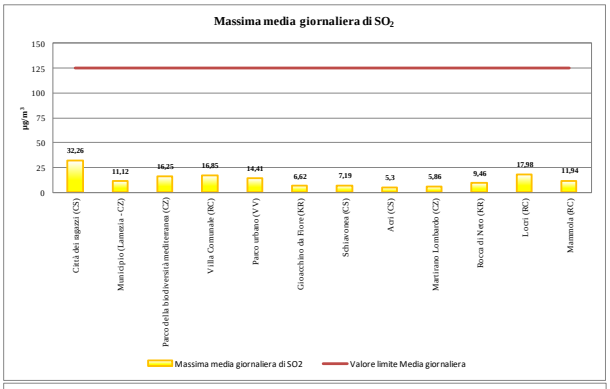
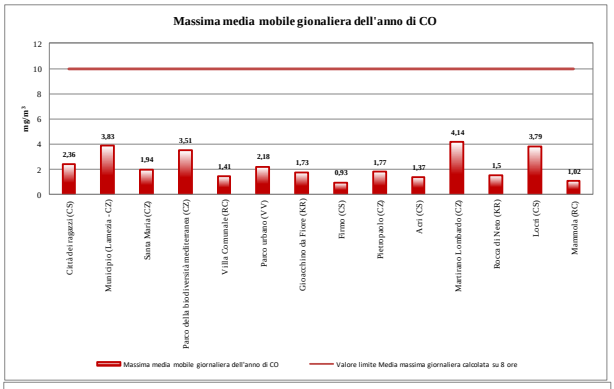
LE RELAZIONI DELL'ARPACAL PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA NELLA REGIONE CALABRIA PER L'ANNUALITA' 2020

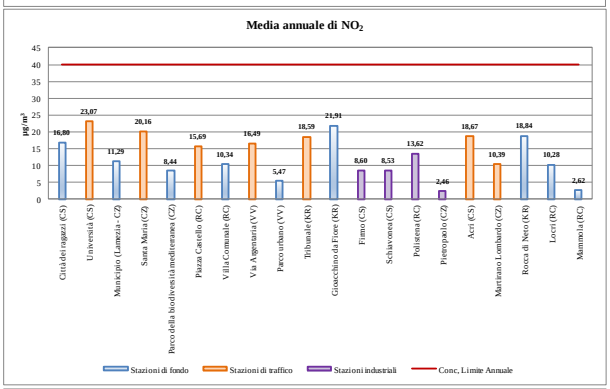
I dati della Qualità dell'Aria nella Regione Calabria relativi all'anno 2020, pubblicati nella relazione annuale e nella relativa appendice trasmessi formalmente alla Regione Calabria, sono stati analizzati in funzione del D.Lgs 155/2010 e s.m.i. e successivamente rapportati alle linee guida dell'OMS 2020 (pubblicate il 22 settembre 2021). Inoltre è stata effettuata una valutazione di quanto le misure di limitazione per il contrasto al coronavirus adottate con i vari DPCM (DPCM del 04.03.2020, DPCM del 09.03.2020, DPCM dell'11.03.2020) abbiano inciso sulla qualità dell'aria ambiente influenzando i valori di concentrazione registrati per alcuni inquinanti prendendo come dato di riferimento l'anno precedente, ovvero il 2019.

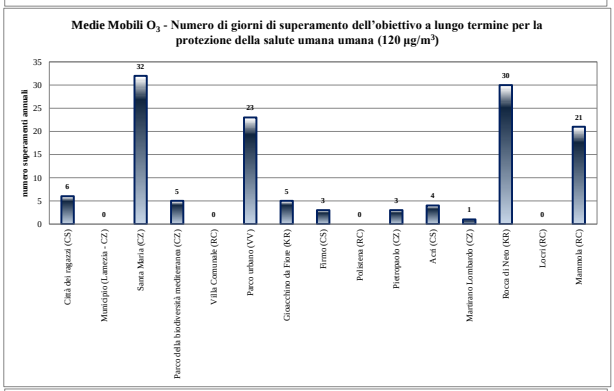
DATI ANALIZZATI IN FUNZIONE DEL D.LGS 155/2010 S.M.I.

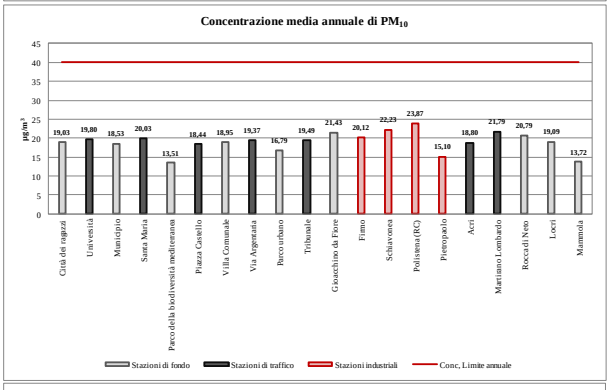
Dall'analisi dei dati registrati nel corso dell'anno 2020 dalla Rete di Monitoraggio della Qualità dell'aria della Regione Calabria, si evince che, per tutti gli inquinati previsti dal D.Lgs. 155/2010 e smi non ci sono stati superamenti dei relativi limiti, come si può constatare nelle figure seguenti.

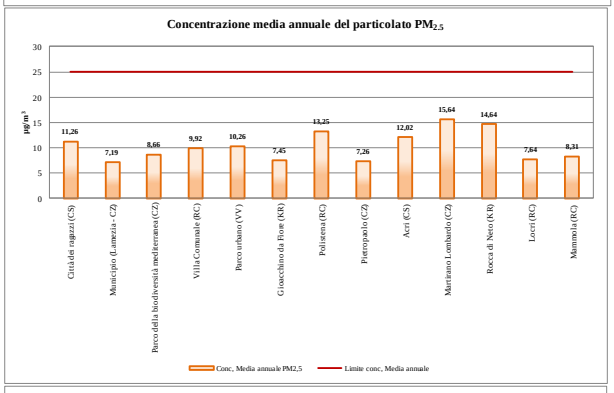


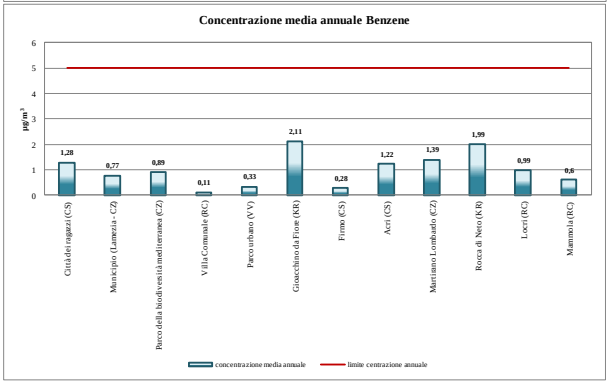


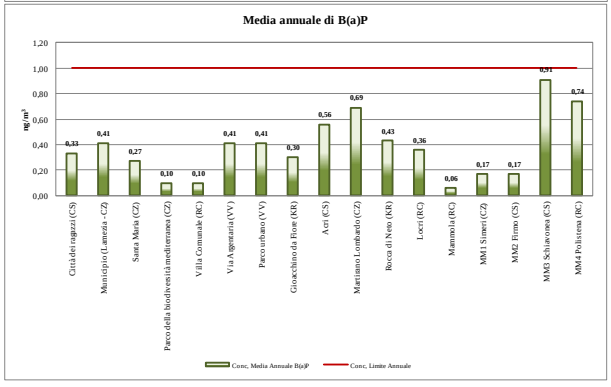












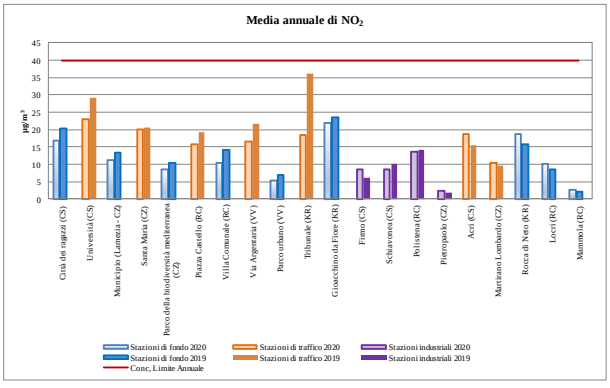
Analoghe osservazioni si desumono anche per il Piombo ed elementi in tracce presenti nel particolato atmosferico (PM_{10}).

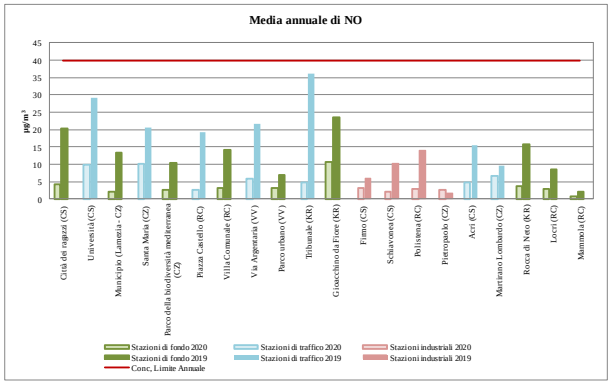
Per il 2020 si conferma la criticità riguardo l'ozono (O_3) che, sebbene non si siano registrati nel corso del 2020 superamenti della soglia di informazione (180 µg/m^3 per un'ora) e della soglia di allarme (240 µg/m^3 per tre ore consecutive), in molte stazioni di monitoraggio sono stati riscontrati superamenti del valore obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m^3 come massima media mobile su 8 ore) e l'AOT40 (tale parametro - AOT40 Accumulated exposure Over Threshold of 40 ppb - valuta la qualità dell'aria tramite la somma delle differenze tra le concentrazioni orarie superiori a 80 microgrammi/m^3 e 80 microgrammi/m^3 rilevate da maggio a luglio in orario 8-20) ha registrato un valore superiore all'obiettivo a lungo termine di 6.000 µg/m^3 *h per la Stazione di Mammola (unico punto di monitoraggio in stazione di fondo rurale regionale secondo il Piano di Valutazione - PdV). Le registrazioni di tali superamenti del limite di legge dell'obiettivo a lungo termine, nel periodo tardo primaverile – estivo, risultano in accordo con il meccanismo di reazione fotochimica che porta alla formazione di questo inquinante secondario, che necessita altresì di particolari condizioni di alta pressione, elevate temperature, scarsa ventilazione ed un forte irraggiamento solare. Il superamento del limite di legge di questo inquinante è tipico delle zone rurali ed extraurbane (ovvero in presenza di vegetazione), visto che l'ozono si forma durante il trasporto delle masse d'aria contenenti i suoi precursori, emessi soprattutto nelle aree urbane.

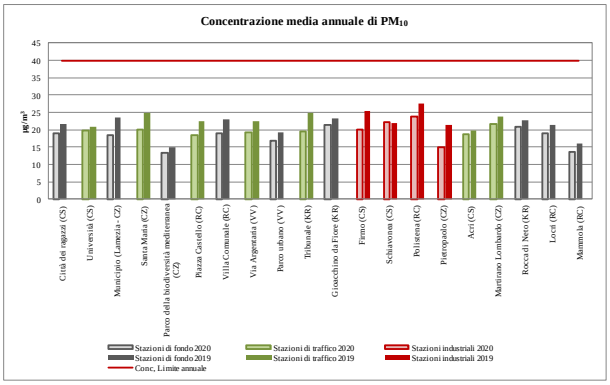
È da segnalare, comunque, che negli ultimi anni si è registrato un aumento del numero di giorni con superamento del valore obiettivo su tutto il territorio nazionale correlabile principalmente alle particolari condizioni meteoclimatiche con valori elevati di temperatura e di stabilità atmosferica.

L'INCIDENZA DEL LOCKDOWN SULL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Dall'analisi dei dati in corrispondenza del periodo di lockdown e dal confronto con i dati registrati nel 2019, risulta evidente che la limitazione del traffico, dovuta alla chiusura di molte attività commerciali e produttive, sebbene sia stata disposta per un periodo limitato dell'anno ha comportato una significativa diminuzione della concentrazione media annuale degli inquinanti più significativi sul territorio regionale come riscontrabile anche nelle figure che seguono.







Per l'NO_2 è evidente la diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 in corrispondenza delle stazioni di fondo e di traffico dei cinque capoluoghi di provincia in cui gli effetti sul traffico dovuti alle misure di confinamento per il contrasto al coronavirus sono state maggiormente incisive.

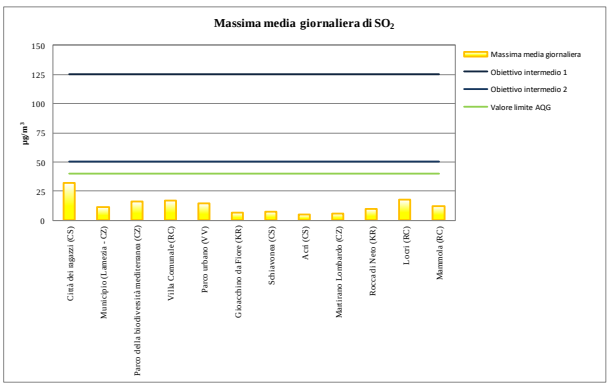
A dispetto del NO_2, ma in accordo con l'andamento della concentrazione media annuale di NO, il PM_{10} ha registrato una diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 su tutte le stazioni di monitoraggio della RRQA (Rete Regionale della Qualità dell'Aria) in virtù della distribuzione areale più omogenea tipica di questo inquinante.

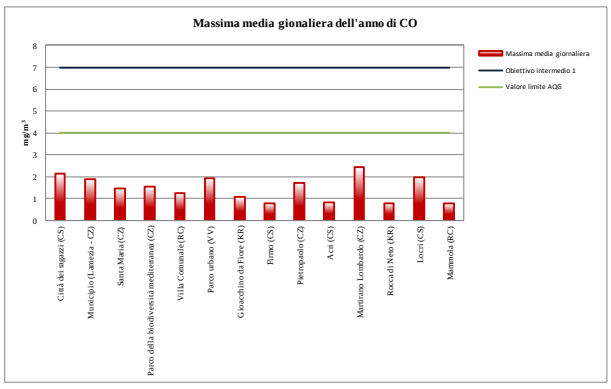
LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA REGIONE CALABRIA CON RIFERIMENTO ALLE LINEE GUIDA SULLA QUALITÀ DELL'ARIA DELL'ORGANIZZAZIONE MONDIALE SANITA' 2020

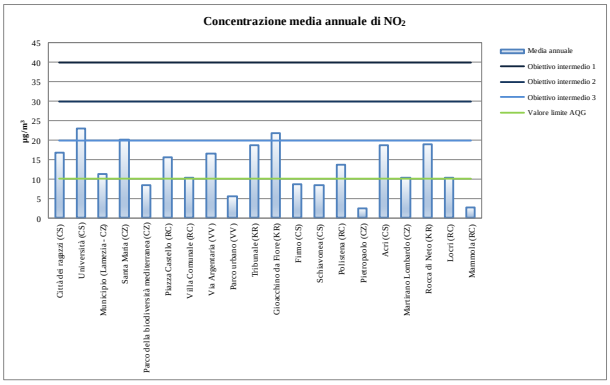
L'obiettivo generale delle linee guida dell'OMS (aggiornate nel 2020) è quello di offrire quantitative raccomandazioni basate su fattori sanitari per la gestione della qualità dell'aria, espresse come concentrazioni a breve e lungo termine di alcuni importanti inquinanti atmosferici. Al superamento dei valori limite raccomandati dalle linee guida per la qualità dell'aria (AQG) sono associati importanti rischi per la salute pubblica.

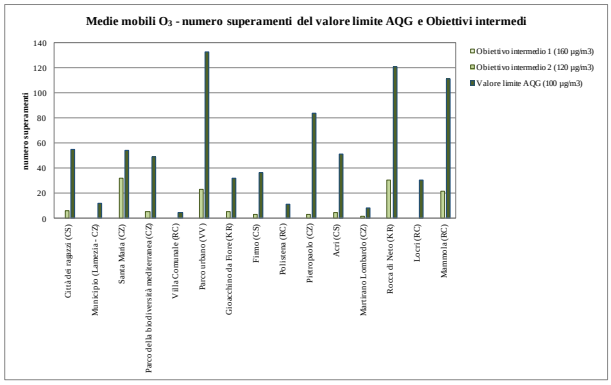
I limiti e gli obiettivi intermedi (quest'ultimi proposti come passi incrementali in una progressiva riduzione di inquinamento atmosferico) suggeriti dall'OMS non sono standard giuridicamente vincolanti per gli Stati ma sono esclusivamente raccomandazioni atte a migliorare la condizione sanitaria delle popolazioni.

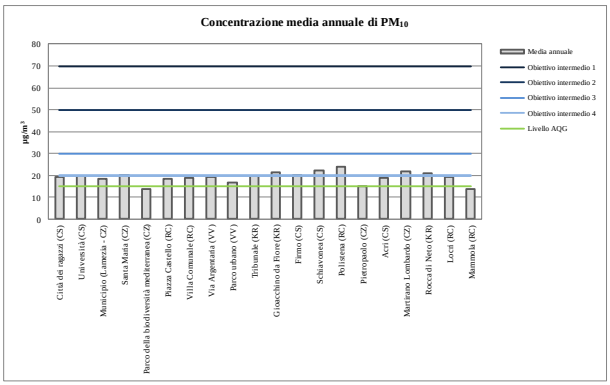
In tale prospettiva i risultati del monitoraggio effettuato con la RRQA nell'anno 2020 sono stati confrontati con i limiti e obiettivi intermedi suggeriti dall'OMS e vengono riportate nelle figure che seguono.

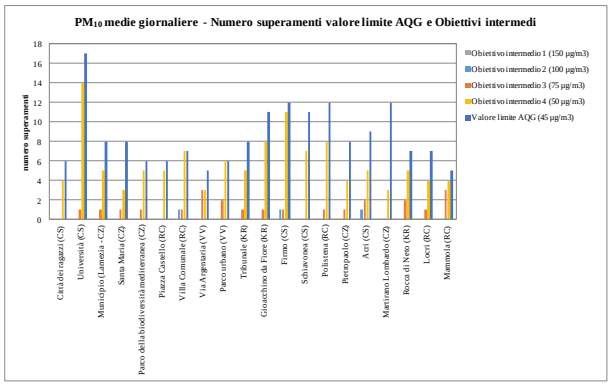


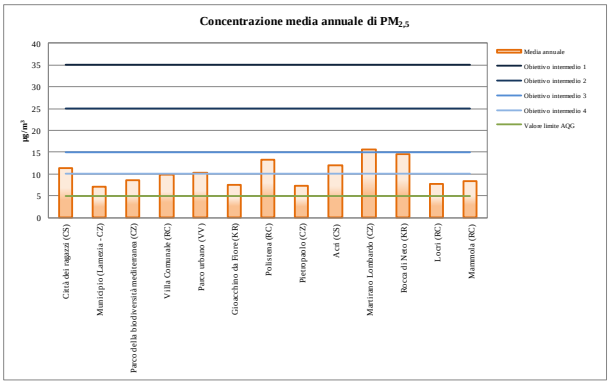


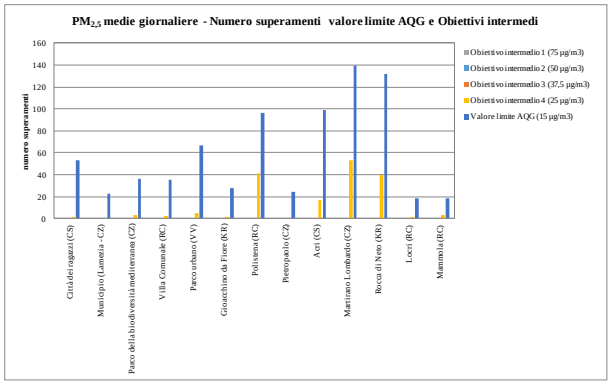












Dall'analisi generale delle figure precedenti e come evidenziato nella tabella che segue, dal quadro di insieme riferito all'anno 2020 emerge che, per quanto riguarda gli obiettivi sul periodo annuale, la maggior parte degli inquinanti (PM_{10}, $PM_{2,5}$ e NO_2) trova una corrispondenza con gli obiettivi associati alle concentrazioni più precauzionali. Per quanto concerne invece i parametri riferiti al breve periodo (media giorno o media mobile), gli inquinanti come PM_{10}, $PM_{2,5}$, NO_2 e O_3 (pur non essendo mai stati superati gli Obiettivi Intermedi 1) trovano corrispondenza con gli obiettivi aventi maggiore tolleranza in termini di concentrazione.

Inoltre, gli inquinanti CO e SO_2 hanno rispettato pienamente il Valore limite AQG consigliato.

Tutto ciò è ben evidenziato nella tabella seguente in cui sono riportate le percentuali delle stazioni osservanti i Valori limite AQG consigliati e obiettivi intermedi.

Inquinante	Tempo medio	Obiettivo intermedio				Valore Limite AQG
		1	2	3	4	
$PM_{2,5}$, µg/m³	Annuale		7,7 %	30,8 %	61,5 %	
	24-ore[a]			84,6 %	15,4 %	
PM_{10}, µg/m³	Annuale			25,0 %	60,0 %	15,0 %
	24-ore[a]	15,0 %	65,0 %	20,0 %		
O_3, µg/m³	8-ore[a]	73,3 %	26,7 %	–	–	
NO_2, µg/m³	Annuale		5,0 %	50,0 %	–	45,0 %
	24-ore[a]	30,0 %	40,0 %	–	–	30,0 %
SO_2, µg/m³	24-ore[a]			–	–	100,0 %
CO, mg/m³	24-ore[a]		–	–	–	100,0 %

Per una valutazione, in termini di conseguenze sanitarie derivanti dall'analisi sopra esposta dei dati di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Calabria, è comunque necessaria un'approfondita lettura dell'aggiornamento delle Linee Guida dell'OMS 2021, nel quale sono illustrati gli studi epidemiologici causa-effetto dell'esposizione ai diversi inquinanti atmosferici sulla salute della popolazione nel mondo.

Alcune considerazioni possono però sicuramente farsi analizzando il Rapporto dell'Agenzia Europea dell'Ambiente per il 2019 che per l'Italia utilizza i dati forniti dalle Agenzie Regionali di Protezione dell'Ambiente tra cui l'ARPACAL.

IL RAPPORTO DELL'AGENZIA EUROPEA DELL'AMBIENTE (AEA) PER IL 2019

Il rapporto dell'Agenzia europea dell'ambiente relativo ai dati 2019 disponibile al link https://www.eea.europa.eu/publications/health-risks-of-air-pollution/health-impacts-of-air-pollution mostra come in Europa sia ancora troppo alto l'inquinamento atmosferico. L'Italia è tra le nazioni con maggiori rischi e più vittime per particolato fine, biossido di azoto ed ozono.

Che l'**inquinamento atmosferico** fosse una delle principali cause di morte prematura e malattie è ormai, purtroppo, un fatto evidenziato da molti studi. Tuttavia i dati relativi al 2019 continuano a mostrare una situazione preoccupante, per quanto in via di miglioramento rispetto al passato (la qualità dell'aria in Europa nel 2019 è risultata migliore rispetto al 2018).

In particolare nei 27 Stati membri dell'Unione Europa nel 2019 l' inquinamento atmosferico ha causato ancora moltissime morti premature e malattie:

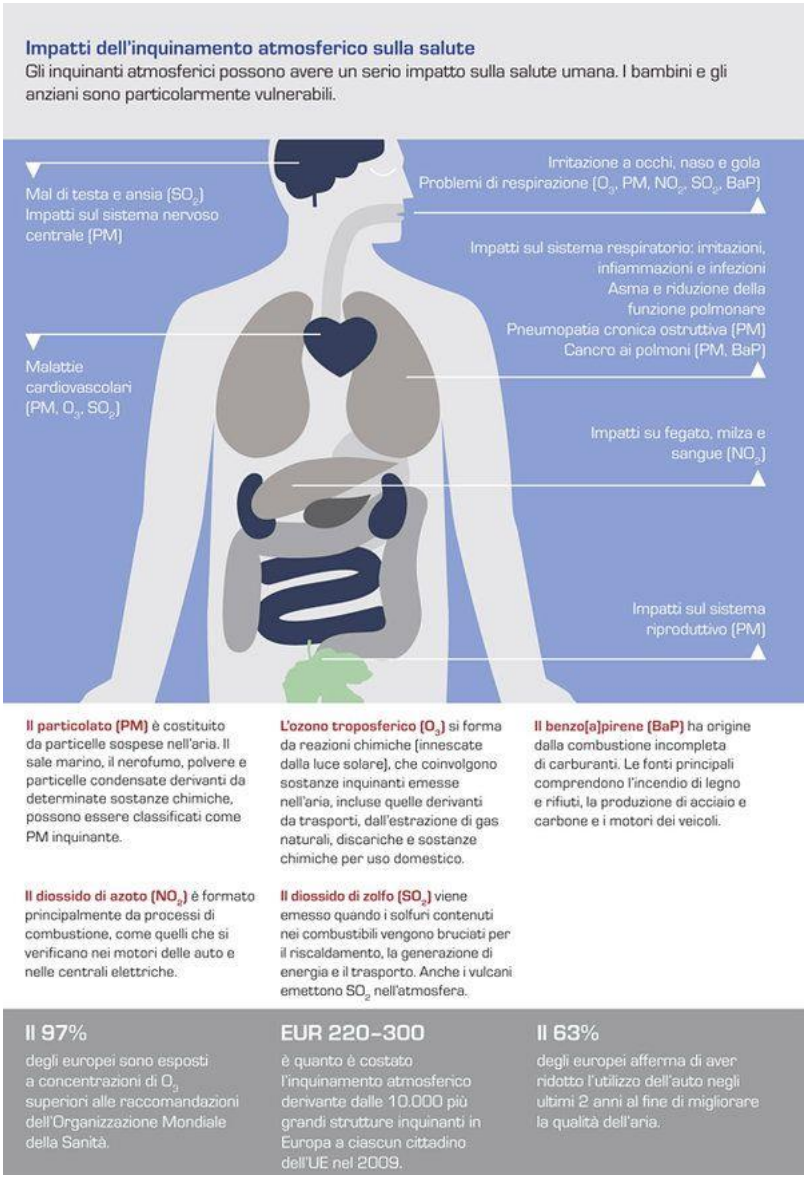
- **307.000** morti premature attribuite all'esposizione cronica al **particolato fine**;
- **40.400** morti premature attribuite all'esposizione cronica al **biossido di azoto**
- **16.800** morti premature dovute all'esposizione acuta all'**ozono**.

Inoltre l'**inquinamento** provoca **vittime più in Italia che negli altri paesi europei**: nel 2019 l'Italia era al primo posto in Europa per morti per biossido di azoto e secondo per i rischi da particolato fine $PM_{2,5}$ e ozono. Questi dati si desumono dall'analisi dell'**Agenzia Europea dell'Ambiente** (AEA), Agenzia dell'Unione Europea che ha il compito di fornire informazioni indipendenti e qualificate sull'ambiente.

Tali dati, riferiti al 2019, sono disponibili nel report relativo agli "Impatti sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Europa" contenuto nel **Rapporto 2021 sulla Qualità dell'Aria**.

LE CONSEGUENZE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

L'inquinamento atmosferico può esercitare i suoi effetti sulla salute sia nel caso di esposizioni acute, di breve durata, che nel caso di esposizioni croniche, di lunga durata. In Europa il progetto ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects) ha studiato gli effetti cronici dell' inquinamento atmosferico tra i soggetti adulti, mettendo in evidenza l'esistenza di un'associazione tra esposizione cronica ad inquinanti dell'aria e mortalità naturale ed eventi cardiovascolari, tumore del polmone, cerebrale, della mammella e dell'apparato digerente.



INFOGRAFICA AEA SULLE CONSEGUENZE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

I DATI RELATIVI ALL'ITALIA CONTENUTI NEL RAPPORTO 2021 DELL'AEA

L'analisi del Rapporto AEA si riferisce ai 27 Stati membri dell'Unione europea (UE-27) anche se ha riguardato altri paesi europei. Le quantificazioni dei rischi per la salute sono state effettuate per i singoli inquinanti atmosferici, ma i risultati non possono essere sommati poiché presentano un certo grado di correlazione.

L'AEA presenta i rischi per la salute in termini di morti premature e anni di vita persi (YLL).

Circa le indicazioni relative all'**esposizione al particolato fine** ($PM_{2,5}$), costituito da particelle sospese nell'aria, per l'Italia sono state indicate **49.900 morti premature equivalenti a 504.500 anni di vita persi.**

Soffermandosi poi sull'**esposizione al biossido di azoto NO_2 che è** formato principalmente da processi di combustione, come quelli che si verificano nei motori delle auto e nelle centrali elettriche, **l'Italia presenta 10.640 morti premature e 107.600 anni di vita persi.**

Infine, con riferimento **all'esposizione all'ozono** (*l'ozono troposferico si forma da reazioni chimiche innescate dalla luce solare che coinvolgono sostanze inquinanti emesse nell'aria, incluse quelle derivanti da trasporti, dall'estrazione di gas naturali, discariche e sostanze chimiche per uso domestico*), l'Italia presenta **3.170** morti premature e **33.200** anni di vita persi.

Il rapporto AEA è stato pubblicato poco prima del Forum dell'Unione Europea sull'aria pulita che si è tenuto il 18 e 19 novembre 2021 e che è dedicato a discutere sulla situazione e sullo sviluppo di strategie per migliorare la qualità dell'aria (link https://ec.europa.eu/environment/news/eu-clean-air-forum-citizens-and-leaders-discuss-solutions-improve-air-quality-across-europe-2021-11-18_en).

IL CONTRIBUTO DEI DATI DELLA RETE REGIONALE QUALITA' ARIA GESTITA DALL'ARPACAL SUL SISTEMA NEAR REAL TIME AIR INDEX EUROPE

ARPACAL, che opera su delega della Regione Calabria per la gestione della RRQA (Rete Regionale della Qualità dell'Aria), raccoglie ed elabora i dati di qualità dell'aria mediante il SIQUA (Sistema Informativo per la Qualità dell'Aria) e contribuisce altresì all'aggiornamento orario dell'up-to-date air quality data (https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/explore-interactive-maps/up-to-date-air-quality-data) ed all'Indice Europeo della Qualità dell'Aria sul sistema Air Index Europe (https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index).

L'indice europeo della qualità dell'aria (EAI) consente agli utenti di comprendere meglio la qualità dell'aria nel luogo in cui vivono, lavorano o viaggiano. Visualizzando informazioni aggiornate per l'Europa, gli utenti possono ottenere informazioni sulla qualità dell'aria nei singoli paesi, regioni e città.
L'indice si basa su valori di concentrazione per un massimo di cinque inquinanti chiave, tra cui:

- particolato (PM_{10});
- particolato fine ($PM_{2,5}$);
- ozono (O_3);
- biossido di azoto (NO_2);
- anidride solforosa (SO_2).

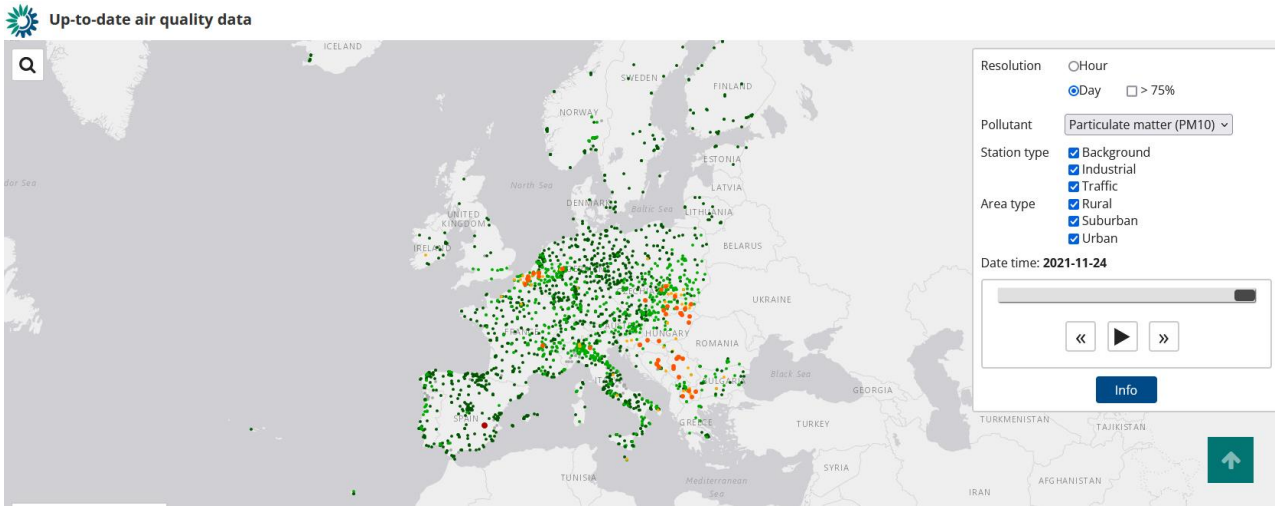
Riflette il potenziale impatto della qualità dell'aria sulla salute, determinato dall'inquinante le cui concentrazioni risultassero più scadenti a causa degli impatti sulla salute associati.
L'indice è calcolato ogni ora per più di duemila stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria in tutta Europa, utilizzando dati aggiornati riportati dai paesi membri dell'EEA. Questi dati, per lo scopo che intendono conseguire, non sono al

momento della loro acquisizione in uno stato di verifica formale da parte dei paesi europei (*processo di validazione dei dati che l'Agenzia attua entro le ore 09:00 del giorno successivo a quello oggetto di validazione formale*).
Per impostazione predefinita, l'indice di qualità dell'aria rappresenta un "situazione a 3 ore prima". Gli utenti possono quindi selezionare qualsiasi ora nelle 48 ore precedenti e visualizzare i valori di previsione per le 24 ore successive.
L'utente può filtrare la selezione per paese e per tipo di stazione. Le stazioni sono classificate in relazione alle fonti di emissione predominanti: traffico, industria e background o fondo (*dove il livello di inquinamento non è dominato né dal traffico né dall'industria*). L'utente può visualizzare tutte le stazioni, solo le stazioni di traffico o solo le stazioni non di traffico (*ad es. stazioni industriali e di fondo*).
Come già premesso, la legislazione dell'Unione Europea (Direttiva 850/CE recepita in Italia con il D.Lgs. 155/2010 s.m.i.) stabilisce standard di qualità dell'aria sia per i livelli di qualità dell'aria a breve termine (oraria o giornaliera) che a lungo termine (annuali). Gli standard per i livelli a lungo termine sono più severi rispetto a quelli per i livelli a breve termine, poiché l'esposizione a lungo termine agli inquinanti può provocare gravi effetti sulla salute.
L'EAI (European Air Index) **indica la situazione della qualità dell'aria a breve termine**. Non riflette la situazione della qualità dell'aria a lungo termine (annuale), che può differire in modo significativo.
L'indice di qualità dell'aria non è uno strumento per verificare il rispetto degli standard di qualità dell'aria e non può essere utilizzato a tale scopo.

Metodologia usata per EAI
A livello metodologico, l'indice EAI utilizza dati "aggiornati" sulla qualità dell'aria riportati ufficialmente ogni ora dai paesi membri del SEE, integrati ove necessario **da dati modellati sulla qualità dell'aria forniti dal servizio di monitoraggio dell'atmosfera (CAMS) dell'Unione Europea Copernicus (https://atmosphere.copernicus.eu/)**.
I valori di concentrazione, per un massimo di cinque inquinanti chiave, determinano il livello dell'indice che riflette la qualità dell'aria in ciascuna stazione di monitoraggio. L'indice corrisponde al livello più basso per uno qualsiasi dei cinque inquinanti, secondo la tabella riportata di seguito.

	Good	Fair	Moderate	Poor	Very poor	Extremely poor
Particles less than 2.5 µm ($PM_{2.5}$)	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
Particles less than 10 µm (PM_{10})	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
Nitrogen dioxide (NO_2)	0-40	40-90	90-120	120-230	230-340	340-1000
Ozone (O_3)	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
Sulphur dioxide (SO_2)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-750	750-1250

Cerchi e punti sulla mappa rappresentano le posizioni delle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria. I colori riflettono la qualità dell'aria in una determinata ora in quella stazione.



Calcolo dell'indice per le stazioni di traffico

Nel calcolo dell'indice per le stazioni di traffico EAI utilizza solo i dati per NO_2 e PM ($PM_{2,5}$, PM_{10} o entrambi). Questo perché le concentrazioni di SO_2 possono essere elevate in aree localizzate e provocare distorsione sul quadro della qualità dell'aria locale, mentre i livelli di ozono sono normalmente molto bassi nelle stazioni di traffico.

Calcolo dell'indice per stazioni industriali e di fondo

Nelle stazioni industriali e di fondo, l'indice è calcolato per quelle stazioni con dati (misurati o modellati) per almeno i tre inquinanti NO_2, O_3 e PM ($PM_{2,5}$, PM_{10} o entrambi).

Stazioni mancanti di dati per alcuni inquinanti

Per evitare di tralasciare le stazioni che non riportino dati per tutti gli inquinanti o per le quali i dati mancanti non possono essere colmati, l'indice è calcolato per tutte le stazioni di monitoraggio con dati per almeno un inquinante. Quelle stazioni che non riportano dati o per le quali i dati non possono essere colmati per gli inquinanti minimi per quel tipo di stazione sono rappresentate come cerchi semitrasparenti, indicando che l'indice non è calcolato con l'intervallo minimo di inquinanti. La stazione è colorata in grigio a meno che l'indice non sia scadente o peggio, quando viene utilizzato il colore dell'indice corrente.

I punti grigi indicano le stazioni per le quali non sono stati riportati dati per consentire il calcolo dell'indice.

Tempo medio per gli inquinanti

Per NO_2, O_3 e SO_2 sono inserite nel calcolo dell'indice le concentrazioni orarie.

Per PM_{10} e $PM_{2,5}$ nel calcolo dell'indice vengono inserite le medie orarie delle ultime 24 ore. Verrà calcolata la media su 24 ore se sono presenti valori per almeno 18 ore su 24.

Dati mancanti e riempimento dei "dati lacunosi"

Quando i dati non vengono riportati per una determinata ora, i valori vengono approssimati o "riempiti" utilizzando i dati sulla qualità dell'aria **modellati da CAMS (https://atmosphere.copernicus.eu/)**. In questi casi, l'indice è contrassegnato da un asterisco.

Il metodo utilizzato per il riempimento degli spazi dipende dall'inquinante.

Per NO_2, $PM_{2.5}$ e PM_{10} viene utilizzato il metodo delle differenze.

Per O_3 viene utilizzato il metodo moltiplicativo.

Nessun riempimento del gap viene eseguito per SO_2.

Metodo delle differenze

Il valore viene approssimato prendendo il valore modellato CAMS e aggiungendo o sottraendo una differenza di correzione. Questa correzione è la differenza media tra i valori misurati in precedenza e il valore modellato CAMS per la stessa ora per almeno tre dei quattro giorni precedenti.

Metodo moltiplicativo

Il valore viene approssimato prendendo il valore modellato CAMS e applicando un fattore di correzione. Questa correzione è il rapporto medio tra i valori misurati in precedenza ei valori modellati CAMS per la stessa ora per almeno tre dei quattro giorni precedenti.
Nei casi in cui non vi siano valori misurati per la stessa ora in tre dei quattro giorni precedenti, il valore per il dato inquinante non viene calcolato.

Indice di previsione

I valori di previsione sono mostrati come cerchi trasparenti. I cerchi sono colorati di grigio se il numero minimo di inquinanti richiesti, a seconda del tipo di stazione, non può essere previsto e l'indice di previsione è buono, discreto o moderato.
Per calcolare i valori di previsione per le 24 ore successive, i dati sulla qualità dell'aria modellati da CAMS vengono utilizzati e corretti utilizzando i metodi di riempimento dei gap descritti sopra. Non sono forniti valori di previsione per l'SO_2.

Bande di concentrazioni e livelli dell'indice

Le bande si basano sui rischi relativi associati all'esposizione a breve termine a $PM_{2,5}$, O_3 e NO_2, come definito dall'Organizzazione Mondiale della Sanità nel proprio rapporto sul progetto Health Risks of Air Pollution in Europe (rapporto del progetto HRAPIE).

Health messages

The index bands are complemented by health related messages that provide recommendations for both the ger population and sensitive populations. The latter includes both adults and children with respiratory problems and adults with heart conditions.

AQ index	General population	Sensitive populations
Good	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.	The air quality is good. Enjoy your usual outdoor activities.
Fair	Enjoy your usual outdoor activities	Enjoy your usual outdoor activities
Moderate	Enjoy your usual outdoor activities	Consider reducing intense outdoor activities, if you experience symptoms.
Poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Consider reducing physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Very poor	Consider reducing intense activities outdoors, if you experience symptoms such as sore eyes, a cough or sore throat	Reduce physical activities, particularly outdoors, especially if you experience symptoms.
Extremely poor	Reduce physical activities outdoors.	Avoid physical activities outdoors.

Il rischio relativo di esposizione al $PM_{2,5}$ è preso come base per guidare l'indice, in particolare l'aumento del rischio di mortalità per 10 µg/m^3 di aumento della concentrazione media giornaliera di $PM_{2,5}$.
Assumendo la linearità tra le funzioni di rischio relativo per O_3 e NO_2, vengono calcolate le concentrazioni di questi inquinanti che rappresentano un rischio relativo equivalente a un aumento di 10 µg/m^3 della media giornaliera di $PM_{2,5}$.
Per le concentrazioni di PM_{10} si assume un rapporto costante tra PM_{10} e $PM_{2,5}$ di 1:2, in linea con le linee guida sulla qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per l'Europa, almeno fino a prima del 22 settembre 2021 data in cui è stata pubblicata la nuova linea guida OMS 2020.

AUTORI

Le relazioni, elaborazioni ed informazioni fornite in questo articolo sono state curate dal team ARPACal (Emilio Centorrino, Serafina Oliverio, Annalisa Morabito, Maria Anna Caravita, Pasquale Crea, Nicola Ocello, Domenico Vottari) per l'operatività sulla Rete Regionale della Qualità dell'Aria (RRQA) e sul SiQua (Sistema Informativo per la Qualità dell'Aria) conseguente alle responsabilità delegate in Convenzione dalla Regione Calabria nel periodo 2017-2020. Un doveroso ringraziamento va a tutti gli altri colleghi dell'Agenzia che, a qualsiasi titolo, contribuiscono a far sì che tale impegnativo lavoro quotidiano possa essere migliorato e continuato nel tempo.

Emilio Centorrino, Serafina Oliverio, Annalisa Morabito, Marianna Caravita, Pasquale Crea, Nicola Ocello, Domenico Vottari