno 10 anni nell'intorno dell'anno di riferimento per separare la variabilità inter-annuale dal segnale di cambiamento climatico.

Il modello usato è RegCM, (Giorgi et. al 2012) utilizzato anche nel Laboratorio di Modellistica Climatica e Impatti della Divisione MET di ENEA nell'ambito dell'iniziativa internazionale coordinata Med-CORDEX.



PROCEDURA D'IMPLEMENTAZIONE

VALIDAZIONE DEL SISTEMA MODELLISTICO INTEGRATO CLIMA QUALITÀ DELL'ARIA:

Quanto è sensibile l'output di concentrazione (annuale e stagionale) ai dati di input “climatici” e alle relative parametrizzazioni?

Confrontando le concentrazioni ottenute dal sistema modellistico implementato:

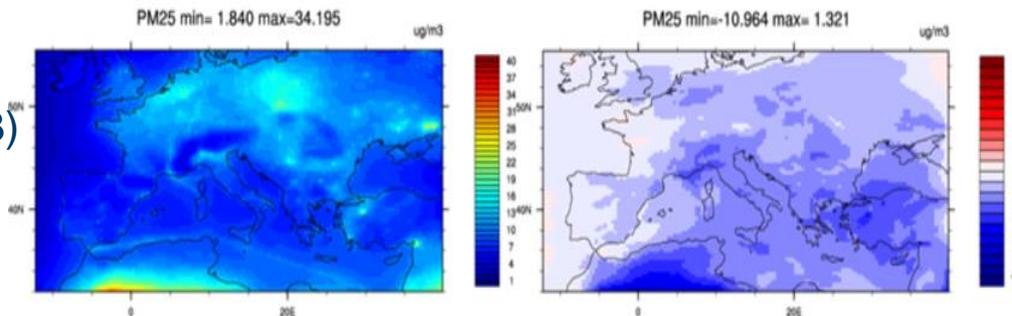
- con una simulazione già validata => Esercizio di confronto di modelli europei (Eed3, Ced3, Bed3) validato su dati sperimentali di campagne di misura EMEP.
- con osservazioni del database AIRBASE dell'Agenzia Ambientale Europea.

Per capire l'importanza relativa dei cambiamenti si sono svolte 3 simulazioni annuali:

- (Eed3, CT, Bed3) valuta l'influenza del cambiamento del forzante atmosferico CT;
- (EH, CT, Bed3) valuta l'influenza ulteriore del cambiamento delle emissioni EH;
- (EH, CT, BH) valuta l'influenza delle condizioni al contorno chimiche BH

MEDIA ANNUALE PM2.5

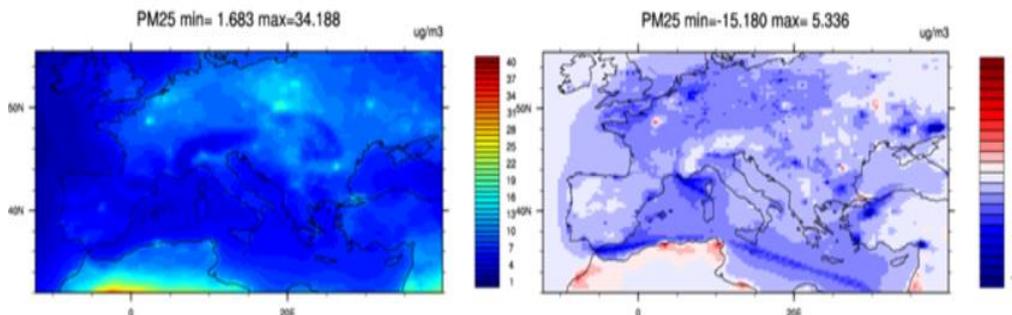
(Eed3, CT, Bed3)



Impatto forzante climatico
(Eed3, CT, Bed3)

-
(Eed3, Ced3, Bed3)

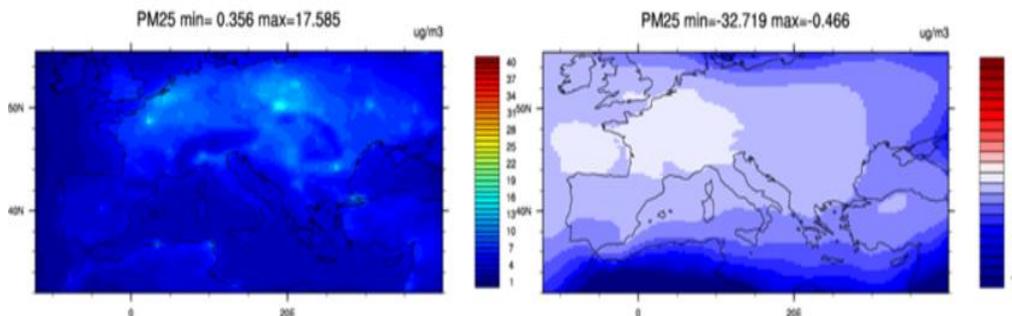
(EH, CT, Bed3)



Impatto emissioni
(EH, CT, Bed3)

-
(Eed3, CT, Bed3)

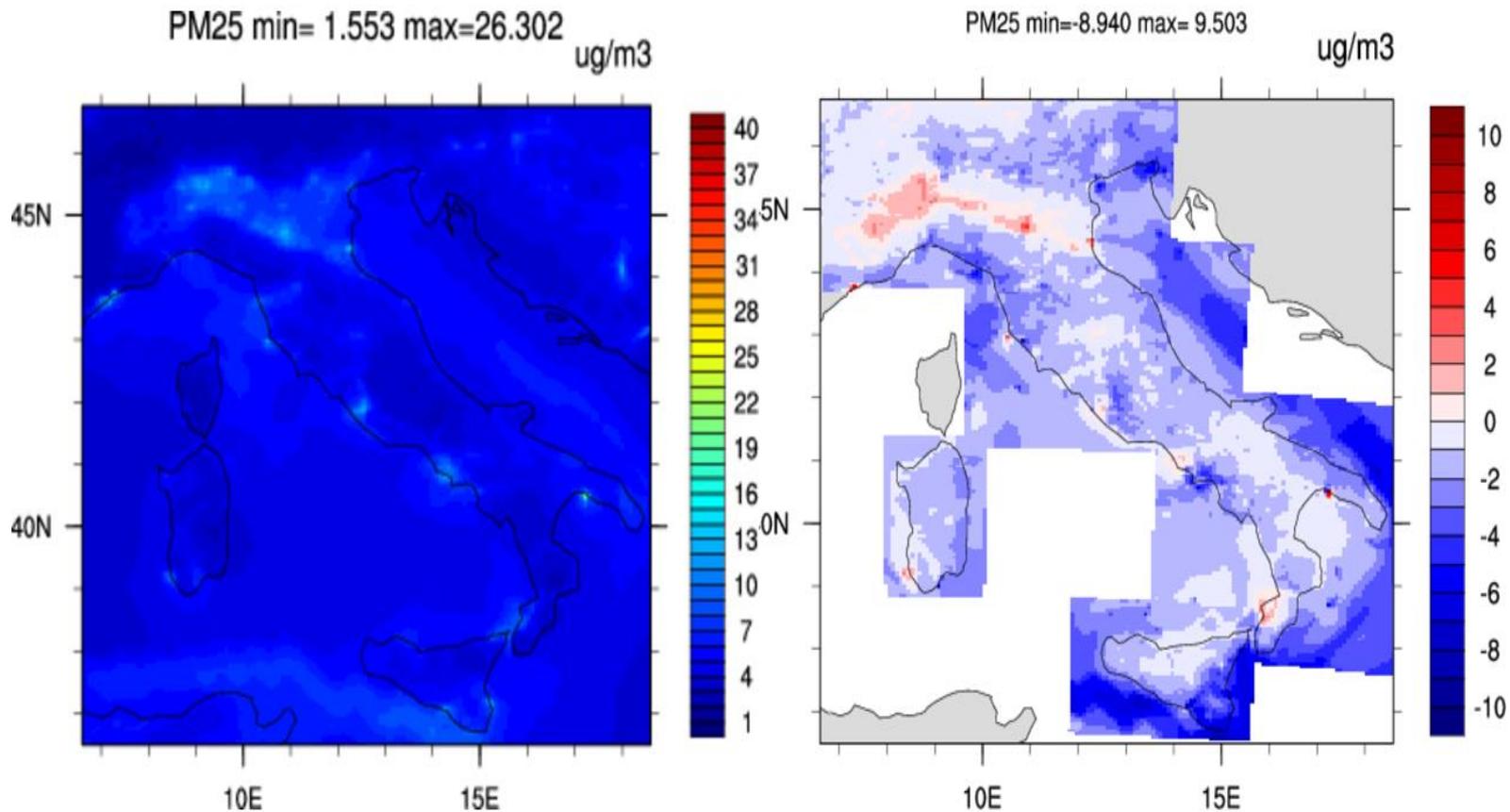
(EH, CT, BH)



Impatto condizioni al contorno
(EH, CT, BH)

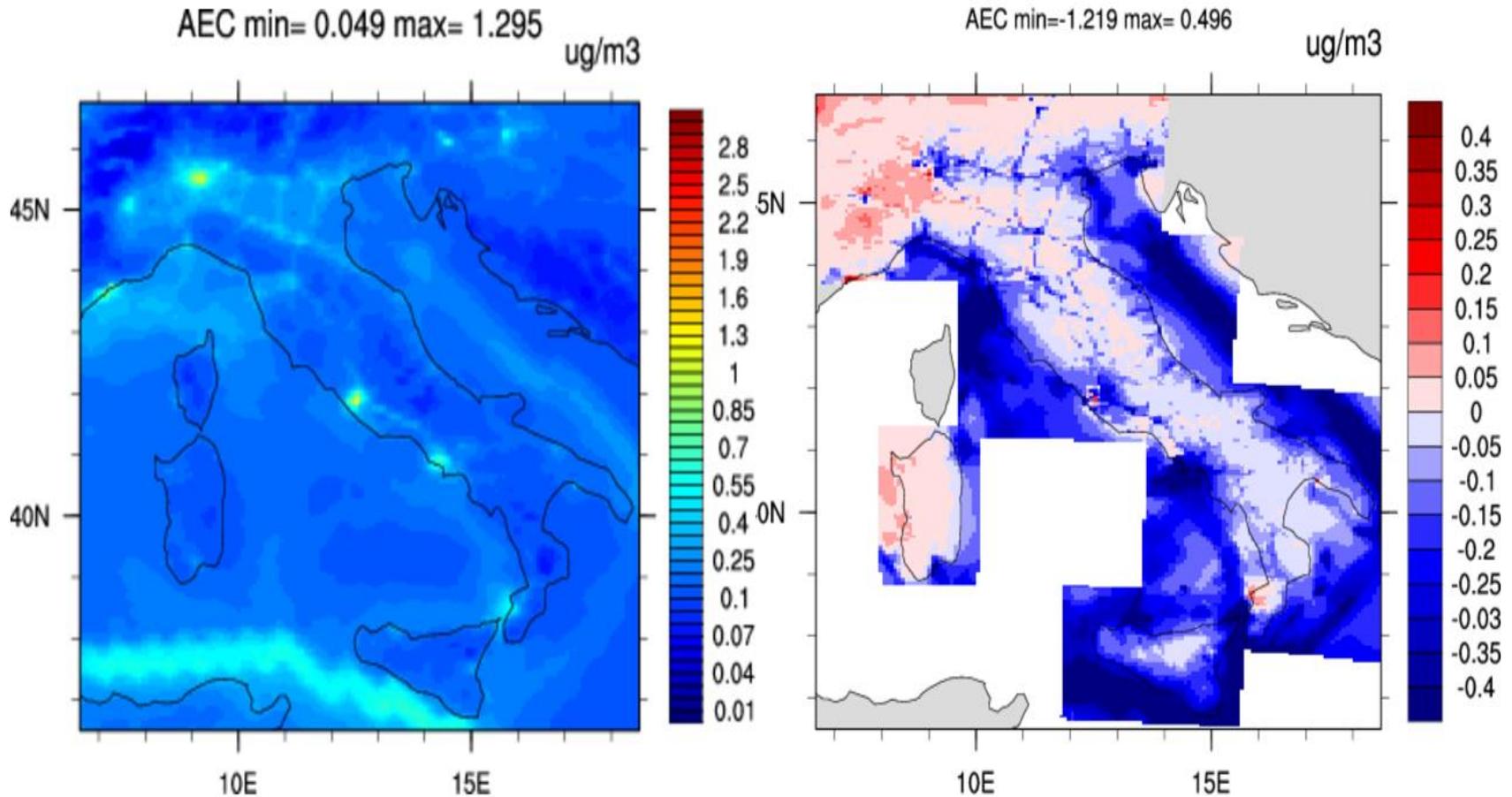
-
(EH, CT, Bed3)

PM2.5 –variazione estiva con forzante climatico



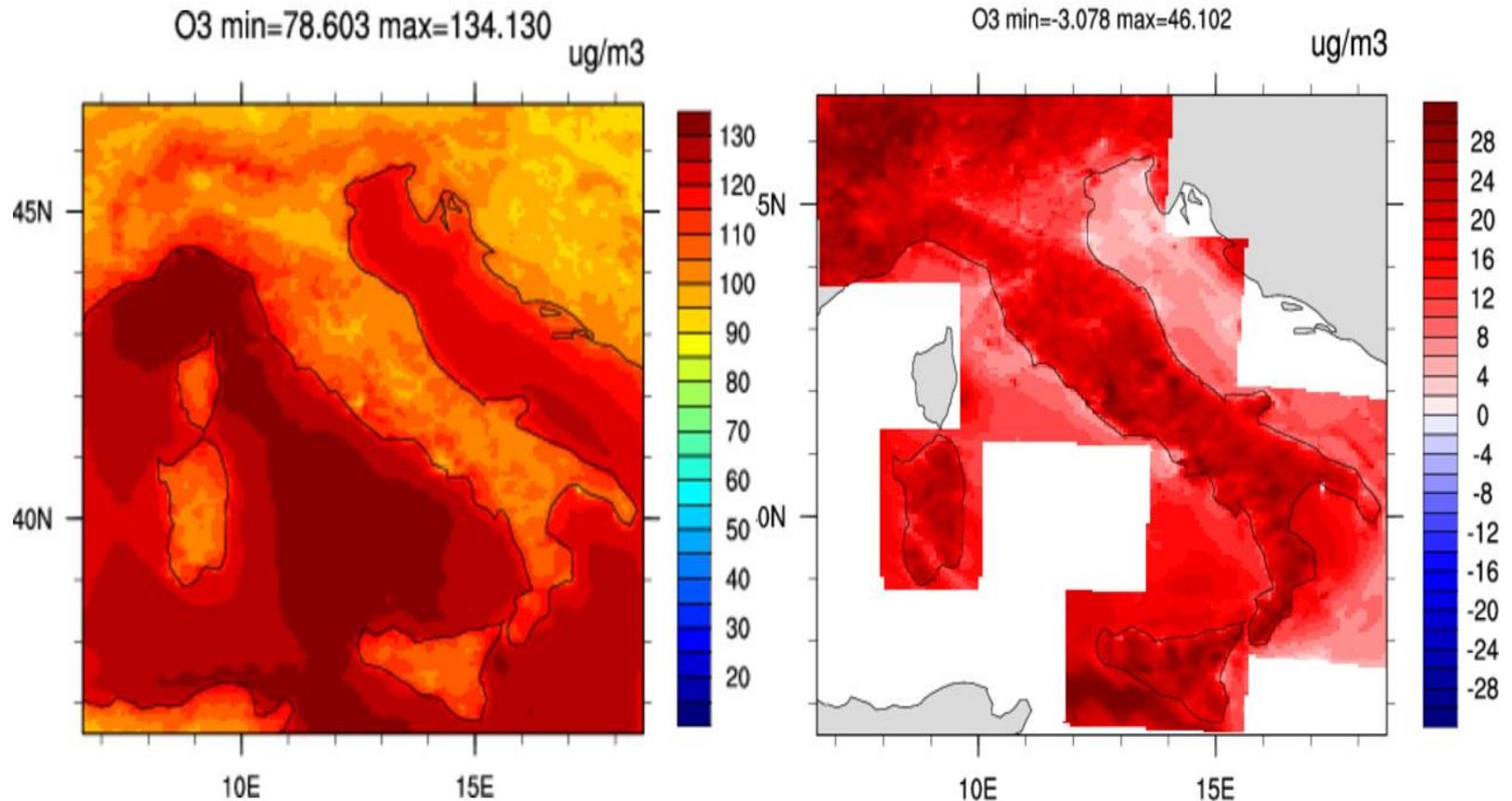
Gabriele Zanini, Aria & Salute, Università di Milano-Bicocca, 30 novembre 2017

EC –variazione estiva con forzante climatico



Gabriele Zanini, Aria & Salute, Università di Milano-Bicocca, 30 novembre 2017

Ozono –variazione estiva con forzante climatico



Gabriele Zanini, Aria & Salute, Università di Milano-Bicocca, 30 novembre 2017

Gabriele Zanini
gabriele.zanini@enea.it

