

RELAZIONE BREVE MOBILITA' A LARAMIE, WY, US

Dott. Luca Di Liberto ISAC- CNR

Maggio – Giugno 2009

Nel corso degli ultimi decenni i cambiamenti climatici si sono manifestati nelle regioni polari con un'intensita' maggiore che nel resto del pianeta.

E' ben noto che le nubi stratosferiche polari (PSC) ricoprono un ruolo importante nella chimica della stratosfera, in quanto promuovono le reazioni eterogenee che causano la diminuzione in concentrazione dell'ozono durante la primavera polare (il cosi' detto "buco dell'ozono"). Questo fenomeno è correlato con un assorbimento minore della radiazione solare nell'UV solare e nell'IR irradiata dalla superficie terrestre. Questo rende la stratosfera un ambiente unico per studiare gli effetti dei cambiamenti climatici.

In Antartide nella base americana di Mc Murdo il gruppo del Dr. Snels dell' Istituto di Scienze Clima del CNR gestisce in collaborazione con l' *University of Wyoming* [Prof. T Deshler] il Lidar della stazione antartica di Mc Murdo. Il Lidar fornisce profili verticali della atmosfera terrestre a differenti lunghezze d'onda fino ad altitudini di 60 km con una risoluzione verticale di 30 m. Lo strumento installato nel 1991 ha fornito misure in maniera continuativa nel corso degli inverni degli ultimi 18 anni e rappresenta un banca dati unica per lo studio climatologico delle nubi stratosferiche in Antartide.



Figura 1: Lancio di strumentazione su pallone stratosferico (sinistra) ed il Lidar (centro) presso la base antartica di Mc Murdo. Nubi stratosferiche polari a Mc Murdo nell'inverno 2008

Nella stagione invernale - primaverile si svolgono ogni anno campagne di misura in Antartide per corredare le misure Lidar con misurazioni eseguite da strumentazione da pallone in grado di fornire misure in-situ dei principali parametri atmosferici nonché concentrazione di Ozono e concentrazione e caratterizzazione di aerosol. Misure di gas in traccia presenti in stratosfera e mesosfera vengono eseguite in collaborazione con il gruppo neozelandese del NIWA (National Institute of Water & Atmospheric Research) coordinato dal Dr. S. Wood.

Nell'ambito del progetto di breve mobilita' 2009, presso l'University of Wyoming (USA), sono state analizzate le misure ottenute in coincidenza fra la strumentazione italiana (Lidar) e quella americana (OPC e ozonosonde) utilizzando gli algoritmi di inversione, l'accesso alla banca dati meteo e le conoscenze presenti nel gruppo del prof. T. Deshler.

Il lavoro si è concentrato su due diversi obiettivi che porteranno alla sottomissione nel 2010 di due diverse pubblicazioni su riviste internazionali:

- studio di evento di riduzione in concentrazione di O₃ in presenza di due strati di PSC attraverso le osservazioni su una stessa massa d'aria . Calcolo del tasso di distruzione del Ozono lungo la traiettoria compiuta dalla massa d'aria
- studio della caratterizzazione dimensionale delle PSC comparando il backscatter ratio e depolarizzazione ottenuta dai segnali Lidar con le misure dimensionali delle particelle di aerosol mediante OPC (Optical Particle Counter)

La circolazione atmosferica nelle regioni polari durante la stagione invernale è fortemente influenzata dalla presenza del vortice polare. Tale struttura forma una sorta di barriera all'atmosfera all'interno di essa non permettendo il mescolamento con masse d'aria provenienti dalle medie latitudini. Nell'emisfero Sud, generalmente, esso ha una forma abbastanza regolare e ruota al di sopra del continente antartico mantenendo isolate ed a temperature più fredde le masse d'aria al suo interno favorendo la formazione di PSC.

In alcune occasioni il vortice, come il caso in studio in questo progetto, ha degli allungamenti in una o più direzioni (figura 2) favorendo quindi il passaggio delle masse d'aria per latitudini esposte a radiazione solare.

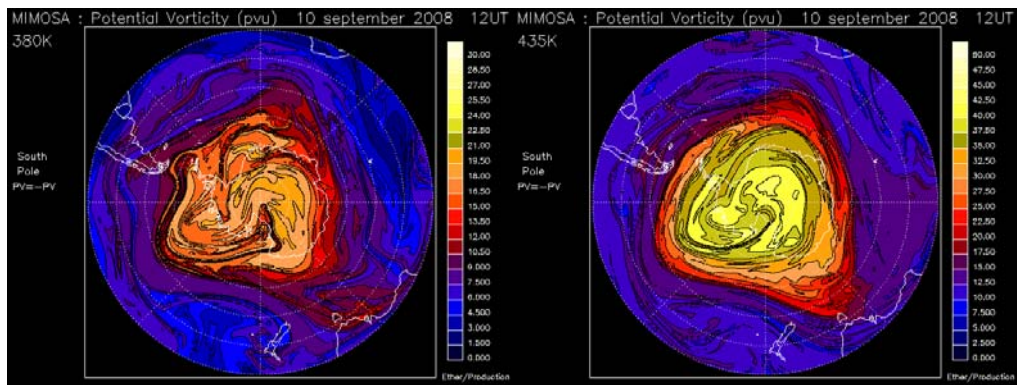


Figura 2: Struttura del Vortice Polare il 10 Settembre 2008 ad una temperatura potenziale di 380 K (~15 km) e ad una temperatura potenziale di 435 K (~20 km).

Le Misure Lidar del giorno 10 settembre 2008 hanno osservato la presenza di due distinti strati di nubi stratosferiche polari sopra la stazione di Mc Murdo ad un'altitudine rispettivamente di 14-16 km per il primo strato ed 16-17 km per il secondo strato.

Lo studio delle *backtrajectory* e *forwardtrajectory* hanno permesso di studiare la “storia” della massa d’aria osservando che la massa d’aria che parte dalla latitudine e longitudine della stazione di Mc Murdo e ad un’altitudine di 16.7 km il giorno 10 Settembre passa tre giorni prima (7 Settembre) per latitudini prossime a quelle del Sud America (in alto nella figura 3 a sinistra) e ritorna sulla stazione stessa dopo 10 giorni, il 20 settembre (figura a destra).

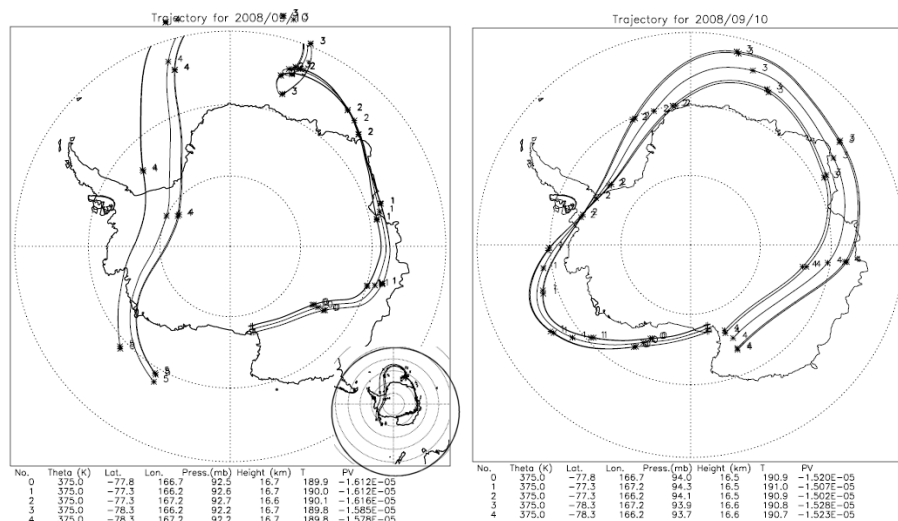


Figura 3: Backtrajectory (a sinistra) e forwardtrajectory (a destra) della durata di 10 giorni per una massa d’aria sopra Mc Murdo ad un’altitudine di 16.7 km

In figura 4 si osserva come prima dell’arrivo della massa d’aria esposta a radiazione solare, e quindi con le reazioni di chimica eterogenea sull’Ozono non attive, il giorno 7 Settembre (azzurro) la concentrazione di Ozono misurata sopra Mc Murdo sia tipica dei valori invernali con un massimo fra le quote 18-20 km. Il giorno 10 Settembre, in arancio, con il formarsi di due strati di PSC e l’attivazione delle reazioni dovute all’esposizione alla radiazione solare della massa d’aria, alla stessa quota della nube vi è una notevole riduzione di Ozono stimabile in circa il 50% per lo stato inferiore e circa il 70% per lo strato superiore. Il giorno 20 la stessa massa d’aria ripassando sopra la stazione mostra, in verde, valori prossimi allo zero alla quota di osservazione degli strati di PSC.

La possibilità di studiare la stessa massa d’aria ha permesso di comparare tre differenti misure di concentrazione Ozono, eseguite da pallone, e permetterà di calcolare utilizzando misure accessorie ricavabili dall’inversione delle osservazioni eseguite dai satelliti NASA dell’ A-TRAIN, lungo tutta la traiettoria, il tasso di riduzione dell’Ozono nell’arco temporale di 14 giorni.

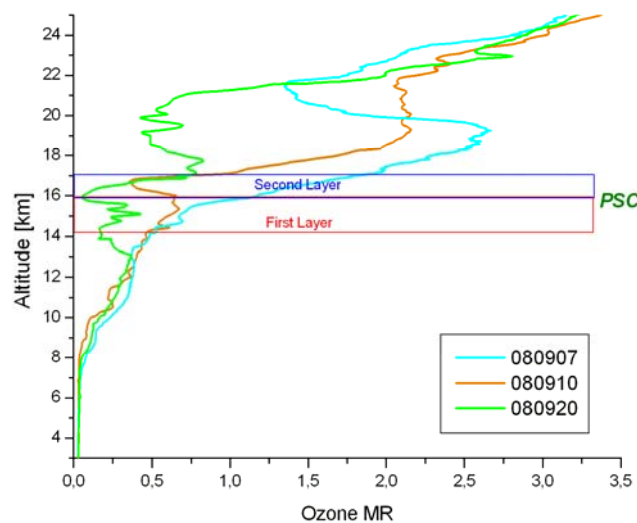


Figura 4 Ozone Mixing Ratio misurato mediante ozono sondaggio dalla stazione antartica di Mc Murdo il giorno 7 Settembre 2008 (azzurro), il giorno 10 Settembre 2008 (arancio) e 20 Settembre 2008 (verde). In rosso e blu l'osservazione Lidar di due strati di PSC il 10 Settembre 2008.

La possibilità di avere un archivio molto ampio di misure, Lidar e da pallone per la caratterizzazione dimensionale delle particelle delle nubi stratosferiche polari (OPC), in coincidenza temporale rende la banca dati di Mc Murdo unica per le regioni polari.

Negli ultimi 18 anni sono state lanciati più di 100 palloni sonda con OPC e in 87 di questi casi sono state eseguite nell'arco dello stesso giorno misure Lidar. Più di 40 osservazioni Lidar hanno una coincidenza entro le 2 ore con il lancio dello strumento su pallone.

La comparazione dei risultati ricavabili da questi due strumenti è stato oggetto di studio e si sta creando una statistica su tutte le osservazioni in coincidenza stretta per poter ricavare dai dati Lidar la caratterizzazione dimensionale delle particelle delle nubi.

In figura 5 è mostrato a titolo di esempio il risultato della comparazione delle osservazioni del giorno 10 Settembre 2008 dove si evincono in rosso, nero e blu la concentrazione delle particelle della nube rispettivamente a 1 μm , 0.3 μm e 0.15 μm misurate dall' OPC ed alle stesse quote i valori di backscatter ratio (verde) e depolarizzazione di volume (arancio) ottenute dall'inversione del segnale Lidar.

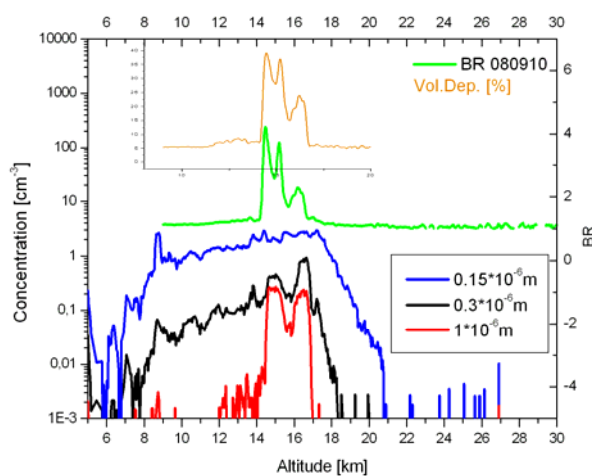


Figura 5 Misure di concentrazione per particelle di 1 μm , 0.3 μm e 0.15 μm ottenute mediante OPC rispettivamente in rosso, nero e blu. Backscatter ratio e depolarizzazione dal segnale Lidar rispettivamente in verde e arancio