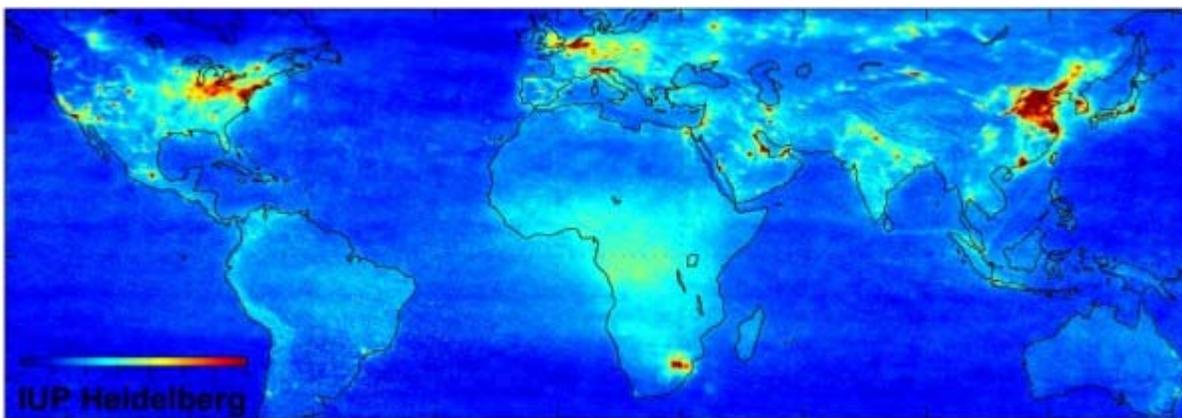


Ozono di fondo e trasporto a lunga distanza degli ossidi di azoto

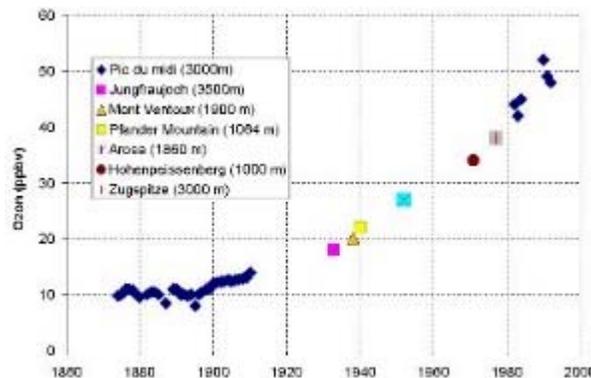
Sebbene in passato siano state adottate numerose misure volte al miglioramento della qualità dell'aria, gli ossidi di azoto rappresentano ancora oggi uno dei principali inquinanti dell'aria che respiriamo. All'inquinamento da ossidi di azoto si associa, inoltre, il problema dell'ozono presente nell'atmosfera a livello del suolo le cui principali ragioni vanno ricercate nelle concentrazioni di monossido e biossido di azoto presenti nelle aree urbane. Tuttavia, indipendentemente dalla riduzione dei fenomeni di inquinamento da ozono verificatisi in Europa, la concentrazione dell'ozono di fondo tende ad aumentare.



1. Mappa del carico medio di biossido di azoto presente nell'aria. (Fonte: IUP Heidelberg, ESA, 2004). Le emissioni di NO_2 sono dovute in larga parte ad attività antropogeniche tra le quali figurano, principalmente, centrali elettriche, industrie pesanti e traffico. Tale gas, inoltre, è uno dei prodotti generati dalla combustione della biomassa. Tra le fonti naturali, invece, vanno citate la formazione di fulmini o la presenza di batteri nel suolo.

Come viene eseguita la misura dell'ozono di fondo?

Per determinare le concentrazioni di fondo dell'ozono è fondamentale selezionare le masse d'aria che vengono scarsamente interessate da influenze locali o regionali. Tale operazione può essere eseguita sia mediante l'uso di traccianti di inquinamento quali, ad esempio, il monossido di carbonio, sia tramite l'utilizzo di simulazioni per individuare l'origine di una massa d'aria. Se la massa d'aria contiene elevate concentrazioni di inquinanti o è transitata in corrispondenza di un'area urbana non viene classificata come aria di fondo. Mace Head, sulla costa occidentale dell'Irlanda, è una delle principali stazioni per il rilevamento dell'ozono di fondo (vedi [Rivista ACCENT No 2 - Ricerca](#)).



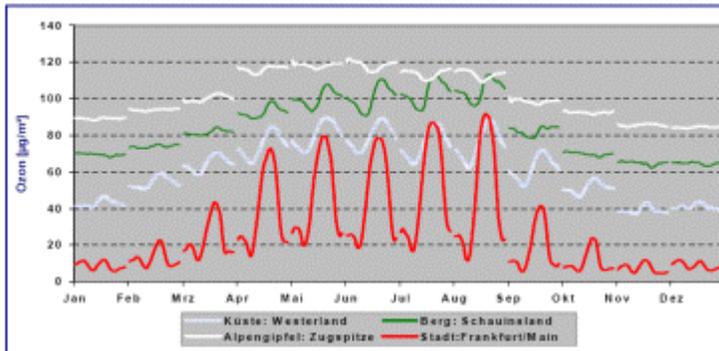
2. I livelli di ozono troposferico hanno fatto registrare un costante aumento fin dai primi rilevamenti eseguiti nel 1870. Il grafico mostra la frazione di ozono in parti per miliardo di volume d'aria = ppbv. Realizzazione a cura di Valérie Gros, MPI Mainz, adattamento da Marengo et al., 1992 (Evoluzione a lungo termine dell'ozono in corrispondenza delle medie latitudini dell'emisfero settentrionale, European Geophysical Society, XVII Assemblea generale, 6-10 aprile 1992, Edinburgo).



Che cosa è l'ozono di fondo?

In prossimità dei centri urbani, particolarmente in concomitanza delle calde giornate estive, le concentrazioni di ozono mostrano un andamento tipico dei valori massimi e minimi.

Tali valori sono in stretta relazione con i livelli massimi di emissione di ossido di azoto prodotto dal traffico cittadino. Se l'osservazione delle concentrazioni di ozono viene eseguita in luoghi più lontani dalle fonti di inquinamento, come nel caso di Zugspitze (montagna, colore bianco), Schauinsland (collina, colore verde) o Westerland (isola del mare del nord, blu), rispetto a Francoforte (rosso) il modello mostra una variazione nell'andamento dei valori meno marcata. In corrispondenza di località meno interessate dal fenomeno dell'urbanizzazione i livelli di ozono sono più simili a quelli di fondo presenti nell'aria a prescindere dall'ubicazione.



3. Andamento medio giornaliero presso le stazioni di misura dell'Agenzia tedesca per l'ambiente a Zugspitze, Schauinsland, Westerland e Francoforte sul Meno tra il 1995 e il 2001. Fonte: Umweltbundesamt (Agenzia tedesca per l'ambiente) Germania



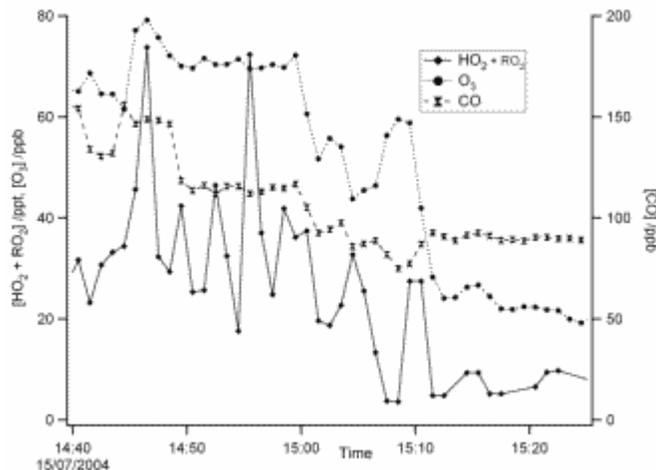
4. Velivolo per ricerche sull'atmosfera BAe146. Per maggiori informazioni, consultare la homepage del "Facility for Airborne Atmospheric Measurements" all'indirizzo <http://www.faam.ac.uk/>. Al programma ITOP hanno preso parte anche alcuni partner del progetto ACCENT.



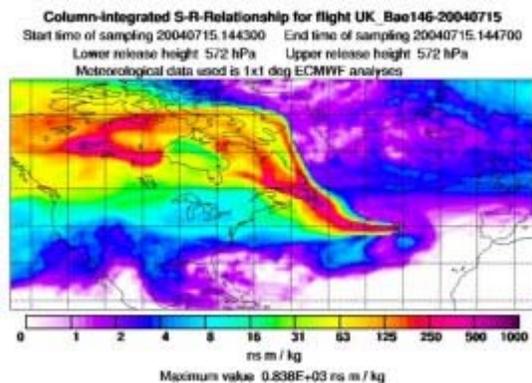
Osservazioni sul trasporto a lunga distanza

Il trasporto degli agenti inquinanti intorno al globo sembra esercitare un impatto sempre più forte sulle concentrazioni di ozono di fondo sia in Europa che in altre aree geografiche. Allo scopo di studiare il fenomeno del trasporto dell'ozono e dei suoi precursori, un velivolo britannico adeguatamente attrezzato per scopi di ricerca, ha compiuto alcuni voli di rilevamento sull'oceano Atlantico durante l'estate del 2004 (Campagna ITOP - Trasporto intercontinentale di ozono e suoi precursori).

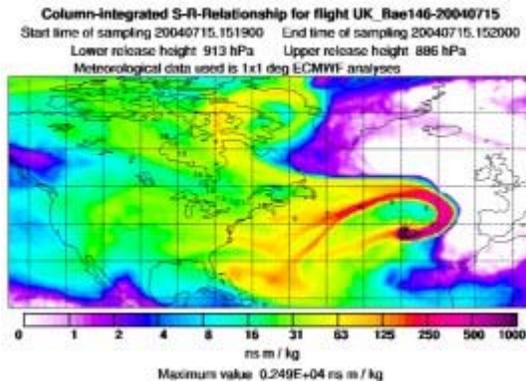
Durante l'esperimento ITOP sono state effettuate anche alcune misure di concentrazione di CO, ozono, e radicali perossidici ($\text{HO}_2 + \text{RO}_2$). Nel corso dei rilievi sono state individuate alcune masse d'aria inquinate in cui le concentrazioni delle tre specie chimiche misurate erano più elevate in corrispondenza del pennacchio rispetto alla parte esterna (vedi figure). I maggiori livelli di radicali perossidici riscontrati all'interno della massa d'aria inquinata sono una prova evidente dell'attività fotochimica. Questo caso rappresenta solo uno dei tanti esempi di trasporto intercontinentale non solo di ozono ma anche delle masse d'aria che contribuiscono alla sua formazione e al trasferimento dei suoi precursori attraverso grandi distanze con conseguente aumento dell'ozono di fondo.



5. Misure effettuate durante il volo prima delle 15:00: tutte le concentrazioni di radicali perossidici, ozono e monossido di carbonio sono più elevate rispetto ai rilievi eseguiti a partire dalle 15:10. Nel primo periodo di osservazione l'aeroplano ha attraversato un pennacchio inquinato proveniente dagli incendi boschivi dell'Alaska verificatisi nell'estate del 2004. Immagine di Alex Parker, università di Leicester, partner del progetto ACCENT



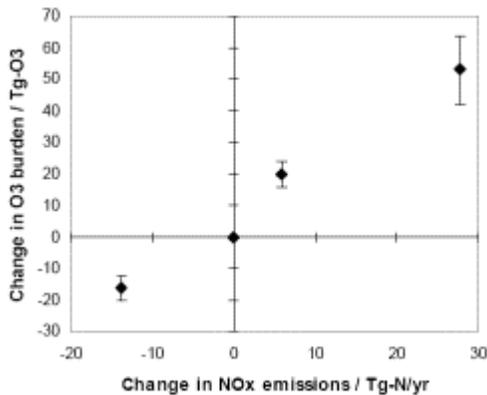
6. La simulazione del modello mostra che il campione d'aria analizzato dal BAE146 nell'intervallo di tempo compreso tra le 14:43 e le 14:47 del 15 luglio 2004 proviene dall'Alaska, l'area geografica in cui si sono verificati gli incendi boschivi responsabili dell'emissione di precursori dell'ozono. Immagine di Alex Parker, Università di Leicester, partner del progetto ACCENT



7. La simulazione del modello mostra che il campione d'aria analizzato dal BAE146 nell'intervallo di tempo compreso tra le 15:19 e le 15:20 del 15 luglio 2004 proviene dall'oceano Atlantico. Immagine di Alex Parker

Conclusioni sul trasporto a lunga distanza

Sebbene le riduzioni di emissioni si siano dimostrate efficaci nel diminuire i livelli massimi di ozono e dei suoi precursori, i livelli europei dell'ozono di fondo vengono influenzati dal trasporto di ozono e dei suoi precursori provenienti da altri continenti. L'inquinamento emesso in una parte del globo può influenzare la qualità dell'aria presente nell'altra parte.



8. Cambiamento medio nel carico di ozono troposferico medio annuale rispetto al cambiamento nelle emissioni globali di NOx per tre diversi scenari di modelli.



Le previsioni per il futuro

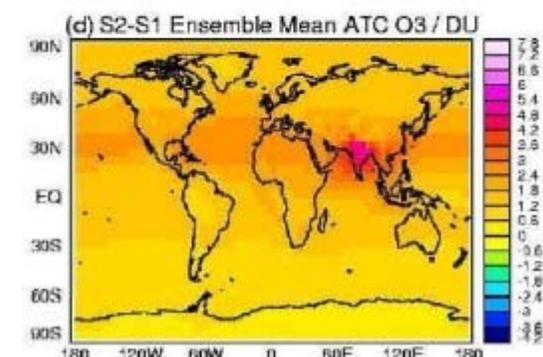
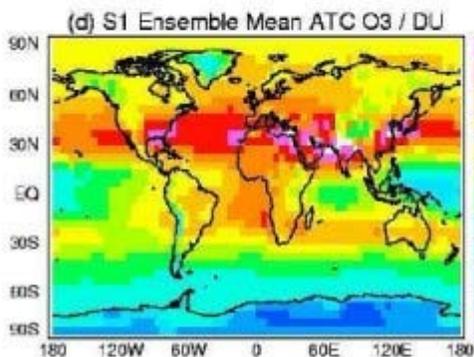
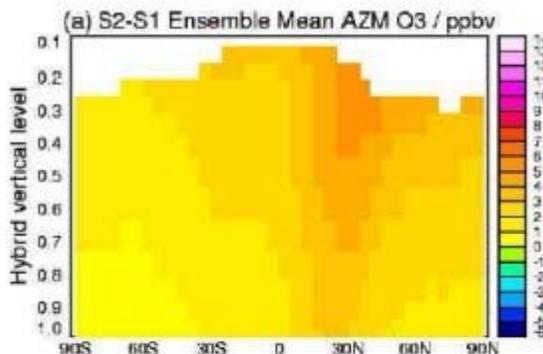
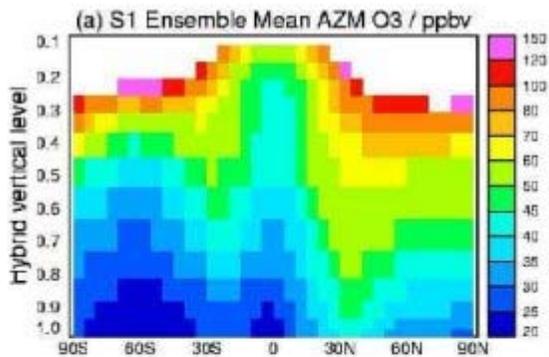
Come illustrato dal grafico riportato a sinistra, le concentrazioni di ozono dipendono non solo dalle emissioni di ossido di azoto prodotte nella nostra area ma, come abbiamo visto, anche da quelle provenienti da altre regioni geografiche. Il nostro principale interesse, pertanto, si concentra sullo sviluppo futuro delle emissioni globali e dei livelli di ozono di fondo.

Per fornire una risposta a questa domanda, ACCENT ha coordinato uno studio congiunto con l'obiettivo di modellare l'andamento delle concentrazioni di ozono fino al 2030 mediante il ricorso a 25 diversi modelli matematici.

I risultati mostrano un andamento all'insegna dell'incertezza che varia, in media, da una diminuzione del 5% ad aumento del 6% per raggiungere perfino un aumento pari al 15%. Tale incertezza può essere compresa considerando non solo le incognite legate ai valori delle future emissioni antropogeniche ma valutando anche il ruolo fondamentale svolto dall'impatto dei cambiamenti climatici sull'atmosfera. Se nell'anno 2030 si ipotizza un aumento della temperatura media del pianeta pari a 0,7 °C, la dinamica e la velocità di reazioni chimiche che avvengono nell'atmosfera potranno pertanto subire mutamenti.

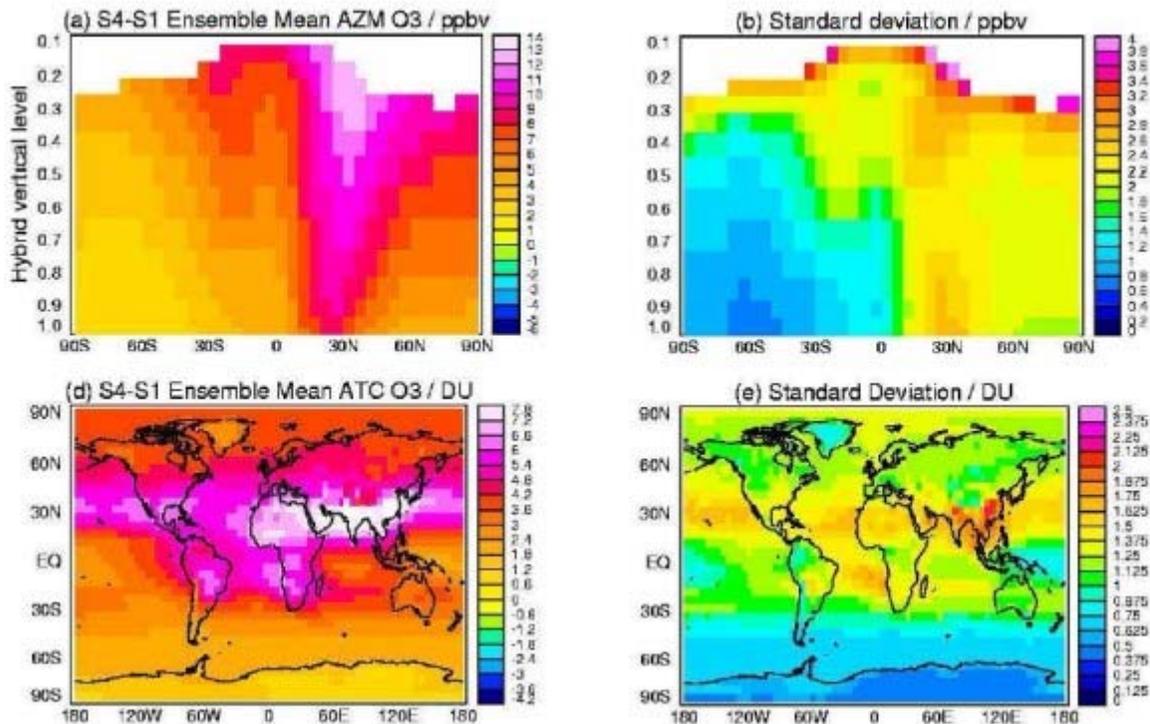
Ad esempio, le emissioni di ossidi di azoto prodotte durante le tempeste tropicali e subtropicali dai fulmini, che rappresentano la fonte di azoto più importante presente in natura, non sono facilmente valutabili come conseguenza dei mutamenti di conversione.

Le seguenti mappe mostrano i risultati del modello.



9. La mappa mostra l'attuale distribuzione di ozono nella troposfera. In alto una sezione trasversale verticale dal suolo alla tropopausa che si estende dal polo sud (latitudine 90° sud) al polo nord (latitudine 90° nord). È possibile constatare che la relativa quantità di ozono risulta più elevata in prossimità della tropopausa poiché è in questa area che si forma lo strato dell'ozono. Inoltre, è possibile osservare che al suolo si forma più ozono alle latitudini comprese tra i 40 e i 50 gradi nord rispetto, ad esempio, alle aree che si trovano sopra gli oceani dell'emisfero meridionale. Generalmente si forma più ozono in corrispondenza delle aree tropicali e subtropicali ma anche le emissioni antropogeniche nelle aree industrializzate contribuiscono notevolmente.

10. La mappa mostra, per uno scenario del modello, la differenza esistente tra i livelli di ozono previsti per il 2030 e la situazione attuale. Le quantità di ozono risultano particolarmente elevate soprattutto in Asia meridionale (India). A causa del trasporto globale dei composti d'azoto e della probabile maggiore convezione in corrispondenza dell'area tropicale/subtropicale il fenomeno interessa anche altre regioni che si trovano alla stessa latitudine (20 -30° nord).



11. Lo stesso tipo di calcolo relativo alla differenza tra i livelli di ozono tra il 2000 e il 2030 è stato eseguito per lo scenario A2 IPCC che ipotizza una totale assenza di legislazioni in materia di limitazione delle emissioni di NOx. Tale scenario offre un quadro generale delle probabili conseguenze che si verificherebbero nel caso in cui non si ponesse alcun limite alle attività antropogeniche responsabili di tali emissioni. Nel modello riportato nella figura 10, questo particolare scenario può essere paragonato, per certi aspetti, al caso dell'India.

Sintesi:

L'Europa potrebbe essere interessata da un aumento dell'ozono di fondo a causa di un incremento delle emissioni di ossido di azoto derivante da attività antropogeniche e dal riscaldamento globale. Tale aumento potrebbe essere dell'ordine di alcune parti per miliardo e risultare meno pericoloso per la nostra salute rispetto alle punte massime che si registrano nelle giornate di smog fotochimico in cui l'ozono può raggiungere il valore di circa 100 ppb. Tuttavia, l'aumento a livello globale genererà un significativo effetto serra aggiuntivo poiché l'ozono è un gas serra molto più efficace dell'anidride carbonica.

Autori:

Mark Jacob - Università tecnica di Freiberg
 Elmar Uherek - Istituto Max Planck per la Chimica, Mainz

Bibliografia

Le informazioni sul trasporto di ozono sono tratte da:

Simmonds et al, Significant growth of background ozone at Mace Head, Ireland, 1987 – 2003, Atmospheric Environment 2004 (l'autore proviene dall'Università di Bristol, istituzione associata ad ACCENT)

Parker et al, Peroxy Radicals and Ozone Photochemistry in Air Masses Undergoing Long-Range Transport, manuscript in preparation

I grafici riportati nel capitolo Previsioni per il futuro sono tratti da:

Stevenson, D. S., et al. (2006), Multimodel ensemble simulations of present-day and near-future tropospheric ozone, J. Geophys. Res.

Tale pubblicazione è il risultato di un esercizio svolto nell'ambito dell'attività di modellistica della rete ACCENT.

© ACCENT 2006 | www.accent-network.org