



## Inquinamento atmosferico e tutela della salute: Un sistema Web-Gis per la valutazione dell'esposizione

M.E. Soggiu<sup>1</sup>, G. Settimo<sup>1</sup>, C. Lanciano<sup>2</sup>, S. Tretta<sup>2</sup>, M. Inglessis<sup>1</sup>, L. Palumbo<sup>1</sup>, F. Romeo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento Ambiente e Salute - Istituto Superiore di Sanità

<sup>2</sup>G&O

<sup>3</sup>Ministero della Transizione Ecologica-ISPRA

### Abstract

L'inquinamento atmosferico (IA) è riconosciuto quale principale fattore di rischio ambientale per la salute umana. Nel 2021 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha aggiornato le Linee Guida di qualità dell'aria-*Air Quality Guidelines* (AQG) (1) relative al PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>, raccomandando nuovi valori guida rispetto ai precedenti livelli del 2005. Nelle nuove AQG sono stati introdotti dei valori intermedi-*interim values*, individuati dall'OMS per supportare il decisore a tracciare un percorso di continua riduzione dei livelli di concentrazione nell'aria ambiente al fine di raggiungere gli obiettivi di qualità dell'aria a tutela della salute.

Le persistenti criticità sulla qualità dell'aria ambiente presenti nel territorio comunitario ha portato l'Unione Europea ad introdurre nuove specifiche regolamentazioni, tra le quali la Direttiva 2016/2284 per la riduzione delle emissioni nazionali National Emission Ceiling – NEC (2). La Direttiva NEC assegna ai Paesi le quote di riduzione delle emissioni di PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e COV rispetto ai livelli emessi nel 2005, da raggiungere e rispettare al 2030 a fine di ridurre le concentrazioni medie registrate presso gli Stati membri e a tal fine impone l'obbligo di redazione di un programma nazionale contenente azioni ed interventi per la riduzione delle emissioni.

Il lavoro sviluppato si inserisce in questo contesto e presenta un sistema web-GIS, che espone l'IA per il territorio italiano in termini di concentrazioni di PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e NO<sub>2</sub>, consentendo di individuare le aree che suggeriscono le più alte esposizioni per le popolazioni, per gli scenari emissivi del 2010 e quelli per il 2030. Il sistema evidenzia le aree del territorio, fino al livello comunale, dove la potenziale esposizione della popolazione raggiunge o si discosta dagli obiettivi di qualità sia intermedi che finali della OMS.

Il sistema si colloca nel quadro delle azioni di prevenzione primaria, per la mitigazione degli impatti del IA per le diverse aree del territorio italiano.

### Introduzione

L'inquinamento dell'aria rappresenta il principale fattore di rischio ambientale a cui è esposta la popolazione con un impatto sulla salute che l'Organizzazione mondiale della Sanità (OMS) (3) quantifica in circa 7 milioni di morti premature all'anno globalmente. In Europa, rispetto all'anno 2019, l'impatto più significativo è stimato per esposizione a particolato PM<sub>2,5</sub> al quale sono attribuite circa 307.000 morti premature, mentre per esposizione a NO<sub>2</sub> sono quantificate circa 40.400 morti premature. Come noto gli impatti sulla salute possono andare da sintomi lievi quali irritazione delle vie respiratorie e degli occhi, fino a impatti gravi sul sistema cardiocircolatorio, respiratorio (infiammazioni, asma) e estremamente rilevanti quali il tumore al polmone. In Italia le ultime stime della European Environment Agency (4) assegnano all'Italia, in riferimento ai livelli di inquinamento dell'aria misurati dalle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria nel 2019, circa 48.000 morti premature per esposizione a PM<sub>2,5</sub>, e circa 10.000 morti premature per esposizione a livelli elevati di NO<sub>2</sub>. Negli anni sono stati comunque ottenuti importanti risultati dal punto di vista dei livelli ambientali di inquinamento con una diminuzione importante delle emissioni degli inquinanti dalle principali sorgenti (traffico, industria, riscaldamento civile) che hanno consentito di stimare un trend in diminuzione degli impatti tale per cui al 2022 in Europa sono stimati circa 296.000 morti premature e al 2032 queste si abbasseranno a 207.000





grazie ad una serie di misure che si stanno predisponendo e verranno verosimilmente applicate nei prossimi anni. Infatti, dal 2005 al 2019 l'EEA ha potuto verificare una diminuzione media di emissione nei diversi paesi della comunità pari al 43% circa per gli ossidi di azoto (NOx), al 29% per il PM<sub>2,5</sub>, al 76% per gli ossidi di zolfo (SOx), e solo all'8% per l'ammoniaca il cui principale settore emissivo è rappresentato dall'agricoltura/allevamento.

Anche con questi importanti traguardi comunque ancora la popolazione, con particolare attenzione a quella residente nelle aree urbane, è esposta a valori di concentrazione degli inquinanti al di sopra dei livelli di riferimento, sia della normativa vigente sia dei valori guida più conservativi della OMS. I valori di concentrazione degli inquinanti con le quali si confrontano le misurazioni delle reti di monitoraggio sono riportate nella Tabella 1 che contiene gli ultimi valori guida della OMS, pubblicate a settembre 2021, quelli precedenti del 2005 sempre della OMS ed i valori in vigore per il nostro Paese e presenti nella normativa italiana ed Europea (direttiva 2008/50/CE recepita dal D.lgs. 155/2010).

L'EEA, nelle citate stime, valuta per il PM<sub>2,5</sub> che il 4% della popolazione europea (EU-27) è esposta a livelli di concentrazione superiori al valore attualmente in vigore di 25 µg/m<sup>3</sup> ma che diventa il 97% della popolazione se si prende a riferimento il valore delle nuove linee guida della OMS che per il PM<sub>2,5</sub> è 5 µg/m<sup>3</sup>. Per il PM<sub>10</sub> la percentuale di popolazione esposta a livelli in vigore di 40 µg/m<sup>3</sup> è stimata nel 15% che diventa 81% se si prende a riferimento il valore delle nuove linee guida della OMS 2021 di 15 µg/m<sup>3</sup>. Per l'NO<sub>2</sub> queste percentuali sono del 4% rispetto al valore normativo, ma salgono al 94% rispetto al nuovo valore guida OMS 2021. Queste valutazioni esprimono la forte criticità dal punto di vista sanitario sottolineando come sia necessario la ricerca e la messa in opera di azioni di mitigazione e riduzione delle emissioni che portino in tempi brevi al rispetto delle raccomandazioni date a tutela della salute.

## L'esigenza

Le criticità relative agli elevati livelli di concentrazione degli inquinanti associati alle preoccupazioni sugli effetti sulla salute per le popolazioni esposte, ha portato l'Unione europea ad elaborare nuove raccomandazioni e Direttive finalizzate all'adozione di azioni per la riduzione dell'inquinamento prodotto dai diversi settori responsabili delle emissioni in atmosfera degli inquinanti di interesse. In questo ambito rientra anche la Direttiva 2016/2284 sui *National Emission Ceilings*, nota con l'acronimo NEC, che assegna ai diversi Paesi UE una quota di riduzione delle emissioni per alcuni specifici inquinanti: SO<sub>2</sub>, NOx, NH<sub>3</sub>, COVNM, e PM<sub>2,5</sub> al fine di ridurre i costi sanitari dell'inquinamento atmosferico, e a tal fine impone la redazione di un apposito programma di interventi da realizzare nel breve-medio periodo. In tabella 2 una sintesi delle quote di riduzione per le emissioni degli inquinanti assegnate all'Italia.

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare (attuale Ministero della Transizione ecologica-MiTE) autorità competente per l'attuazione della Direttiva, ha attivato una collaborazione con i principali Enti di ricerca nazionali che a diverso titolo operano nel settore dell'inquinamento atmosferico, coinvolgendo l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) per gli aspetti di approfondimento dell'esposizione della popolazione residente sul territorio nazionale all'inquinamento atmosferico, sia in riferimento alla situazione emissiva presente al 2010, sia e soprattutto rispetto alle proiezioni al 2030 che si potranno determinare a valle dell'adozione di una serie di azioni di riduzione delle emissioni definite sia a legislazione vigente che nel programma di misure elaborato ai sensi della direttiva NEC.

L'esigenza era quella di mettere a punto un sistema che potesse supportare le istituzioni che lavorano nei settori appartenenti all'ambito ambientale e sanitario nell'individuazione delle porzioni di territorio che mostrano, sia attualmente che in proiezione futura, le maggiori criticità, interpretate dal punto di vista dell'esposizione della popolazione a livelli di concentrazione degli inquinanti in grado di determinare effetti sanitari avversi, e che pertanto richiedono la definizione di ulteriori azioni dedicate di contrasto all'inquinamento atmosferico.





L'ISS è stato quindi coinvolto nell'accordo con il Ministero sulla base di una proposta di progetto finalizzato alla realizzazione di un sistema GIS che analizzasse le criticità dell'inquinamento atmosferico per alcuni inquinanti su tutto il territorio nazionale, evidenziando le aree dove tali criticità permarranno anche dopo la messa in atto delle azioni di mitigazione previste per il 2030. A tal fine è stato necessario allacciare una collaborazione stretta con i partner dell'accordo con il Mite, in particolare con l'ENEA ed ISPRA. Mentre Ispra ha fornito un set di informazioni di base utili alla caratterizzazione del territorio italiano per gli aspetti ambientali relativamente alle stazioni di monitoraggio, l'ENEA ha trasmesso le elaborazioni modellistiche per NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, per gli anni 2010 e 2030, descrittivi i livelli di concentrazione ambientale di questi inquinanti su tutto il territorio nazionale suddiviso in un grigliato di 20028 celle di ampiezza 4x4 km<sup>2</sup>. (<http://airqualitymodels.enea.it/>)

Con questo obiettivo è stato sviluppato il "Sistema per la Valutazione dell'Esposizione a Inquinamento Atmosferico (SVELIA)" tramite il quale è possibile identificare le aree del territorio dove risiede la popolazione esposta a livelli di inquinamento per i contaminanti selezionati classificati rispetto alle raccomandazioni della OMS in termini sia di valori guida (AQG) sia di *interim values*.

**Tabella 1:** Valori di riferimento per i principali inquinanti e confronto tra le ultime raccomandazioni OMS, le precedenti del 2005 ed i valori di legge previsti nella normativa europea ed italiana

Inquinante	Riferimento temporale	Valori Interim µg/m <sup>3</sup>				Linee Guida OMS 2021 µg/m <sup>3</sup>	Linee Guida OMS 2005 µg/m <sup>3</sup>	Italia DLgs 155/2010 µg/m <sup>3</sup>
		1	2	3	4			
PM <sub>2,5</sub>	Annuale	35	25	15	10	5	10	25
	24 ore	75	50	37,5	25	15	25	--
PM <sub>10</sub>	Annuale	70	50	30	20	15	20	40
	24 ore	150	100	75	50	45	50	50
O <sub>3</sub>	Valore di picco stagionale	100	70	--	--	60	--	--
	8 ore	160	120	--	--	100	100	120 (media massima giornaliera)
NO <sub>2</sub>	Annuale	40	30	20	--	10	40	40
	24 ore	120	50	--	--	25	--	--
SO <sub>2</sub>	24 ore	125	50	--	--	40	20	125
CO (mg/m <sup>3</sup> )	24 ore	7	--	--	--	4	--	10 (media giornaliera su 8h)

**Tabella 2:** Quote di riduzione delle emissioni per gli inquinanti inclusi nella Direttiva 2016/2284 (NEC)

Riduzione delle emissioni di SO <sub>2</sub> rispetto al 2005	Riduzione delle emissioni di NO <sub>x</sub> rispetto al 2005	Riduzione delle emissioni di COVNM rispetto al 2005
---	---	---





Per qualsiasi anno dal 2020 al 2029	Per qualsiasi anno a partire dal 2030	Per qualsiasi anno dal 2020 al 2029	Per qualsiasi anno a partire dal 2030	Per qualsiasi anno dal 2020 al 2029	Per qualsiasi anno a partire dal 2030
35 %	71 %	40 %	65 %	35 %	46 %
<b>Riduzione delle emissioni di NH<sub>3</sub> rispetto al 2005</b>			<b>Riduzione delle emissioni di PM<sub>2,5</sub> rispetto al 2005</b>		
Per qualsiasi anno dal 2020 al 2029	Per qualsiasi anno a partire dal 2030	Per qualsiasi anno dal 2020 al 2029	Per qualsiasi anno a partire dal 2030		
5 %	16 %	10 %	40 %		

### La soluzione

In riferimento al citato accordo tra ISS e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), attuale Ministero della Transizione Ecologica (MITE), avente per oggetto "Valutazione dell'efficacia delle azioni di riduzione delle emissioni in atmosfera (Direttiva 2016/2284) in termini di tutela della salute della popolazione", svolto in collaborazione con l'ISPRA, il CNR e l'ENEA, l'ISS ha coinvolto G&O nel progetto in qualità di partner tecnologico in virtù dell'expertise e del know-how nell'ambito delle applicazioni GIS, dimostrati anche dalla certificazione in corso come Business Partner di ESRI Italia.

L'intervento di G&O è stato finalizzato a realizzare un sistema in grado di stimare l'esposizione della popolazione in diversi ambiti territoriali e geografici italiani, descrivendo il territorio con le informazioni derivanti dai dati misurati dal sistema di monitoraggio della qualità dell'aria esistente in Italia, ed integrato con le stime derivanti dai risultati della modellistica di dispersione atmosferica sviluppata da ENEA (sistema MINNI) (5) , con adeguata risoluzione spaziale e temporale. In virtù di tale approccio, il sistema avrebbe dovuto garantire la valutazione dei livelli di concentrazione di esposizione della popolazione residente in diverse aree del territorio italiano, e le differenze di esposizione tra lo scenario emissivo attuale (2010) e quello previsto con l'applicazione delle misure di riduzione delle emissioni (2030), adottate in attuazione della Direttiva NEC. Gli scenari modellistici per il 2030 sono distinti e denominati 2030 WM (With Measures) e 2030 WAM (With Additional Measures) intendendo con queste l'elaborazione di scenari di emissione che tengono conto in un caso della legislazione vigente e nell'altro dell'adozione del programma di misure elaborate in attuazione della direttiva NEC. Lo scenario WAM prevede quindi ulteriori misure di riduzione rispetto a quelle individuate nello scenario WM.

Per raggiungere l'obiettivo, G&O ha avviato un articolato lavoro di progettazione e predisposto un sistema cartografico web-GIS integrato, in cui risiede la base informativa raccolta tra le fonti e le variabili studiate ed elaborate nel corso del progetto, che consente di ricostruire la stima dell'esposizione per la popolazione generale e/o substrati di essa (gruppi vulnerabili di popolazione), tenendo in considerazione le differenze indotte dai diversi contesti territoriali (nelle aree urbane, montuose, portuali, costiere oppure interne, nel nord, al centro e al sud Italia, etc.), attraverso indicatori sintetici costruiti ad hoc per lo scopo.

Il sistema prodotto SVELIA è stato realizzato e distribuito con la piattaforma ArcGIS Enterprise.

SVELIA è un applicativo WEB-GIS che permette la valutazione dell'esposizione della popolazione per diversi scenari emissivi e contesti territoriali personalizzabili. È accessibile ad un set definito di utenti "addetti ai lavori", che hanno gli strumenti metodologici e conoscitivi del settore per interagire adeguatamente con le basi dati e le funzionalità disponibili mediante un'interfaccia cartografica navigabile, un ampio set di strumenti di analisi e una serie di output consultabili nei vari widget. Il sistema, mostra nella parte centrale e principale la mappa su scala nazionale (figura 1).







Figura 1. Esempio di tematizzazione prodotta su scala nazionale con il sistema SVELIA.

Per muoversi in mappa, l'utente trova in alto a sinistra un set di icone con i comandi di navigazione, mentre in alto a destra un altro set di icone consente l'apertura degli strumenti di interazione con la mappa, detti anche "Widget".

Uno di questi Widget apre la Layer List, ovvero il carrello informativo che presenta l'elenco dei dati disponibili e che permette di visualizzarli in mappa attraverso una tematizzazione apposita (figura 2).

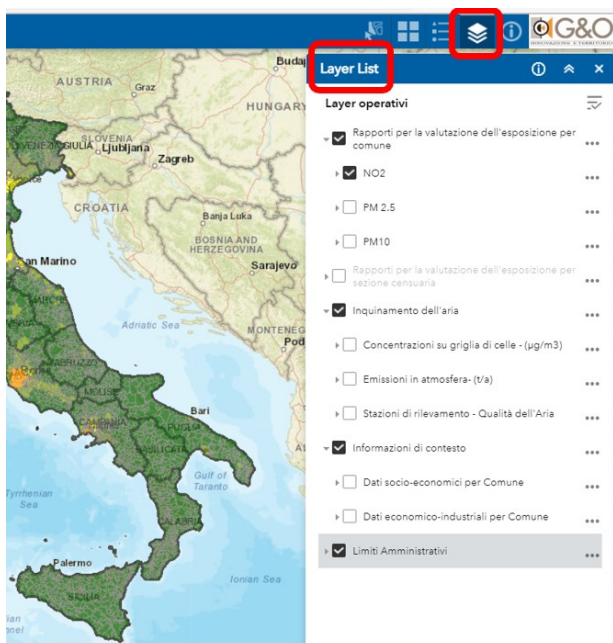


Figura 2. Dettaglio sulla Layer list.

La Layer List è costituita di una serie di livelli informativi che permettono un'analisi integrata di:

- Informazioni di Contesto: descrivono la realtà socio-demografica ed economica a livello comunale. Dati di fonte ISTAT, MIT, AssoPorti, AssAeroporti, Anagrafe Zootechnica. All'interno delle Informazioni di Contesto, sono raccolti una serie di dati:





- popolazione residente per classe di età, nazionalità e livello di istruzione;
  - indice di deprivazione;
  - parco circolante veicolare, ripartito per classe EURO;
  - localizzazione di porti e aeroporti;
  - presenza di aziende agricole e allevamenti.
- Inquinamento dell'Aria: costruiscono il livello quantitativo del contesto emissivo. Rielaborazione di dati ISPRA e ENEA (scenari modellistici 2010, 2030 WM e WAM: a partire da dati raster in modo da ottenere un valore di concentrazione ambientale, espresso su un grigliato di celle e poi stimato per Comune)  
All'interno di questo gruppo, sono disponibili le seguenti informazioni:
    - Concentrazioni di NO<sub>2</sub>, PM 2.5, PM 10 (in µg/m<sup>3</sup>, su grigliato e a livello comunale)
    - Valori emissivi di SO<sub>2</sub>, PM 2.5, PM 10, NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, COV (ton/anno, a livello comunale)
    - Localizzazione stazioni di rilevamento della qualità dell'aria
  - Rapporti per la Valutazione dell'Esposizione: elaborazione del gradiente di «vulnerabilità», funzione del rapporto tra i valori di concentrazione ambientali, stimati con il modello ENEA per gli anni considerati, e i valori di riferimento AQG OMS 2021, sia interim values sia AQG.  
All'interno di questo terzo raggruppamento, sono presenti i rapporti calcolati come sopra descritto, a livello comunale e per i seguenti inquinanti:
    - NO<sub>2</sub>
    - PM 2,5
    - PM 10

Un widget permette di avviare il processo di interazione con i dati, aprendo il pannello di *Selezione*, che consente all'utente di effettuare una scelta su mappa all'interno di un ambito circoscritto, individuando il Limite Amministrativo di interesse (Italia, Regioni, Province, Comuni), oppure optando per una delle Query Guidate messe a disposizione dal sistema, che consente di focalizzare l'attenzione su porzioni di territorio che condividono alcune caratteristiche quali le aree costiere o le aree metropolitane (figura 3).

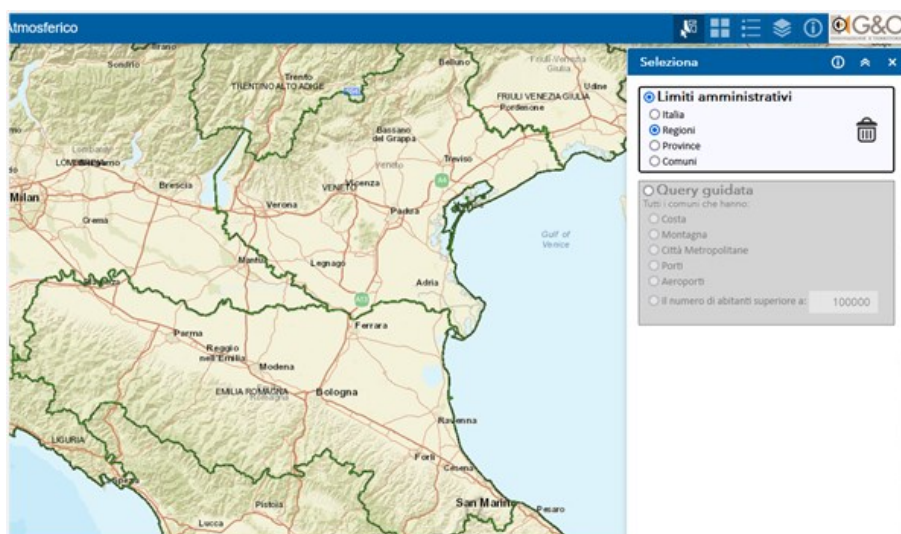


Figura 3. Apertura del Widget Selezione nell'opzione per Limiti Amministrativi

Una volta identificato l'ambito territoriale scelto per l'analisi, l'utente configura l'oggetto della selezione tramite un ulteriore widget, denominato "Scenario", all'interno del quale si definiscono le tre variabili: Inquinante, Anno





di riferimento per il modello e il Valore di guida o *interim values* della OMS (AQG o IV) rispetto al quale operare l'analisi complessiva della valutazione dell'esposizione (figura 4)



Figura 4. Apertura del Widget Scenario e configurazione dei settaggi richiesti.

In funzione di queste scelte, il sistema calcola il rapporto tra la concentrazione ambientale secondo le stime modellistiche e il valore guida o *interim values* OMS prescelto, mentre tramite la funzione Delta  $\Delta$ , selezionabile sempre all'interno del widget *Scenario*, si analizzano le variazioni percentuali tra i rapporti dello scenario 2030 WM e 2030 WAM, al fine di comprendere i potenziali progressi passando dallo scenario WM a quella WAM.

I risultati dell'analisi della selezione operata con lo scenario settato sono forniti dai seguenti widget di Output (figura 5):

- «INDICI E BENCHMARK»: mostra il rapporto medio, minimo e massimo per tutte le unità amministrative della selezione geografica scelta (es. comuni). Inoltre sono visualizzabili uno alla volta, indicatori aggiuntivi di performance per l'area geografica (es. comuni con i rapporti più alti e più bassi).
- «ESPOSIZIONE DELLA POPOLAZIONE»: mostra la popolazione totale appartenente alla selezione geografica selezionata distinta per classi di età e la popolazione ricadente negli eventuali comuni dove il valore del rapporto è superiore a 1 ("Sopra Soglia"), distinta sempre secondo le stesse classi di età. Le popolazioni sono mostrate in valore assoluto e percentuale.
- «RIEPILOGO SULLA SELEZIONE»: fornisce i KPI (Key Performance Index), più rilevanti per descrivere il contesto socio-demo-economico interessato all'analisi operata. I dati sono calcolati sempre per l'ambito territoriale selezionato.
- «TEMATIZZAZIONE DEI COMUNI IN MAPPA»: i comuni ricadenti nella selezione sono rappresentati con colorazione da verde a rosso al crescere dei valori, dove in rosso si evidenziano i comuni «Sopra soglia» ( $> 1$ ).





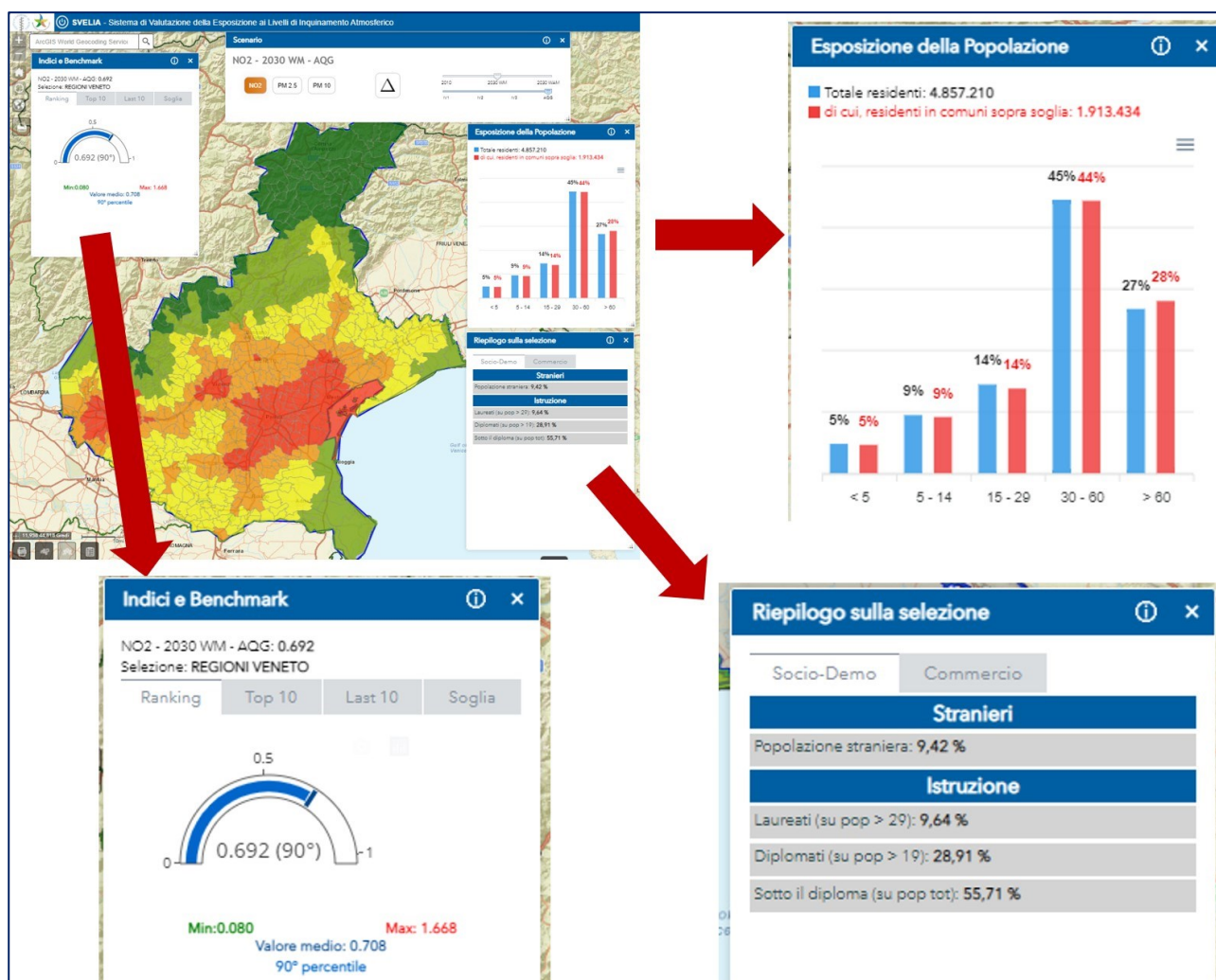


Figura 5. A sinistra, esempio di output per selezione per limite amministrativo (Regione Veneto): scenario settato su inquinante NO<sub>2</sub>, modello 2030 WM e anno di riferimento OMS su AQG. A destra, zoom sui Widget "Indici e Benchmark", "Esposizione della Popolazione" e "Riepilogo sulla selezione".

### Il cambiamento: considerazioni conclusive

Tramite lo sviluppo di SVELIA, che si compone di un'applicazione Web-GIS (front-end) e di un articolato ed eterogeneo Geodatabase (back-end), è stato raggiunto l'obiettivo di sviluppare un sistema a supporto delle decisioni per identificare le aree del territorio dove potrebbero essere necessari ulteriori interventi finalizzati alla riduzione dell'esposizione della popolazione, che vi risiede, a livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto di quelli per i quali l'OMS ha identificato rischi per la salute. Questa valutazione si basa sui risultati delle simulazioni dei modelli di ENEA, ottenuti applicando scenari di riduzione delle emissioni degli inquinanti secondo specifici interventi definiti a livello nazionale da tavoli tecnici interministeriali, rielaborati per definire i livelli ambientali sulle unità di territorio comunale. E' stato quindi possibile stimare su tutto il territorio italiano gli indici di vulnerabilità per esposizioni di lungo periodo (annuali) di NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub> stimando anche come variano, per ciascun territorio, gli scenari espositivi secondo il raggiungimento dei diversi target OMS. Il sistema consente di valutare la popolazione esposta in termini percentuali e assoluti distinti secondo classi di età quinquennali.







In conclusione, il Sistema informativo prodotto si è rivelato adeguato nell'ottica di studiare i contesti territoriali in maniera differenziata e peculiare, come previsto dalla direttiva NEC, grazie a strumenti di valutazione degli indicatori personalizzabili nello spazio e nel tempo. Il sistema consente anche di studiare in maniera integrata l'esposizione e gli indicatori territoriali di interesse siano essi di carattere sociale, economico e industriale.

SVELIA, oltre a poter essere aggiornato in riferimento alle basi di dati già raccolte, ha la potenzialità di aprirsi ad ulteriori valutazioni sia includendo analisi su altri inquinanti di interesse sanitario quali ozono e ammoniaca e composti organici volatili, sia lavorando su aree regionali per verificare, sempre in termini di esposizione, l'efficacia delle azioni che ogni regione individua per le proprie peculiarità in termini di emissioni di inquinanti in atmosfera.

### Note finali

**Finanziamento:** Il lavoro è stato realizzato nell'ambito dell'accordo di collaborazione MATTM/ISPRA/ENEA/ISS/CNR per lo svolgimento delle attività connesse all'attuazione della Direttiva NEC (2019-2021)

### Bibliografia di riferimento

1. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
2. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, DIRETTIVA (UE) 2016/2284 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 14 dicembre 2016 concernente la riduzione delle emissioni nazionali di determinati inquinanti atmosferici, che modifica la direttiva 2003/35/CE e abroga la direttiva 2001/81/CE- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2284&from=LT>
3. WHO Burden of disease attributable to ambient air pollution, <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/2259>
4. European Environment Agency, 2021 Italy- Air Pollution Country Fact Sheet <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2021-country-fact-sheets/italy>
5. MINNI (Modello Integrato Nazionale per la Negoziazione Internazionale sui temi dell'inquinamento atmosferico) supporta il Ministero della Transizione Ecologica nell'attuazione delle Direttive europee sulla Qualità dell'Aria Ambiente (D.Lgs. 155/2010) e sulle Emissioni di Inquinanti Atmosferici (D.Lgs. 81/2018).

