

Ozono troposferico

Concentrazioni osservate nel 2023

L'ozono troposferico, il principale marker dello smog fotochimico del periodo caldo, è uno dei gli inquinanti atmosferici più dannosi per quanto riguarda l'impatto sull'ambiente e sulla salute. Livelli elevati causano morti premature, riduzione dei raccolti agricoli e della crescita delle piante, cambiamenti nella composizione delle specie dell'ecosistema e danni a infrastrutture e al patrimonio culturale.

L'ozono non viene emesso direttamente nell'atmosfera ma si forma grazie a complesse reazioni fotochimiche a partire da gas precursori. Il regime degli ossidi di azoto (NO_x) è il fattore principale che determina se l'ozono è prodotto o rimosso nella troposfera. I principali precursori per la formazione di ozono sono: NO_x, composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO). La formazione di ozono dipende poi fortemente dalle condizioni meteorologiche (temperatura, irraggiamento solare, stabilità atmosferica).

Dato che nelle aree urbane vengono emesse grandi quantità di ossidi di azoto e di idrocarburi, e l'ozono si forma in atmosfera durante il trasporto di masse d'aria che contengono questi inquinanti (precursori), le concentrazioni più elevate di ozono si ritrovano nelle zone suburbane e sottovento rispetto alle aree di emissione degli inquinanti primari.

A partire dal 1990 le emissioni antropogeniche di precursori di ozono si sono fortemente ridotte nei paesi europei; in generale, comunque, le aree urbane e rurali d'Europa non mostrano una decisa e reale tendenza alla diminuzione delle concentrazioni di ozono.

Analisi degli andamenti delle concentrazioni di ozono nel periodo aprile-ottobre 2023

Superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana (massima media mobile giornaliera su 8h - 120 µg/m³)

Nel 2023 i primi superamenti sono stati registrati l'8 aprile nella stazione di Savignano sul Rubicone – FC. Nel 2022 i primi superamenti erano stati rilevati già a partire dal mese di marzo.

Per la prima volta a partire dal 2012, anno in cui la rete regionale della qualità dell'aria ha assunto l'attuale assetto, sono stati registrati dei superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana nel mese di ottobre, non incluso dalla normativa nella stagione estiva (aprile-settembre, vedi Allegato VII DLgs 155/2010). Tali superamenti sono dovuti allo scenario sinottico presente sull'Italia, caratterizzato da prevalenti e marcate condizioni di stabilità atmosferica, garantite da una vasta cupola anticiclonica e avvezione di aria calda. Questa è una novità per un inquinante prettamente estivo.

Al 31 ottobre il massimo numero di superamenti, 90, è stato registrato nella stazione di fondo urbana di Parco Montecucco/Piacenza. In generale i maggiori superamenti si sono avuti nella parte ovest della Regione.

Una sola stazione, Castelluccio/Alto Reno Terme – BO, non ha fatto registrare alcun superamento dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana.

Tabella 1: numero di superamenti della massima media mobile giornaliera su 8 ore (120 µg/m³) nei mesi apr-mag, giugno, luglio, agosto, settembre e ottobre e totali al 31/10.

NOME_STAZIONE	PROV	TIPOSTAZ	ZONA	ave8h. n Exc Apr Mag	ave8h.n Exc Giugno	ave8h.n Exc Luglio	ave8h.n Exc Agosto	ave8h.n Exc Settembre	ave8h.n Exc Ottobre	ave8h.n Exc Totali		
LUGAGNANO	PC	Fondo	Suburbana	9	15	13	16	11	2	66		
BESENZONE	PC	Fondo	Rurale	5	12	13	14	5	0	49		
PARCO MONTECUCCO	PC	Fondo	Urbana	10	23	25	19	12	1	90		
CORTE BRUGNATELLA	PC	Fondo	Rurale	1	9	0	12	5	1	28		
CITTADELLA	PR	Fondo	Urbana	5	15	17	16	8	0	61		
BADIA	PR	Fondo	Rurale	11	17	15	20	10	4	77		
SARAGAT	PR	Fondo	Suburbana	7	15	20	17	8	0	67		
CASTELLARANO	RE	Fondo	Suburbana	8	16	24	18	10	3	79		
S. LAZZARO	RE	Fondo	Urbana	4	14	17	18	8	1	62		
FEBBIO	RE	Fondo	Rurale	0	1	7	3	0	0	11		
S. ROCCO	RE	Fondo	Rurale	8	18	24	19	9	1	79		
REMESINA	MO	Fondo	Suburbana	0	10	8	10	5	0	33		
PARCO FERRARI	MO	Fondo	Urbana	7	18	19	16	8	0	68		
GAVELLO	MO	Fondo	Rurale	2	12	12	13	7	0	46		
PARCO EDILCARANI	MO	Fondo	Urbana	7	13	24	15	8	0	67		
GIARDINI MARGHERITA	BO	Fondo	Urbana	2	11	14	17	5	0	49		
SAN PIETRO CAPOFIUME	BO	Fondo	Rurale	3	11	7	13	6	0	40		
VIA CHIARINI	BO	Fondo	Suburbana	3	9	10	14	8	0	44		
CASTELLUCCIO	BO	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0	0	0		
GHERARDI	FE	Fondo	Rurale	13	16	14	14	0	0	57		
CENTO	FE	Fondo	Suburbana	1	11	10	10	7	0	39		
VILLA FULVIA	FE	Fondo	Urbana	0	13	6	10	5	0	34		
OSTELLATO	FE	Fondo	Rurale	0	14	9	12	5	0	40		
CAORLE	RA	Fondo	Urbana	0	5	3	7	3	0	18		
BALLIRANA	RA	Fondo	Rurale	NON ATTIVA CAUSA ALLUVIONE								
DELTA CERVIA	RA	Fondo	Suburbana	1	9	8	9	6	4	37		
PARCO BERTOZZI	RA	Fondo	Urbana	0	1	3	2	2	0	8		
PARCO RESISTENZA	FC	Fondo	Urbana	5	9	9	11	3	0	37		
SAVIGNANO	FC	Fondo	Suburbana	2	9	6	9	3	0	29		

SAVIGNANO DI RIGO	FC	Fondo	Rurale	0	8	6	14	8	1	37
MARECCHIA	RN	Fondo	Urbana	0	6	3	6	3	0	18
VERUCCHIO	RN	Fondo	Suburbana	3	11	9	12	6	2	43
SAN CLEMENTE	RN	Fondo	Rurale	0	0	6	13	7	2	28
SAN LEO	RN	Fondo	Rurale	0	2	5	10	3	0	20

Nella prima metà di ottobre le condizioni meteorologiche, favorevoli alla formazione di ozono, hanno comportato il superamento dell'obiettivo a lungo termine per la salute umana in diversi giorni: a Lugagnano Val d'Arda l'1 e il 2 ottobre, a Parco Montecucco/Piacenza e a Corte Brugnatella il 2 ottobre, a Badia/Langhirano i primi 3 giorni del mese ed il 7 ottobre, a Castellarano i primi 3 giorni del mese, a San Lazzaro/Reggio Emilia e a San Rocco/Guastalla il 3 ottobre, a Delta Cervia/Cervia i giorni 1, 7, 8 e 12 ottobre, a Savignano di Rigo/Sogliano al Rubicone il 7 ottobre, a Verucchio il 3 e 8 ottobre, a San Clemente il 7 e 8 ottobre.

Superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³)

I primi superamenti della soglia di informazione sono stati registrati il 22 giugno, un mese dopo quanto avvenuto nel 2022, durante il quale il primo superamento era avvenuto il 20 maggio.

I primi superamenti sono avvenuti in corrispondenza del primo dei 4 episodi acuti di ozono verificatisi nel periodo estivo del 2023: il primo dal 22 al 27 giugno, il secondo dal 9 all'11 luglio, il terzo dal 23 al 25 agosto, il quarto attorno al 12 settembre. Durante questi episodi le concentrazioni di ozono sono state superiori anche a 200 µg/m³ (26 giugno a Parco Montecucco/Piacenza, il 10 luglio a Giardini Margherita/Bologna, entrambi per una sola ora), senza però mai raggiungere i 240 (soglia di allarme che deve essere superata per almeno 3 ore consecutive). Il mese di settembre ha visto superare la soglia di informazione solamente il giorno 12 in due stazioni nella parte occidentale della regione (Lugagnano e Castellarano).

Tabella 2: numero di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) nei mesi giugno, luglio, agosto e settembre e totali al 31/10.

NOME_STAZIONE	PROV	TIPOSTAZ	ZONA	hourly.nExc c Giugno	hourly.nExc Luglio	hourly.nExc Agosto	hourly.n Exc Settembre	ave8h.nExc Totali
LUGAGNANO	PC	Fondo	Suburbana	3	0	0	3	6
BESENZONE	PC	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
PARCO MONTECUCCO	PC	Fondo	Urbana	12	15	6	0	33
CORTE BRUGNATELLA	PC	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
CITTADELLA	PR	Fondo	Urbana	2	0	0	0	2
BADIA	PR	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
SARAGAT	PR	Fondo	Suburbana	2	0	0	0	2
CASTELLARANO	RE	Fondo	Suburbana	5	0	5	2	12

S. LAZZARO	RE	Fondo	Urbana	3	1	0	0	4
FEBBIO	RE	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
S. ROCCO	RE	Fondo	Rurale	5	0	0	0	5
REMESINA	MO	Fondo	Suburbana	0	0	0	0	0
PARCO FERRARI	MO	Fondo	Urbana	4	6	0	0	10
GAVELLO	MO	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
PARCO EDILCARANI	MO	Fondo	Urbana	4	0	0	0	4
GIARDINI MARGHERITA	BO	Fondo	Urbana	0	2	0	0	2
SAN PIETRO CAPOFIUME	BO	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
VIA CHIARINI	BO	Fondo	Suburbana	0	0	0	0	0
CASTELLUCCIO	BO	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
GHERARDI	FE	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
CENTO	FE	Fondo	Suburbana	0	0	0	0	0
VILLA FULVIA	FE	Fondo	Urbana	0	0	0	0	0
OSTELLATO	FE	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
CAORLE	RA	Fondo	Urbana	0	0	0	0	0
BALLIRANA	RA	Fondo	Rurale	NON ATTIVA CAUSA ALLUVIONE				
DELTA CERVIA	RA	Fondo	Suburbana	0	0	0	0	0
PARCO BERTOZZI	RA	Fondo	Urbana	0	0	0	0	0
PARCO RESISTENZA	FC	Fondo	Urbana	0	0	1	0	1
SAVIGNANO	FC	Fondo	Suburbana	0	0	0	0	0
SAVIGNANO DI RIGO	FC	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
MARECCHIA	RN	Fondo	Urbana	0	0	0	0	0
VERUCCHIO	RN	Fondo	Suburbana	0	1	1	0	2
SAN CLEMENTE	RN	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0
SAN LEO	RN	Fondo	Rurale	0	0	0	0	0

Situazione meteorologica dell'estate e dell'inizio autunno 2023

Dal punto di vista meteorologico l'estate 2023 è stata caratterizzata da 4 fasi principali di alta pressione subtropicale e tempo stabile con moderate e forti ondate di calore, a cui si aggiunge quella di ottobre, del tutto simile a quelle estive, inedita per il periodo per persistenza ed estensione del fenomeno.

L'estate e l'inizio autunno del 2023 hanno contribuito decisamente all'aumento dell'anomalia annuale di temperatura, che attualmente ha raggiunto +1 °C rispetto al periodo 1991 – 2020, valore molto elevato, appena dietro al precedente valore record del 2022.

Dopo una prima metà del mese di Giugno instabile, successivamente la regione Emilia Romagna viene interessata da condizioni di stabilità per alcuni giorni, con aumento delle temperature dovuto al rafforzamento dell'anticiclone subtropicale, che porta ad una moderata ondata di calore dal 21 al 26 del mese. In questo periodo si è verificato il primo episodio critico di ozono, che ha visto il diffuso superamento della soglia di informazione esclusivamente nella pianura occidentale.

Nel mese di luglio sono state registrate temperature di molto superiori al clima 1991 – 2020: considerando il valore medio regionale della temperatura media giornaliera, si tratta del quinto luglio più caldo dal 1961, dopo il 2015, il 2022, il 2006 e il 1983. L'anomalia positiva è imputabile alle intense ondate di calore delle settimane centrali del mese, generate dalla frequente presenza dell'anticiclone africano sul territorio italiano, durante le quali le differenze rispetto al clima sono oltre 5 °C, superando anche i massimi storici. Il picco dell'onda di calore viene raggiunto tra i giorni 10 e 12, quando il promontorio anticiclonico ha il suo apice di estensione in Europa, in corrispondenza dei quali si è avuto il secondo episodio acuto di ozono, durante il quale sono stati registrati diversi superamenti della soglia di informazione nella pianura occidentale, a Bologna e nella zona collinare del riminese.

A partire dalla seconda decade di agosto e sino al giorno 27 la regione Emilia Romagna è stata interessata da una configurazione sinottica caratterizzata da alta pressione africana molto calda, responsabile di stabilità elevata e di valori termici da elevati fino a estremi per il periodo: il valore medio regionale delle temperature massime è stato superiore a 30 °C per 17 giorni consecutivi, con picchi oltre i 36 °C.

Il mese di settembre è stato caratterizzato da una tipica configurazione di blocco a omega con condizioni stabili e temperate sull'Italia. Tale configurazione è stata temporaneamente interrotta da una debole onda depressionaria verso la metà del mese (dal 13 al 16) e da una seconda, più incisiva, tra i giorni 21 e 24.

La prima metà del mese di ottobre, periodo in cui si sono verificati i superamenti dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, è stata caratterizzata da temperature molto superiori al periodo di riferimento 2001 – 2020, con anomalie positive di temperatura molto marcate, in particolare nelle massime, nelle zone pedecollinari e del medio appennino. La temperatura media regionale si è assestata su valori prossimi o superiori ai record storici precedenti.

Discussione

Il periodo preso in esame ha mostrato dunque condizioni critiche per l'ozono. La stagione dell'ozono nel 2023 è iniziata dopo rispetto al 2022 ma si è protratta sino a metà ottobre. L'andamento delle condizioni meteorologiche estive e di inizio autunno del 2023, sembra spiegare i valori elevati delle concentrazioni di ozono osservati nel periodo. Gli episodi acuti, che hanno comportato il superamento della soglia di informazione, sono avvenuti essenzialmente nell'area occidentale della regione. Diffuso è invece ancora il superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana; tuttavia oltre la metà delle stazioni ha registrato un numero di superamenti consistentemente inferiore nel 2023, rispetto a quelli del 2022. Il periodo aprile – maggio ed il mese di luglio hanno visto un numero di superamenti inferiore rispetto al 2022; il numero di superamenti a giugno e agosto risulta confrontabile fra i due anni; settembre e ottobre 2023 hanno avuto un maggiore numero di superamenti rispetto il precedente anno.

Per quanto riguarda gli episodi critici, con superamento della soglia di informazione, il 2023 ha visto un numero inferiore di superamenti rispetto a quelli registrati nel 2022, in particolare nei mesi di giugno e luglio.

La minore intensità della criticità nel 2023 dipende dall'andamento delle condizioni meteorologiche del periodo estivo.

Occorre comunque tenere in considerazione la fenomenologia complessa che caratterizza questo inquinante, la non linearità dei fenomeni associati alla produzione e alla distruzione della molecola di ozono. La relazione tra la concentrazione dei due principali gruppi di precursori, ossidi di azoto (NOx) e composti organici volatili (VOC), e la produzione di ozono troposferico è molto complessa da valutare, la sua comprensione e corretta definizione è fondamentale, ed è per questo che Arpaè si è dotata di un misuratore di VOC, installato in una stazione di fondo urbana, le cui misure in continuo potranno permettere di colmare la lacuna conoscitiva e di capire se stia cambiando qualcosa nella dinamica dei processi.

L'influenza dei cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici avranno un'influenza sulla qualità dell'aria che respireremo in futuro. Il legame fra l'ozono e cambiamenti climatici si esplica, come già dibattuto, attraverso alcune forzanti meteorologiche. La forte dipendenza dei livelli di ozono dalla meteorologia suggerisce che i cambiamenti climatici previsti potrebbero anche portare all'aumento delle concentrazioni di ozono: l'alterazione della frequenza, durata e gravità delle onde di calore, della stabilità atmosferica e le variazioni nella distribuzione delle precipitazioni, potrebbero accelerare la produzione di ozono, comportando il prolungamento dei picchi e l'aumento delle loro concentrazioni.