

RAPPORTO SULLO STATO DELL'AMBIENTE IN FRIULI VENEZIA GIULIA

2018





3. Le tendenze della qualità dell'aria in Friuli Venezia Giulia

Il monossido di carbonio e il biossido di zolfo nella nostra regione hanno raggiunto valori molto bassi, tanto da renderne difficoltosa la rilevazione. Il biossido di azoto, dopo anni di diminuzione, ha smesso di calare mentre l'ozono e le poveri sono sostanzialmente stabili anche se con una grande variabilità interannuale.

Flavio Moimas, Arianna Tolloi, Fulvio Stel
ARPA FVG, Qualità dell'aria

Quella che chiamiamo "aria" è un miscuglio di diverse sostanze. I suoi principali costituenti sono l'ossigeno molecolare (O₂) e l'azoto molecolare (N₂), che da soli formano più del 99% dell'aria. Quello che costituisce la rimanente parte dell'aria è formato da una numerosissima schiera di sostanze che contribuiscono a definire la "qualità dell'aria".

La qualità dell'aria non è una proprietà statica ma è una caratteristica dinamica dell'atmosfera e come tale cambia a livello orario, giornaliero, stagionale e nel corso degli anni.

Lo studio di dettaglio della qualità dell'aria in regione viene aggiornato ogni anno tramite relazioni redatte da ARPA FVG (ARPA FVG, 2017a). Da queste relazioni si può evincere quella che è la variabilità interannuale della qualità dell'aria. Più complesso è rilevare le tendenze del lungo periodo, sulle quali si dovrebbero vedere gli effetti delle politiche sulla qualità dell'aria. Per poter fare questo è necessario avere a disposizione delle serie storiche decennali che consentano di evidenziare le tendenze del lungo periodo al netto della variabilità meteorologica, un po' come si fa con i cambiamenti climatici analizzando le serie storiche decennali di temperatura e piovosità.

Grazie alle serie storiche decennali sulla qualità dell'aria (le più lunghe a oggi disponibili sono quelle relative alla città di Udine) siamo ora in grado di mettere in luce diverse tendenze consolidate che, pur se relative a un singolo punto, possono essere considerate come indicative di trend attivi su una scala anche più ampia di quella della nostra regione. Su queste tendenze di lungo periodo devono poi essere inserite le peculiarità locali, legate a specifiche sorgenti (per esempio: attività produttive) o a condizioni microclimatiche (per esempio: aree più o meno ventilate e soggette a ristagno atmosferico) e che vengono trattate nelle relazioni annuali.

Le concentrazioni di sostanze presenti nell'aria

Per quanto riguarda il **materiale particolato**, purtroppo le serie temporali non sono sufficientemente lunghe da mettere in luce delle tendenze e, al momento, le considerazioni che si possono fare sono analoghe a quelle messe in luce nei precedenti Rapporti sullo stato dell'ambiente (ARPA FVG, 2012). In estrema sintesi non vi sono tendenze chiare nella concentrazione media delle polveri o, se tendenze vi sono, queste sono coperte dalla grande variabilità interannuale dovuta alla meteorologia.

Le **concentrazioni di PM10 e PM2.5**, infatti, mostrano un andamento interannuale sostanzialmente coerente tra le diverse postazioni in cui viene misurato, che si differenziano però per il valore assoluto (Figure 1 e 2). Nel dettaglio, sulla zona pianeggiante la quantità di PM10 tende a crescere passando da est a ovest (da Gorizia a Brugnera), mentre diminuisce spostandosi verso la montagna e la costa (Tolmezzo e Monfalcone).

Le concentrazioni di PM2.5, la frazione più sottile del particolato aerodisperso, mostra invece un andamento sul territorio molto più omogeneo e con una minore variabilità, a riprova della natura ubiquitaria di questo tipo di inquinante. Le concentrazioni medie di PM10 e PM2.5 sono comunque inferiori ai limiti di legge posti a tutela della salute umana e, per il PM2.5, i livelli rilevati mostrano valori inferiori anche al limite di legge che dovrebbe entrare in vigore nel 2020. Per il materiale particolato, pertanto, rimane soltanto il problema sul superamento dei livelli medi giornalieri che, negli anni sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti, possono eccedere il limite annuale.

Non ci sono tendenze chiare nella concentrazione media delle polveri o, se ci sono, sono coperte dalla variabilità meteorologica

Figura 1: andamento della concentrazione media annua di PM10 dal 2005 al 2016 nelle stazioni considerate.

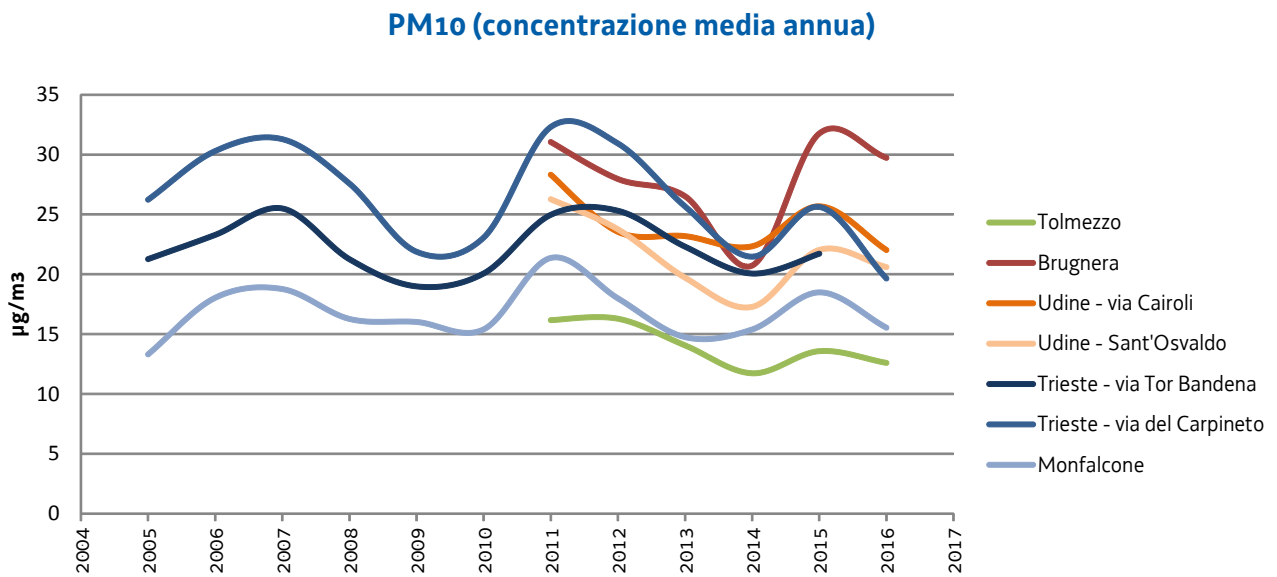
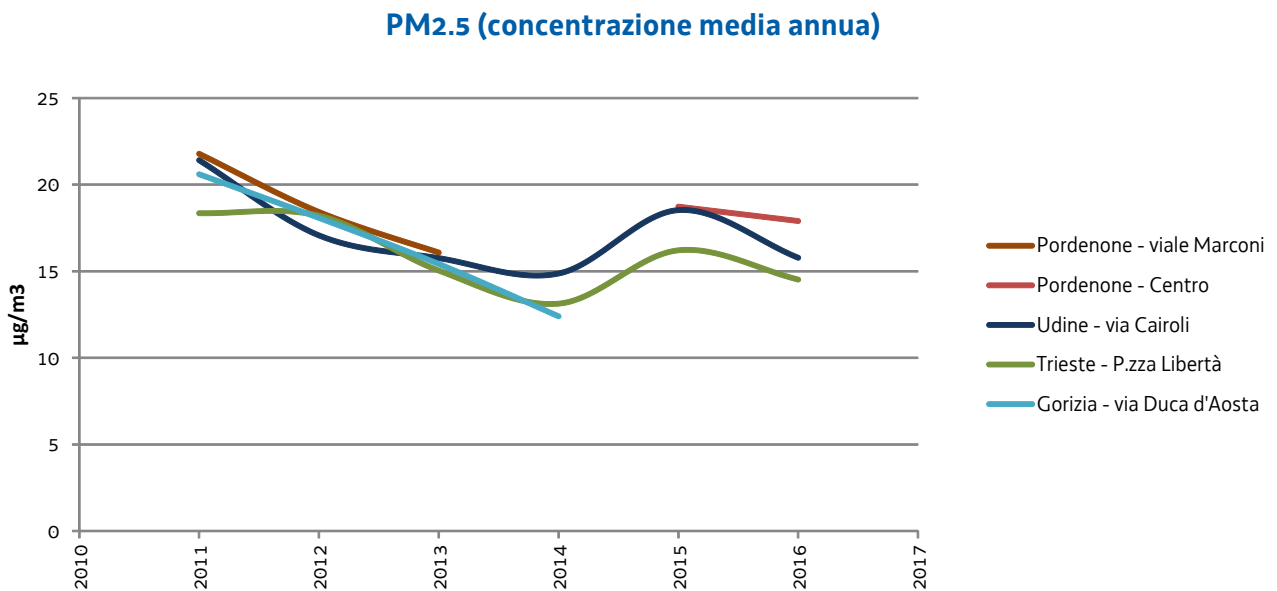


Figura 2: andamento della concentrazione media annua di PM2.5 dal 2011 al 2016 nelle stazioni considerate.



Anche per l'**ozono** (Figura 3) non si osservano particolari tendenze anche se nei dati si può intravedere un leggero aumento della concentrazione estiva fino al 2006, seguito da un'altrettanto leggera diminuzione. Questo effetto, però, potrebbe essere dovuto alla peculiarità degli anni 2003 e 2006, i quali furono eccezionali in termini di temperatura e persistenza di giorni soleggiati. E' anche interessante notare come le stazioni poste in prossimità di importanti assi viari risultino meno soggette all'ozono, dato che questo inquinante tende a "consumarsi" ossidando il monossido di azoto che è uno dei principali inquinanti emessi dai motori a combustione interna.

La concentrazione degli **ossidi di azoto** (Figura 4), inquinante essenzialmente legato alla combustione, mostrano una leggera risalita all'inizio degli anni '90, cominciando a ridiscendere in maniera continuativa già a metà dello stesso decennio. Agli inizi del 2000 il tasso di decrescita della concentrazione di questo inquinante sembra arrestarsi per poi proseguire molto più lentamente sino ai giorni nostri.

Anche le concentrazioni del **biossido di zolfo** (Figura 5) mostrano una prima fase di decrescita repentina all'inizio degli anni '90 seguita da un'ulteriore decrescita, anche se più lenta, che ha portato ai valori che caratterizzano ancora oggi la nostra regione già dagli inizi del 2000.

Per quanto riguarda il **monossido di carbonio** (Figura 6), anch'esso un inquinante caratteristico degli anni '90, esso è virtualmente scomparso all'inizio del millennio e le concentrazioni attualmente presenti sulla nostra regione ne rendono difficoltosa anche la semplice determinazione analitica. A differenza dell'ozono, il monossido di carbonio era, e ancora è, più presente nei pressi delle strade e delle zone più densamente abitate proprio in quanto intrinsecamente legato alla combustione.

Quali fattori causano la presenza di alcune sostanze nell'aria?

Nonostante la riduzione di **materiale particolato** nelle emissioni ascrivibile al settore del trasporto su gomma ed evidenziata dagli inventari emissivi, la concentrazione media di materiale particolato (o peggio la frequenza dei picchi giornalieri) non mostra segnali di diminuzione. Questo potrebbe essere ascrivibile sia a nuove fonti emissive di materiale particolato (per esempio: combustione domestica della legna) che dei suoi precursori (per esempio: fertilizzanti usati in agricoltura), come già evidenziato nei precedenti Rapporti sullo stato dell'ambiente (ARPA FVG, 2012), sia alla grande dipendenza della concentrazione delle polveri dalla meteorologia.

Dal punto di vista delle condizioni meteorologiche, il periodo solitamente più favorevole alla stabilità atmosferica, quindi al ristagno degli inquinanti e al raggiungimento

di alte concentrazioni nelle polveri sottili è quello invernale. Negli ultimi anni, in particolare, frequenti condizioni di stabilità atmosferica si sono osservate verso la fine dell'inverno e all'inizio della primavera. Non è al momento possibile chiarire se questa sia una tendenza legata ai cambiamenti climatici in atto o una semplice fluttuazione nella circolazione atmosferica.

L'**ozono** è un inquinante totalmente secondario, cioè non viene emesso da attività antropiche ma si forma direttamente in atmosfera a seguito di complesse reazioni chimiche che hanno luogo tra i suoi precursori (sostanzialmente composti organici volatili e ossidi di azoto). Nonostante la riduzione in atto nelle emissioni di composti organici volatili ascrivibile all'utilizzo dei solventi (SINANet, 2017) e all'altrettanto chiara riduzione nelle emissioni di ossidi di azoto (SINANet, 2017), non si osservano ancora chiari segnali di una decrescita dell'ozono. Anche in questo caso, così come accaduto per le polveri, la grande dipendenza dell'inquinante dall'andamento meteorologico porta a una marcata variabilità interannuale che tende a nascondere eventuali tendenze in atto.

Un altro aspetto interessante da sottolineare è il fatto che le attività antropiche non sono le uniche sorgenti di composti volatili. Molti composti organici volatili, infatti, sono emessi dalle piante. Una possibile spiegazione dell'assenza di diminuzione nella quantità di ozono presente in atmosfera sulla nostra regione potrebbe pertanto risiedere nell'abbondanza di composti volatili di origine naturale che compenserebbero la riduzione di quelli antropici.

La tendenza osservata nelle concentrazioni degli **ossidi di azoto** trova spiegazione nella generale riduzione delle emissioni di queste sostanze in atmosfera. A partire dagli anni '90, infatti, questo tipo di emissioni sono diminuite di quasi il 50% sulla nostra regione (SINANet, 2017). Ciò nonostante, dal 1990 al 2000 si è assistito a un temporaneo aumento dovuto al trasporto su strada. L'aumento era in parte legato all'incremento dei flussi di traffico e alle tecnologie utilizzate (per esempio: non tutte le vetture avevano ancora le marmitte catalitiche, obsolescenza del parco veicolare, ecc.). Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria ne avrebbero pertanto osservato questo temporaneo peggioramento dovuto al traffico e, analogamente, avrebbero registrato anche il successivo miglioramento e l'attuale lenta decrescita successiva al 2000. Questa interpretazione sarebbe avvalorata anche dal fatto che le stazioni che hanno maggiormente risentito del peggioramento sono state proprio quelle più esposte alla pressione del traffico. L'attuale lento miglioramento rappresenta una sorta di asintoto tecnologico. Con le moderne tecnologie di riscaldamento domestico, e soprattutto di trasporto su gomma, sembra molto difficile riuscire a erodere ulteriormente le emissioni in

Figura 3: andamento della concentrazione media di ozono (O₃) nella stagione calda (aprile-settembre) dal 1994 al 2016 (23 anni) a Udine.

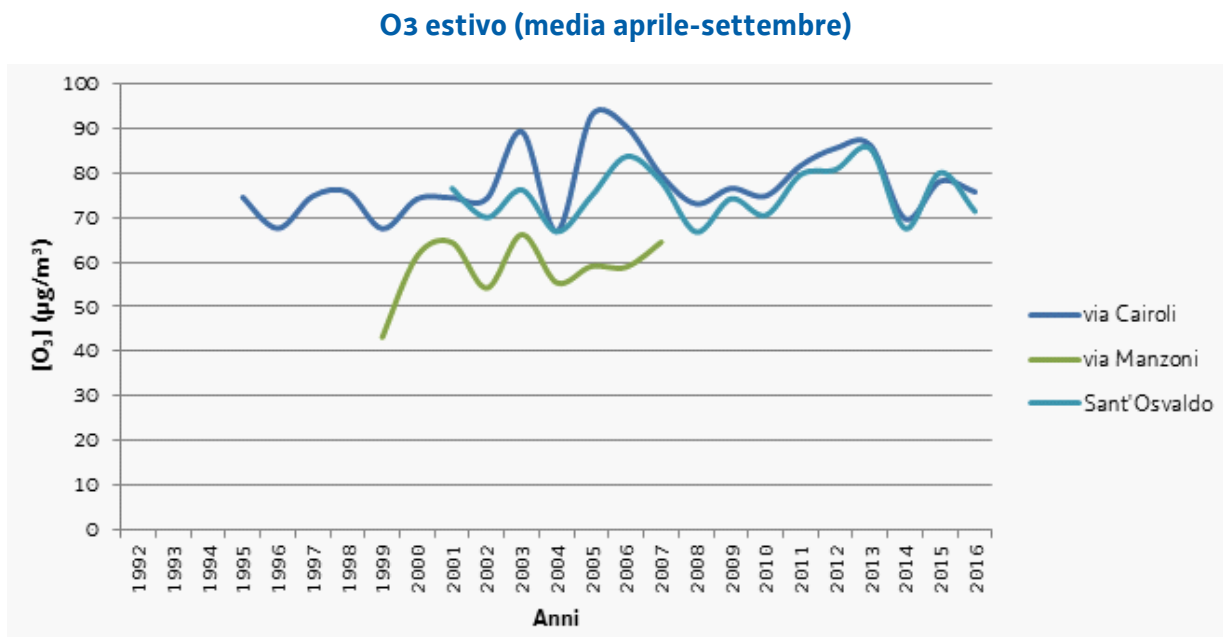


Figura 4: andamento della concentrazione media annuale di ossidi di azoto (NO_x) dal 1992 al 2016 (25 anni) a Udine.

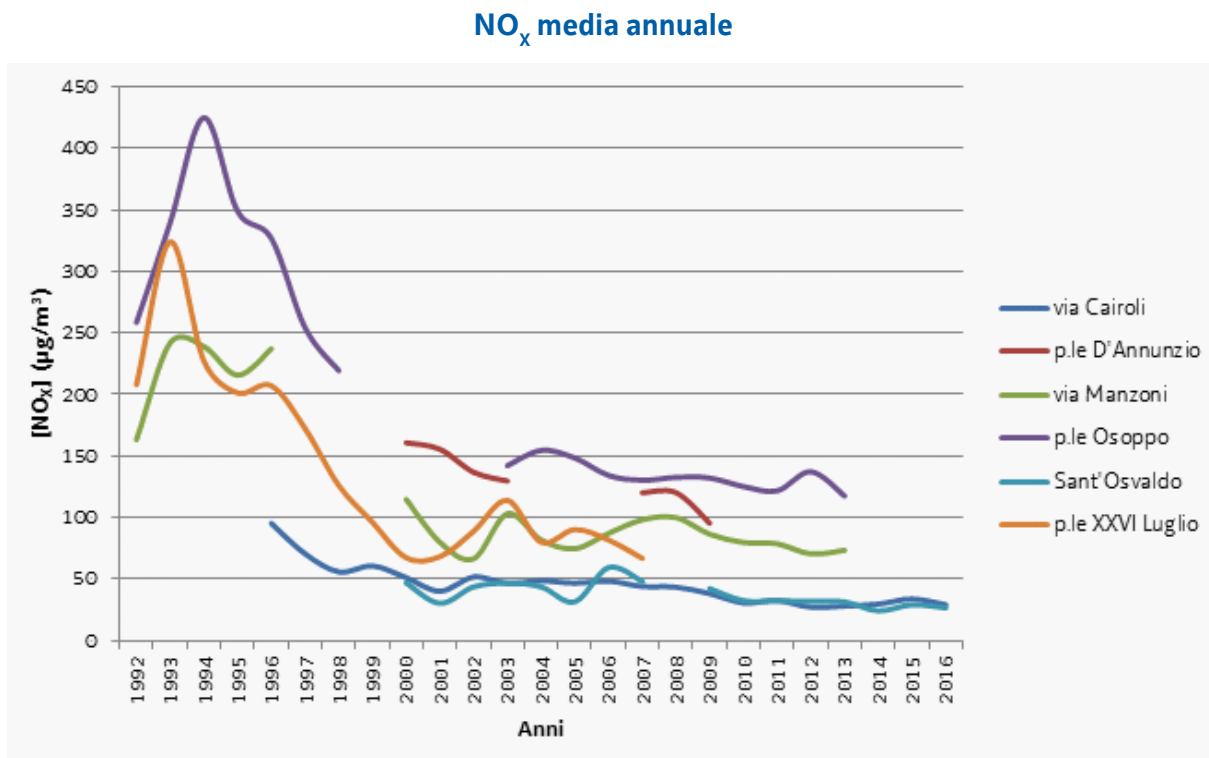


Figura 5: andamento della concentrazione media annuale di biossido di zolfo (SO₂) dal 1992 al 2013 (22 anni) a Udine.

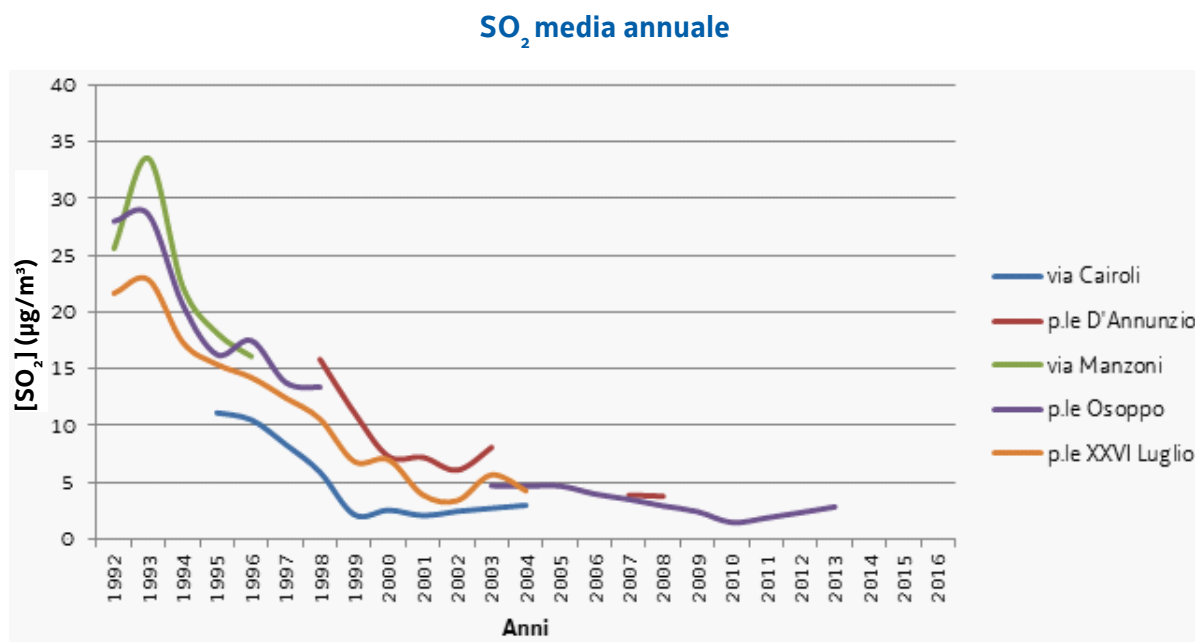
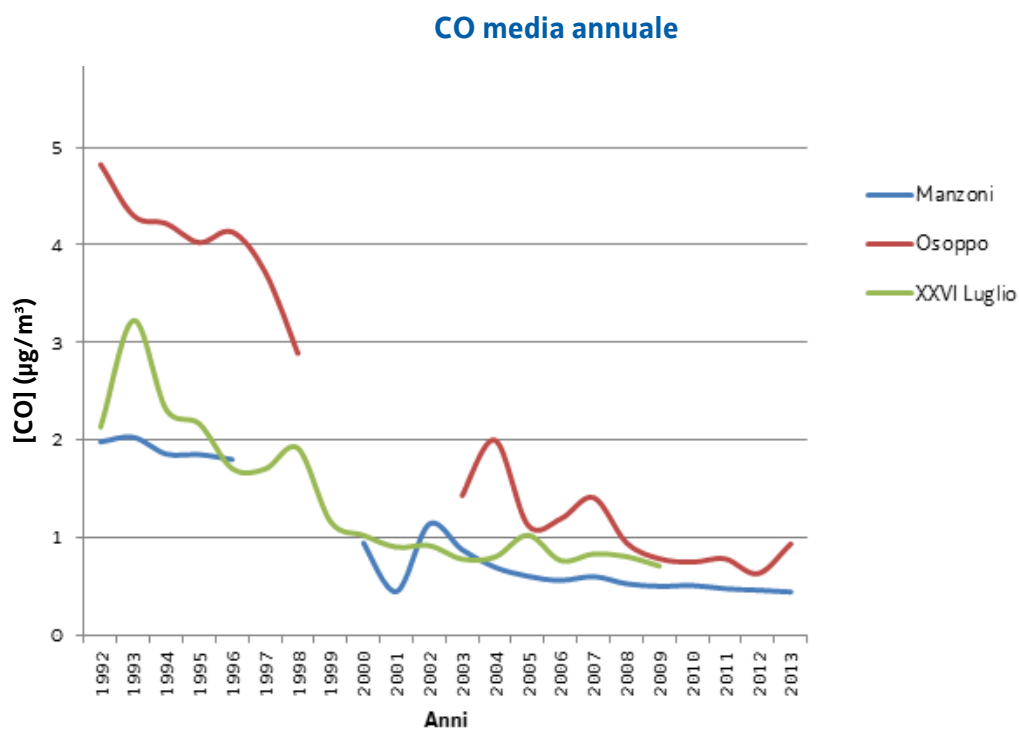


Figura 6: andamento della concentrazione media annuale del monossido di carbonio (CO) dal 1992 al 2013 (22 anni) a Udine.



aree urbane e quindi ridurre le concentrazioni osservate. Non va inoltre dimenticato che l'attuale regime di costo dei carburanti privilegia il Diesel a scapito della benzina, quindi, i motori che hanno maggiori emissioni di ossidi di azoto (oltre che di materiale particolato).

La tendenza osservata nelle concentrazioni del **biossido di zolfo** è il risultato del grande miglioramento avvenuto nell'ambito dei combustibili, prima grazie alla notevole riduzione del tenore di zolfo nel gasolio per riscaldamento e autotrazione e, verso la metà degli anni '90, grazie alla graduale sostituzione del riscaldamento domestico a gasolio e nafta con il riscaldamento a metano.

Per quanto riguarda il **monossido di carbonio**, inquinante essenzialmente ascrivibile in ambito urbano ai motori a benzina, la sua rapida diminuzione a partire dagli anni '90 è dovuta sostanzialmente all'introduzione delle marmitte catalitiche.

Cosa si può fare per migliorare la qualità dell'aria?

I miglioramenti tecnologici e le politiche condotte nell'ambito dei trasporti e dei combustibili a livello europeo e nazionale hanno portato a una graduale riduzione di molte specie di inquinanti. Su queste macro-tendenze nel corso degli anni si sono inserite le politiche regionali, in particolare quelle legate alla metanizzazione, al rinnovo del parco veicolare circolante, sia pubblico che privato, e al riscaldamento domestico.

A partire dal 2008, inoltre, la Regione Friuli Venezia Giulia si è dotata di due Piani di settore, quello di miglioramento della qualità dell'aria e quello di azione per la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico (ARPA FVG, 2017b). A partire dal Piano di azione per la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico diversi comuni si sono dotati di un proprio Piano di azione comunale, ritagliato sulle peculiarità dei diversi territori.

Poiché, alla luce dei monitoraggi condotti, le politiche di mitigazione dell'inquinamento atmosferico non riescono ancora a dare i risultati sperati (per esempio per il materiale particolato e per l'ozono) o stanno esaurendo la loro efficacia migliorativa (per esempio per gli ossidi di azoto), ARPA FVG ha predisposto del materiale informativo volto a illustrare delle buone pratiche utili a ridurre l'inquinamento atmosferico. Dal momento in cui la tecnologia non riesce a dare i risultati sperati e auspicabili, nelle more di ulteriori avanzamenti tecnologici si è cercato di segnalare abitudini o prassi sociali negative per l'ambiente e la contestuale proposta di comportamenti virtuosi (ARPA FVG, 2017c). Tra i comportamenti virtuosi vi sono non solo quelli che mirano a ridurre l'inquinamento, ma anche quelli di adattamento che cercano di ridurre gli effetti dell'inquinamento sulla salute delle persone. Questi

comportamenti virtuosi sono importanti in particolare per inquinanti come l'ozono, il cui effetto irritante può avere impatti immediati sul benessere delle persone, in particolare di quelle più fragili come i bambini, gli anziani e gli ammalati.

Recentemente, al fine di sviluppare sinergie su vasta area, la Regione e ARPA FVG hanno aderito a un progetto europeo integrato dedicato al miglioramento della qualità dell'aria nel bacino padano (*Progetto LIFE PREPAIR, 2017*). Questo progetto europeo mira a ridurre i livelli di inquinamento atmosferico, in particolare da polveri sottili, agendo sui diversi settori ritenuti maggiormente impattanti, ovvero l'utilizzo delle biomasse legnose, il trasporto su gomma, il riscaldamento degli edifici e l'agricoltura, con l'uso dei fertilizzanti agricoli e l'allevamento di animali.

Quali sono le tendenze future?

Gli attuali scenari sulla qualità dell'aria in regione e in generale a livello europeo prospettano solo dei lievi miglioramenti per quanto riguarda la riduzione delle concentrazioni di materiale particolato e di ozono, un ulteriore leggero miglioramento nelle concentrazioni degli ossidi di azoto e una sostanziale stabilità negli inquinanti già molto ridotti come gli ossidi di zolfo e il monossido di carbonio.

Per quanto riguarda il materiale particolato, vi è una sostanziale condivisione sul fatto che miglioramenti significativi, in particolare durante gli episodi acuti, si potranno avere solo con una notevole riduzione delle emissioni derivanti dalla combustione domestica della legna e con una riduzione nelle emissioni di ammoniaca da allevamento e nella fertilizzazione dei terreni. Nelle aree più densamente abitate andrebbero ulteriormente ridotte le emissioni delle automobili. Resta ancora da valutare, per le aree portuali, l'effettivo contributo delle emissioni derivanti dalle navi attraccate nelle banchine che, in determinate condizioni meteorologiche, può risultare molto importante sia in termini di polveri sottili direttamente rilasciate dai fumi delle navi che di polveri secondarie formatesi in atmosfera a seguito delle emissioni di ossidi di zolfo e di azoto.

Molto più articolata e complessa risulta la questione dell'ozono. Si potranno avere riduzioni di questo inquinante in atmosfera solo con diminuzioni significative dei suoi precursori su aree molto vaste, superiori anche alle estensioni dei singoli Stati dell'Europa. Le indicazioni sono che dei miglioramenti si potranno avere solo riducendo ancora di molto le emissioni di ossidi di azoto, per le quali però sembra si stia oramai raggiungendo una sorta di limite tecnologico.

Bibliografia

ARPA FVG, 2017a, *Relazioni annuali sulla qualità dell'aria in Friuli Venezia Giulia*, http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/tecnico_scientifici.html#Relazioni_qualita_aria, ultimo accesso 30/11/2017.

ARPA FVG, 2012, *Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2012 - Tematiche ambientali in primo piano nel Friuli Venezia Giulia*, Udine, FORUM.

SINAnet, 2017, *Inventario emissivo nazionale disaggregato a livello regionale*, <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/inventaria>, ultimo accesso 30/11/2017.

ARPA FVG, 2017b, *Piani Regionali di settore sulla qualità dell'aria*, http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/menu_dx/menu_dx_piani.html, ultimo accesso 30/11/2017.

ARPA FVG, 2017c, *Buone prassi per la riduzione dell'inquinamento e per la gestione delle criticità*, http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/utilita/Documenti_e_presentazioni/sintesi_divulgative.html, ultimo accesso 30/11/2017.

PREPAIR - Po Regions Engaged to Policies of AIR, *Progetto LIFE PREPAIR*, 2017, <http://www.lifeprepare.eu/>, ultimo accesso 30/11/2017.

Pollini primaverili e conseguenze di inverni sempre più miti

Pierluigi Verardo, Francesca Tassan
ARPA FVG, Qualità dell'aria



Foto: <https://pixabay.com/>

I pollini e le condizioni climatiche

La presenza di pollini di una determinata specie è direttamente correlata sia all'abbondanza di piante di quella specie presenti sul territorio sia alle condizioni climatiche che ne favoriscono la fioritura. La rete di monitoraggio pollinico di ARPA FVG, dall'anno 2005, verifica quantitativamente la presenza delle principali categorie vegetali di pollini trasportati dal vento presenti sul territorio, fornisce agli utenti dati giornalieri e settimanali, e popola una base dati che oggi consente di valutare l'andamento delle concentrazioni polliniche sul medio periodo.

L'analisi dei dati derivanti dal monitoraggio di alcuni tipi di polline contribuisce a inquadrare i cambiamenti climatici in atto sotto il profilo degli effetti sull'ambiente e sulle persone.

La quantità complessiva annua di un determinato polline dipende infatti da vari fattori, tra cui il cumulo giornaliero di ore di luce, quello stagionale di giornate di pioggia e l'andamento della temperatura. Per alcune specie ar-

boree a fioritura primaverile, inoltre, conta anche l'andamento della stagione invernale precedente, che può influenzare la data di inizio della fioritura, l'abbondanza di fiori e, di conseguenza, la quantità totale di pollini dispersi.

Il caso del carpino e della betulla

È il caso, in particolare, del carpino nero e della betulla, che nella primavera del 2016 hanno reagito in modo reciprocamente opposto all'andamento termico della stagione precedente: il primo, con un aumento del quantitativo totale di pollini rispetto agli anni precedenti, la seconda con un netto calo. Per spiegare questo fenomeno, occorre premettere che il bilancio delle temperature dell'inverno 2015/16 mostra un aumento generalizzato rispetto alla media del decennio precedente, soprattutto in montagna, a fronte di una quantità di precipitazioni pressoché nella norma. Tale aumento anomalo delle temperature invernali nella nostra regione, allineato con il fenomeno più ampio dei cambiamenti climatici, se ha costituito un fattore di inibizione per alcune specie vege-

Figura 1: somma annuale di granuli pollinici di carpino nero rilevati dai campionatori di Pordenone e Lignano Sabbiadoro.

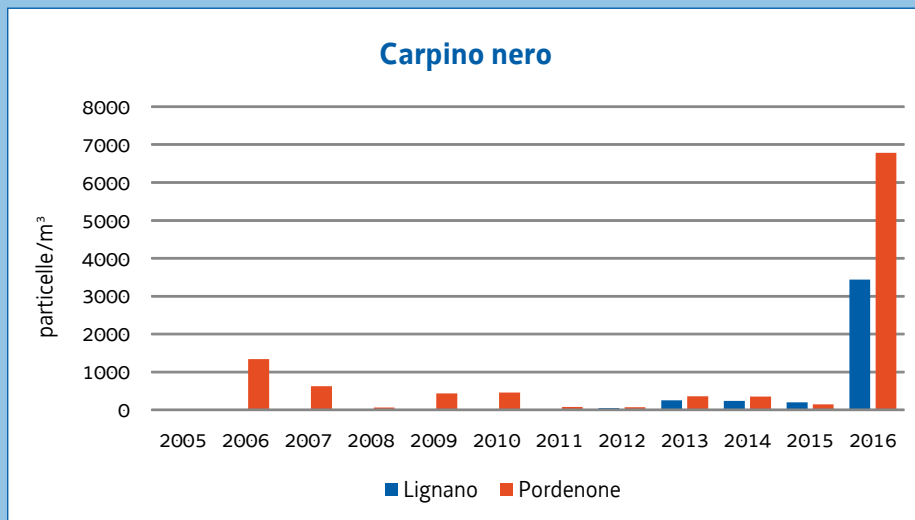


Figura 2: somma annuale di granuli pollinici di betulla rilevati dai campionatori di Trieste e Tolmezzo.

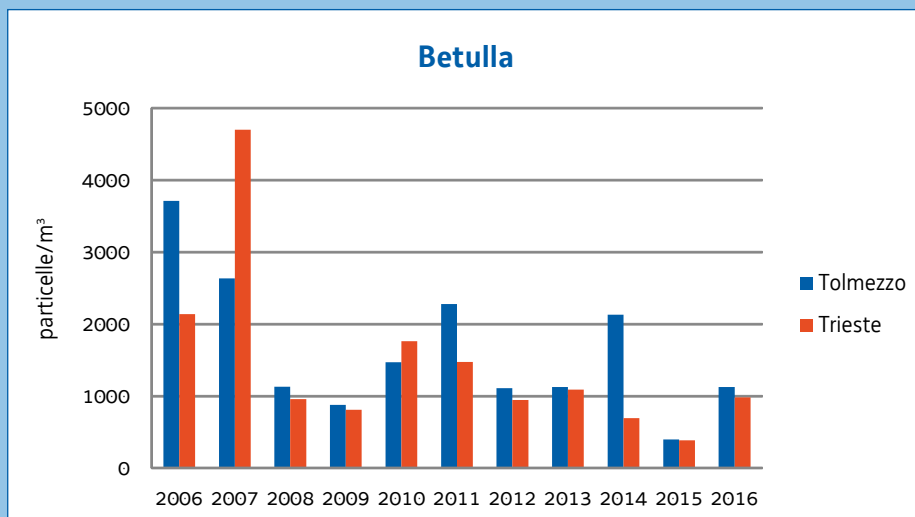
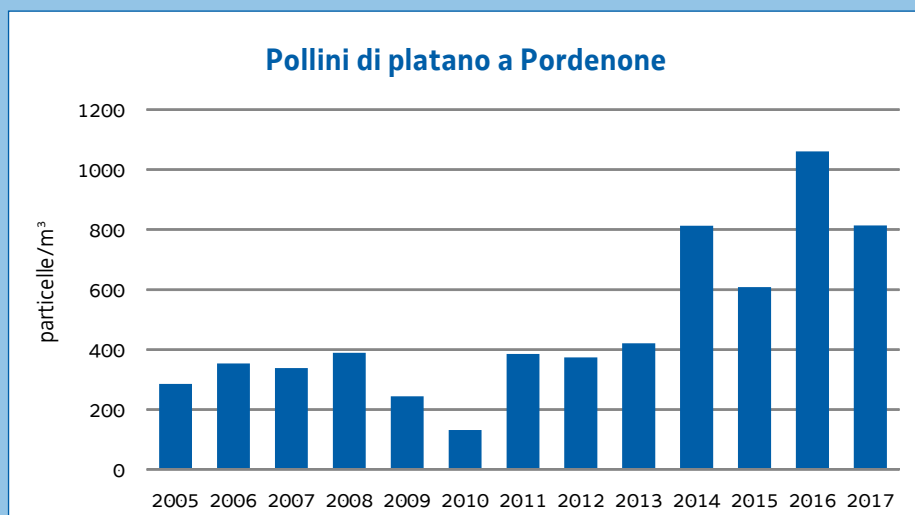


Figura 3: somma annuale di granuli pollinici di platano rilevati dal campionatore di Pordenone.



tali tipiche di climi freddi, quale la betulla, ha per contro operato uno stimolo della vitalità per altre, tra cui il carpino, che hanno risposto aumentando l'attività biologica (ARPA FVG, 2016b).

Il carpino nero ha risposto al cambiamento delle temperature con una produzione di polline, a Pordenone e a Lignano Sabbiadoro nel 2016, superiore di dieci volte i valori medi degli anni precedenti (Figura 1).

La betulla, invece, a Tolmezzo e a Trieste dove è più diffusa, ha dimostrato di mantenere un trend di diminuzione di polline, sempre più significativo soprattutto nell'arco degli ultimi dieci anni (Figura 2). Questa pianta, tipica di climi freddi del centro e nord Europa, è relativamente diffusa nei boschi montani, ed è coltivata a scopo ornamentale in parchi e giardini. Il polline è molto allergenico, e la sua diminuzione nell'arco dei decenni dipende anche dalla consapevolezza dei cittadini e di alcune amministrazioni pubbliche di non procedere a nuove piantumazioni, viste le ricadute sulla salute. Anche la nostra Agenzia svolge un servizio di informazione e indirizzo verso una scelta di piante arboree non impattanti sulla salute e sull'ecosistema (Zangari, 2012).

Altre piante poi stanno mostrando risposte interessanti sotto il profilo della produzione pollinica dopo l'inverno mite del 2015/16: il platano sembra aver raggiunto un picco in una curva di crescita di dodici anni (Figura 3); il castagno nel 2016 ha improvvisamente ripreso vitalità dopo anni di continuo calo dovuto a fenomeni di parassitismo; il faggio, che peraltro fiorisce ad anni alterni, ha rilasciato in aria quantità di pollini oltre dieci volte la sua media annua; pure il carpino bianco ha raggiunto nel 2016 il massimo storico.

I medesimi andamenti, rispetto a quelli riscontrati nella nostra regione, sono stati confermati dal confronto con i dati rilevati in tutta la Pianura Padana, e sono stati studiati parimenti nei paesi d'Oltralpe. In particolare, gli studi su ampia scala, derivanti dal proficuo scambio di informazioni con le Agenzie delle altre regioni italiane ed europee, permettono di monitorare gli effetti di parassiti e di piante infestanti di origine extraeuropea (ATOPICA. EU, 2015). Peraltro, questi aspetti, che sono pure connessi con il più ampio fenomeno dei cambiamenti climatici, si possono studiare e spiegare attraverso l'analisi di lunghe serie storiche di dati giornalieri (ARPA FVG, 2017).

Gli effetti del cambiamento del clima sull'ecosistema

Nonostante l'ampio spettro di studi condotti già da lungo tempo su molteplici fronti, le conseguenze del cambiamento climatico non sono facilmente prevedibili, anche

perché vanno ricercate in svariati ambiti: qualità degli ecosistemi, disponibilità di risorse, produttività dei suoli, salute umana. Ad esempio, anche solo considerando quest'ultimo aspetto sotto il profilo delle pollinosi, sicuramente si possono riscontrare delle ricadute dovute alla presenza in aria di grandi quantità di polline allergenico.

Altri impatti si possono avere sull'ecosistema, dove alcune piante risultano più vigorose e più cariche di semi rispetto al passato. I semi, quando sono più abbondanti del solito, possono modificare la catena alimentare del bosco, alterando gli equilibri tra le specie animali presenti. Alcuni studi specifici mostrano che l'abbondanza di semi di faggio, le faggioline, favorisce il proliferare dei piccoli roditori del bosco, come topolini e arvicole, i quali sono vettori di zecche. Le conseguenze sia sull'ecosistema, sia soprattutto sulla salute dell'uomo e degli animali domestici, possono essere molto pesanti (ARPA FVG, 2016a).

Qualche soluzione c'è

Per contro, le politiche di contenimento dell'uso del suolo, di salvaguardia delle aree verdi naturali, il ripristino della vegetazione riparia e di boschi planiziali mediante l'utilizzo di essenze autoctone sono esempi di azioni che possono avere effetti migliorativi nei confronti di un ecosistema impoverito e sofferente, e a lungo termine operare ricadute positive per la salute umana e ambientale. È dimostrato infatti che lo sviluppo e la diffusione di specie esotiche è frenato dove esiste un ecosistema ben strutturato, caratterizzato da un'elevata biodiversità. La presenza di boschi anche in pianura, unitamente a un attento uso del suolo, ha dimostrato di poter rallentare i fenomeni, presenti anche alle nostre latitudini, di desertificazione e impoverimento dell'ecosistema, operando effetti positivi anche sul clima, in un circolo finalmente virtuoso.

Bibliografia

ATOPICA.EU, 2015, http://conference.atopica.eu/media/4932/climate-change_factsheet_final_ita.pdf, ultimo accesso 1/9/2017.

ARPA FVG, 2016a, <http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/stato/Pollini/approfondimenti/Abbondanza-di-pollini-di-faggio-implicazioni-ambientali-e-sanitarie.html>, ultimo accesso 1/9/2017.

ARPA FVG, 2016b, http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/stato/Pollini/news/carpino_nero.html, ultimo accesso 1/9/2017.

ARPA FVG, 2017, <http://www.arpa.fvg.it/cms/tema/aria/stato/Pollini/news/Giornata-di-studio-sui-pollini.html>, atti del convegno.

Zangari F., 2012, *Giardini senza polline*, Zangari editore, volume primo.

L'inverno più caldo ha frenato la produzione di polline della betulla e stimolato quella del carpino

Analisi delle acque di pioggia

Pierluigi Verardo, Flavio Moimas
ARPA FVG, Qualità dell'aria



Foto: <https://www.pexels.com/>

I campionamenti dai tempi delle “piogge acide”

Una delle emergenze ambientali dello sviluppo industriale degli anni '70 è stata quella delle cosiddette “piogge acide”, fenomeno dovuto all'incremento delle emissioni di sostanze acidificanti, in particolare dello zolfo presente nei combustibili fossili, come il carbone, il gasolio, le nafta e gli oli pesanti. Gli ossidi di zolfo rilasciati in aria con l'umidità formano acido solforoso, e successivamente acido solforico, che, oltre ad abbassare il pH dell'acqua piovana, comportano una serie di danni ambientali, soprattutto a carico della vegetazione e della fauna di acqua dolce. Per questo motivo vennero installate in tutta Italia una serie di campionatori di pioggia che servivano a monitorare il fenomeno.

Dopo la messa al bando dei combustibili ad alto tenore di zolfo, la progressiva sostituzione dei combustibili da riscaldamento con il gas metano e con l'installazione di sistemi di desolforazione delle emissioni, questa emergenza ambientale si ridimensionò e, di conseguenza, la rete di campionatori di pioggia venne progressivamente dismessa, salvo in rari casi.

In provincia di Pordenone vennero infatti mantenuti due

campionatori del tipo *wet & dry* (Figura 1 e 2), uno a Pordenone e uno a Polcenigo, che continuano a fornire dati per l'analisi chimica delle piogge. Attualmente l'interesse non è più tanto lo studio del pH, che negli anni si è riportato a valori di neutralità, ma l'analisi della ricaduta di nutrienti, soprattutto dell'azoto (Marchetto *et al.*, 2014).

I campionatori del tipo *wet & dry* sono dei campionatori di pioggia che hanno la caratteristica di chiudere il contenitore di raccolta delle acque piovane quando non ci sono precipitazioni e di aprirlo nel momento della pioggia, così da raccogliere l'acqua piovana senza mescolarla con le polveri secche. In questo modo si possono esaminare le acque e il pulviscolo atmosferico separatamente.

L'azoto nell'acqua di pioggia

ARPA FVG possiede una sequenza temporale di dati per Pordenone che vanno dal 1989 al 2016, con delle lacune dovute a guasti meccanici dello strumento e alla perdita di dati a causa della mancanza dei registri cartacei o per sistemi informatici vetusti.

Tuttavia i dati a disposizione permettono delle interessanti considerazioni soprattutto sulla quantità di azoto presente nell'acqua di pioggia, sia da nitrati che da ammoniaca. Gli ioni di azoto disciolti nelle gocce di pioggia hanno di-

Figura 1: campionatore tipo wet & dry presente a Pordenone.



Figura 2: campionatore tipo wet & dry presente a Pordenone.



versa origine e provenienza: derivano da cause naturali, come l'irraggiamento solare, i fulmini, la fauna e la flora selvatica, e da cause antropiche come la combustione (gas di scarico, fumi) e l'allevamento (Bonanni *et al.*, 2001). Inoltre vengono trasportati dalle masse d'aria, per cui l'apporto locale può spiegare solo in parte le deposizioni osservate.

Dai dati di concentrazione di azoto nelle deposizioni umide e dai dati di piovosità si può ricavare la quantità in peso di azoto, espresso come N (atomi di azoto), ricaduto per unità di superficie in un anno (Sambo, 2015). Tale dato è indicativo ed è stimato sicuramente per difetto, in quanto non è possibile analizzare le deposizioni settimanali di scarsa entità. Tuttavia la conoscenza dei chilogrammi di azoto ricaduti al suolo permette di fare delle considerazioni anche di carattere ecologico, viste le problematiche generali che questo elemento produce nell'ecosistema delle acque interne e marine.

La Figura 3 mostra le quantità di azoto derivanti da ammoniaca e nitrati ricadute su un ettaro nella pianura pordenonese. Tale dato può essere significativo per la media pianura friulana, dove insistono la maggior parte dei centri abitati e delle attività industriali e agricole. I dati storici relativi ad altri territori, come la montagna, mostrano valori differenti di azoto. Sarebbe utile posizionare dei campionatori di pioggia in altre aree climatiche regionali per avere meglio il quadro della ricaduta di nutrienti a carico del bacino scolante sull'Alto Adriatico.

La Figura 4 mostra un tendenziale decremento di azoto nella pioggia a partire dall'ultimo decennio. Questo dato può essere utile per monitorare l'efficacia delle politiche di contenimento e di controllo delle immissioni di azoto nell'ambiente.

Impermeabilizzazione del suolo e azoto nelle acque

La quantità di azoto disciolto nella pioggia può essere di utilità per lo studio dell'eutrofizzazione delle acque nel bacino dell'Alto Adriatico, le cui cause sono in parte naturali, in quanto il bacino è chiuso con poco ricambio e con apporto di grandi fiumi, e in parte antropiche, dovute principalmente ai fertilizzanti agricoli e agli scarichi urbani.

In natura l'azoto della pioggia viene organico dalle piante ed entra nella catena alimentare. Nelle aree impermeabilizzate dall'uomo, come strade, piazzali, edifici ecc., la pioggia confluisce direttamente nel corso d'acqua più vicino, senza passare attraverso la vegetazione che può operarne l'assorbimento e l'organizzazione, e arriva più velocemente al mare.

Nel 2016, 1228 tonnellate di azoto sono potenzialmente finite nei corsi d'acqua a causa dell'impermeabilizzazione del suolo

Il dato di superficie impermeabilizzata in regione è stato usato, congiuntamente alle misure di azoto precipitato a Pordenone, per avere una stima indicativa della quantità in peso di azoto che finisce diretta-

Figura 3: quantità di azoto in kg espressa come N (atomi di azoto) ricaduta annualmente su un ettaro di suolo.

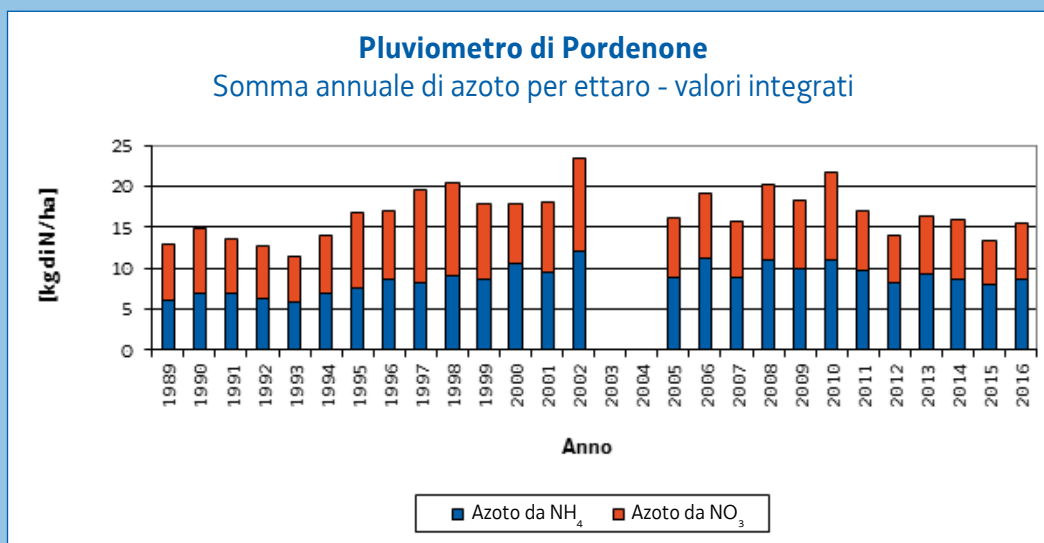
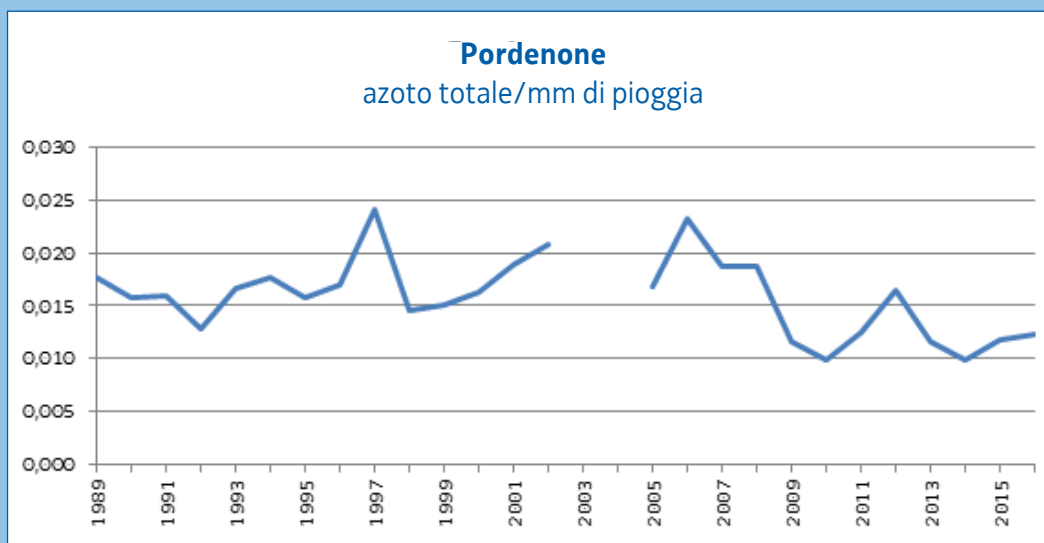


Figura 4: valore di azoto N normalizzato annualmente su unità di pioggia.



mente in acqua senza poter essere assorbito. Nel 2016 ben 1228 tonnellate di azoto sono potenzialmente finite in acqua scorrendo sulla superficie impermeabilizzata in Friuli Venezia Giulia. Questo dato dovrebbe essere in tendenziale aumento, vista la tendenza all'aumento del consumo di suolo.

In futuro, i campioni di acqua piovana potrebbero essere utilizzati per lo studio delle ricadute di agenti inquinanti, quali metalli pesanti o composti chimici di origine industriale. Una rete più ampia, studiata su scala nazionale, potrebbe seguire le ricadute umide e valutarne l'abbondanza e in alcuni casi la provenienza.

Migliorare questa situazione è possibile: bisogna agire sulla riduzione delle emissioni in atmosfera e limitare il consumo di suolo, con azioni di conservazione e ripristino di aree naturali.

Bibliografia

- Marchetto A., Arisci S., Tartari G. A., Balestrini R., Tait D., 2014, *Stato ed evoluzione temporale della composizione chimica delle deposizioni atmosferiche nelle aree forestali della rete CONECOFOR*. Forest@, 11:72-85.
- Bonanni P., Brini S., Buffoni A., Stella G., Vialetto G., 2001, *Acidificazione ed eutrofizzazione da deposizioni atmosferiche: le mappe nazionali dei carichi critici*, Technical Report 2, Via Vitaliano Brancati, 48-00144 Roma.
- Sambo M., 2015, *Caratteristiche chimiche delle precipitazioni di Pordenone nel periodo 1989-2014*, Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova - Facoltà di Ingegneria.

Odori questi (s)conosciuti

Alessandra Pillon, Stefania Del Frate, Rossana Michelini, Fulvio Stel
ARPA FVG, Qualità dell'aria



Foto: <https://www.flickr.com/>

La sensibilità agli odori è aumentata

Sempre più frequentemente, gli amministratori locali si trovano a dover gestire lamentele ed esposti dei cittadini che manifestano disagi olfattivi legati ad alcune tipologie di attività produttive.

La sensibilità delle persone rispetto a questa tematica è aumentata notevolmente negli ultimi anni, in quanto il disagio olfattivo compromette la fruibilità di ambienti e luoghi, peggiorando la qualità della vita anche se nella maggior parte dei casi le sostanze che causano l'inquinamento odorigeno non sono pericolose e sono presenti in quantità molto bassa nell'aria, tanto da non rappresentare un problema per la salute.

Spesso l'acuirsi del problema è dovuto anche alla progressiva estensione delle aree urbanizzate, che in molti casi hanno portato le zone residenziali a ridosso delle aree industriali, generando situazioni conflittuali sul territorio.

Nell'ordinamento italiano, a differenza di quello che accade per altri inquinanti, non esiste una specifica disciplina per le emissioni odorigene che fornisca valori limite di riferimento, né metodi o parametri idonei a quantificarne

il disturbo. I soli articoli di legge che regolamentano questo genere di disturbo sono quelli che fanno riferimento al divieto di immissioni moleste previsto dal Codice Civile (rapporti tra due proprietà, Art. 844) e dal Codice Penale (Getto di cose pericolose, Art. 674), nel cui ambito sono comprese anche le immissioni odorose.

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), che ha come obiettivo la promozione dei livelli di qualità della vita, pur non prevedendo specifiche limitazioni alle emissioni di sostanze odorigene, contiene alcuni riferimenti applicabili anche al controllo delle attività che producono impatto odorigeno, nell'ambito degli iter delle autorizzazioni ambientali e delle emissioni in atmosfera.

Come si misura l'odore

Ciò che chiamiamo "odore" rappresenta la risposta della nostra mente alle sollecitazioni prodotte sul nostro sistema nervoso da una mistura di molecole. Per sua natura, pertanto, l'entità dell'odore è indissolubilmente legata al "naso" degli esseri umani e, di conseguenza, la quantificazione dell'odore non può che basarsi sull'utilizzo del "naso" o meglio di un "naso medio".

La quantità di odore in un volume d'aria viene, infatti,

quantificata tramite le “unità odorimetriche” o olfattometriche al metro cubo (ouE/m^3), che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN 13725:2004). In base a questa definizione, se un volume d'aria ha al suo interno $1 \text{ ouE}/\text{m}^3$, questo significa che il 50% della popolazione percepisce l'odore; se nello stesso volume ci sono $3 \text{ ouE}/\text{m}^3$, allora l'85% della popolazione percepirà l'odore in esso contenuto mentre se nel volume ci sono $5 \text{ ouE}/\text{m}^3$, il 90-95% della popolazione sarà in grado di percepire l'odore in esso contenuto.

L'entità dell'impatto odorigeno, in generale, dipende da una notevole serie di fattori tra cui: la tipologia delle sorgenti, la modalità di emissione, le capacità dispersive dell'atmosfera, l'orografia, i processi di rimozione, la sensibilità dei recettori, ecc.

Il primo aspetto indagato riguarda la variabilità, sul territorio regionale, di alcuni parametri afferenti alla tematica odori, che determinano l'entità, la frequenza e l'evoluzione nel tempo delle molestie olfattive.

In particolare, si analizzano le capacità dispersive dell'atmosfera e le condizioni meteorologiche che favoriscono l'emissione di odori da sorgenti areali (Sozzi, 2003). L'obiettivo dell'indagine è quello di individuare le aree, sul territorio regionale, caratterizzate da una maggiore propensione alla dispersione degli odori rispetto ad altre (Odour Prone Areas) e il posizionamento dell'impianto rispetto a esse.

A tal proposito si considera la propensione alla stabilità atmosferica e alle calme di vento (intensità del vento inferiore a $0,5 \text{ m}/\text{s}$). Per descrivere la stabilità atmosferica si utilizza l'indicatore *lunghezza di Monin-Obukhov*, (l'altezza sopra il livello del suolo per cui la produzione di turbolenza meccanica eguaglia quella termica) e si considerano i valori di $1/l$ positivi.

Tali valori sono stati calcolati su risoluzione oraria nell'arco di un anno, è stata ottenuta la frequenza delle ore di stabilità atmosferica e questa è stata spazializzata sul territorio regionale. I valori ottenuti sono stati riportati su mappa (Figura 1).

In Figura 2 vengono riportate le aree per le quali si ha una maggiore frequenza nell'anno di condizioni di calma di vento. I valori puntuali utilizzati sono quelli elaborati da OSMER-ARPA FVG nell'analisi climatica del vento per stazione e anche questo parametro viene spazializzato per ottenere la distribuzione sul territorio.

Infine, vengono prese in considerazione le caratteristiche climatiche che favoriscono la formazione di odori.

A tale scopo viene considerato il parametro climatologico “numero di giorni con temperatura massima superiore a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ” (giorni caldi), mediato sugli anni disponibili. Anche questo parametro viene spazializzato su tutto il territorio regionale, come mostrato in Figura 3.

I parametri considerati sono efficaci nella loro descrizione generale soprattutto nelle aree pianeggianti. In presenza di orografia complessa si inseriscono fenomeni di carattere locale che devono essere considerati di volta in volta, proprio a causa della loro limitata rappresentatività. Pertanto, nelle mappe vengono evidenziate anche le aree caratterizzate da quote superiori a 500 m, considerando questo un valore indicativo per delimitare l'orografia complessa.

Al fine di individuare le aree nelle quali si reputa opportuno effettuare una valutazione più approfondita degli impatti odorigeni (Odour Prone Areas), si considerano i valori di percentuale di stabilità atmosferica superiori a 56%, i valori di calma di vento superiori a 8,2% e il

numero di giorni caldi superiore a 105. Nelle aree a quote superiori a 500 m la valutazione approfondita deve essere sempre condotta (Figura 4).

Le soglie sopra riportate sono state scelte sulla base della distribuzione relativa dei valori dei parametri sul territorio regionale e di considerazioni legate alla tipologia di impatto che contraddistingue l'odore.

La pianificazione territoriale per la gestione delle molestie olfattive

Poiché il naso degli esseri umani è estremamente sensibile alle molecole che producono lo stimolo odorigeno, in generale risulta molto difficile contenere le molestie olfattive solo tramite accorgimenti tecnici atti a ridurre le emissioni che li generano. Bastano infatti poche molecole per generare lo stimolo odorigeno. Per questo motivo, un elemento fondamentale nella gestione delle molestie olfattive è rappresentato da una corretta pianificazione territoriale che permetta di mantenere le potenziali sorgenti di odore lontano dai recettori sensibili. Questo è vero non solo per le sorgenti di emissioni odorigene sgradevoli (per esempio: allevamenti) ma anche per quelle che emettono odori in linea di principio gradevoli (per esempio: produzione di dolci). In quanto intimamente legato alla risposta neurologica, infatti, in molti casi è proprio il ripetersi degli stimoli (cioè la frequenza dell'odore) a creare il disagio e non solo l'intensità della molestia.

Si individuano le aree caratterizzate da una maggiore propensione alla dispersione degli odori: Odour Prone Areas

Figura 1: percentuale di ore di stabilità atmosferica all'anno.

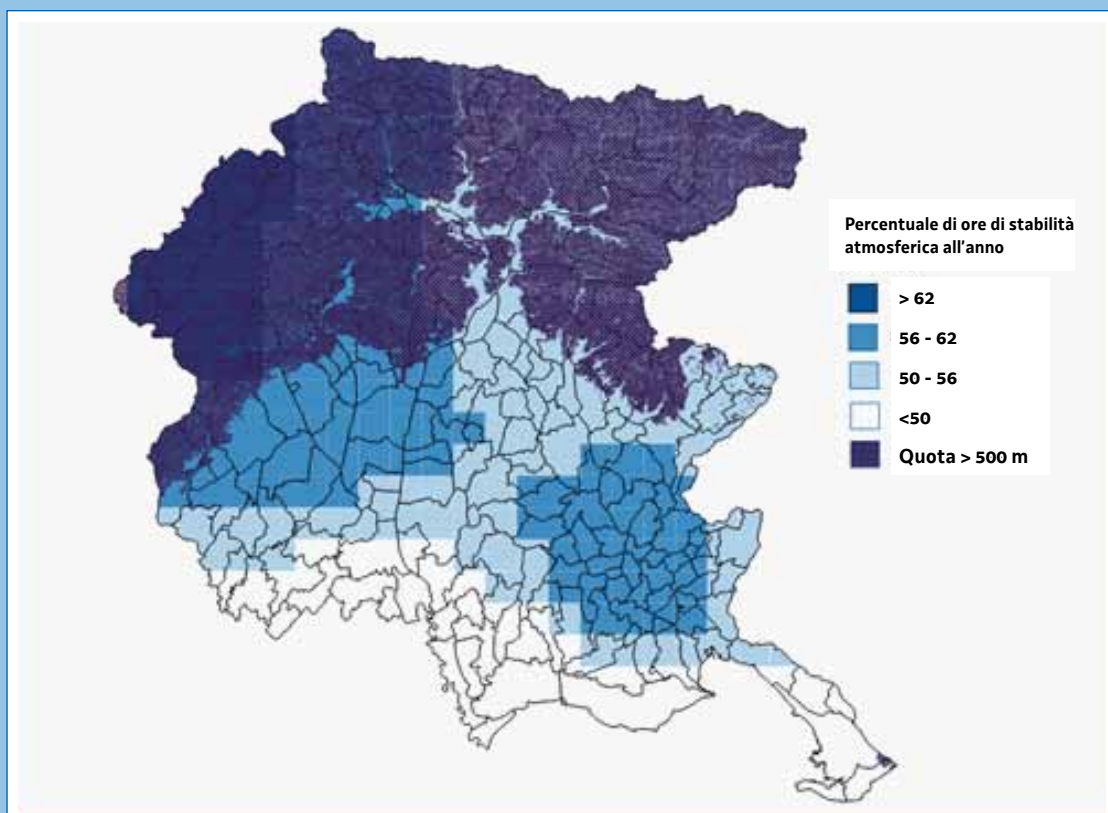


Figura 2: percentuale media dei minuti di calma di vento.

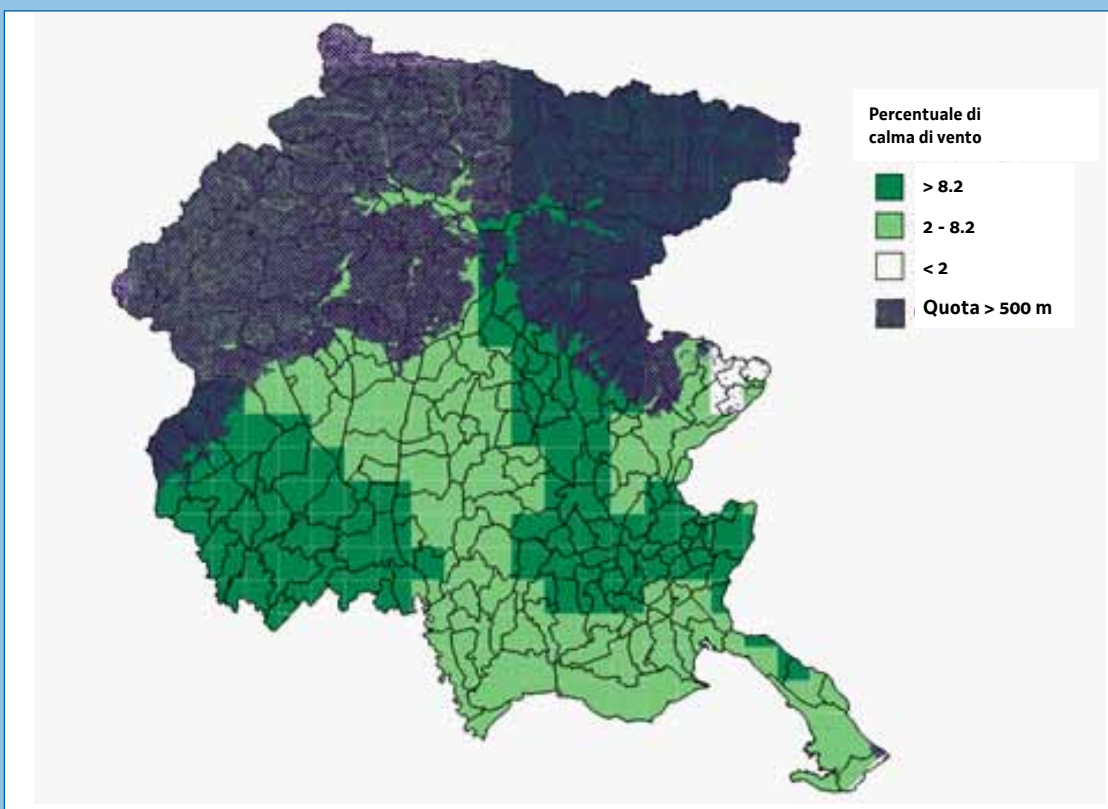


Figura 3: numero di giorni caldi.

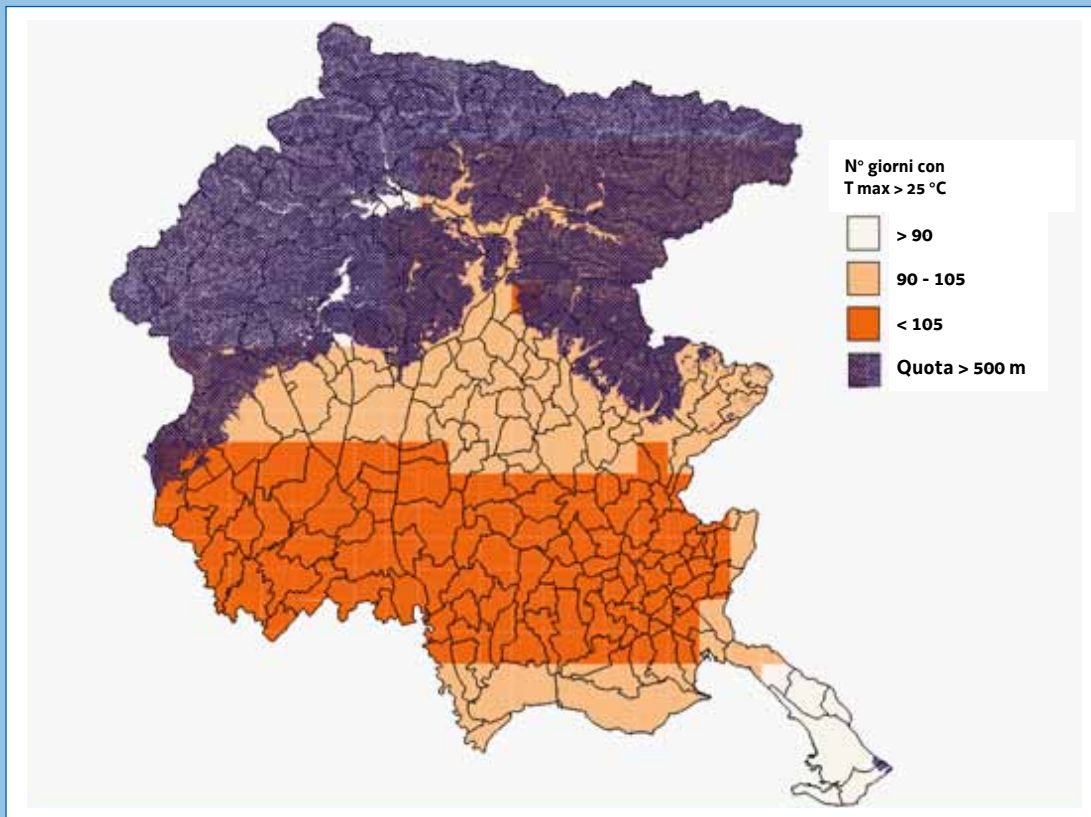
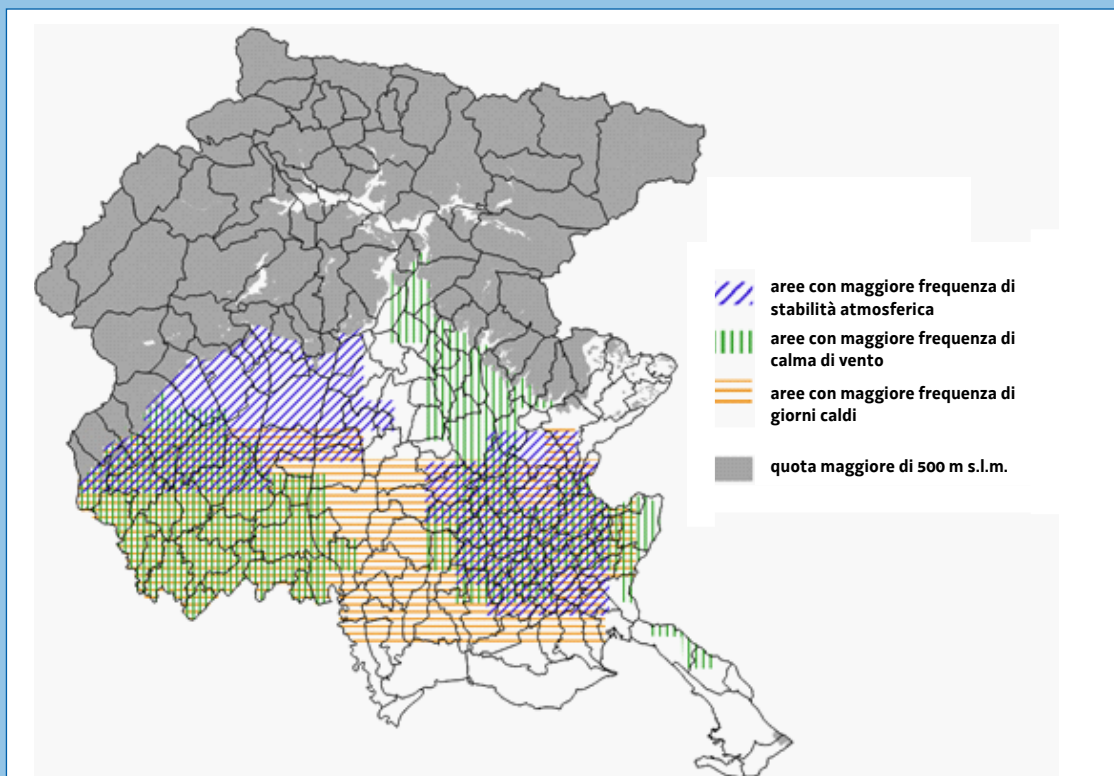


Figura 4: sovrapposizione delle mappe tematiche dei tre parametri considerati (stabilità atmosferica, calma di vento, giorni caldi).



Linee guida e norme tecniche

Per supplire alla mancanza di indicazioni normative precise sull'argomento, diverse Regioni hanno deliberato linee guida e norme tecniche per uniformare e regolamentare le modalità di approccio a questa tematica. Di queste, le prime e più conosciute sono le linee guida della Regione Lombardia, che di fatto vengono utilizzate in diverse regioni che ancora non hanno una normativa propria. In questo contesto dinamico, la Regione Friuli Venezia Giulia ha chiesto supporto tecnico ad ARPA FVG per costituire un percorso che possa essere impiegato nel rilascio delle autorizzazioni ambientali e che possa, allo stesso tempo, servire da guida ai proponenti per la valutazione dell'impatto odorigeno da attività produttive. Il documento preliminare predisposto da ARPA FVG affronta anche la gestione dei casi di "conclamato disturbo" con una procedura operativa per il monitoraggio partecipato finalizzato alla valutazione quantitativa delle molestie olfattive. La procedura è stata utilizzata a livello sperimentale in numerose situazioni con buoni risultati.

A livello nazionale è attivo un tavolo tecnico composto da diverse Agenzie per l'ambiente e da Ispra che ha il compito di redigere delle linee guida tecniche condivise che uniformino la modalità di approccio alla gestione dell'inquinamento odorigeno e chiariscano alcuni aspetti ancora poco regolamentati in base all'esperienza maturata negli anni dagli addetti ai lavori.

In seno all'organo UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) l'argomento dell'inquinamento odorigeno viene affrontato nel gruppo di lavoro che si occupa di inquinamento dell'aria.

A livello europeo, infine, due gruppi di lavoro si occupano specificatamente di inquinamento odorigeno all'interno del CEN (European Committee for Standardization), ente normativo che ha lo scopo di produrre e armonizzare norme tecniche.

Bibliografia

D.g.r. Lombardia n. IX/3018, *Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno*, 15 febbraio 2012.

D.g.p. Trento n. 1087 del 24 giugno 2016, *Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno*.

Sozzi R., 2003, *La micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria*, APAT, RTI CTN_ ACE XX/2003.