

## Misurare l'aumento dell'anidride carbonica in atmosfera



Mace Head - Ricerche sull'atmosfera sulla costa occidentale dell'Irlanda - Foto di Tim Lueker, SIO

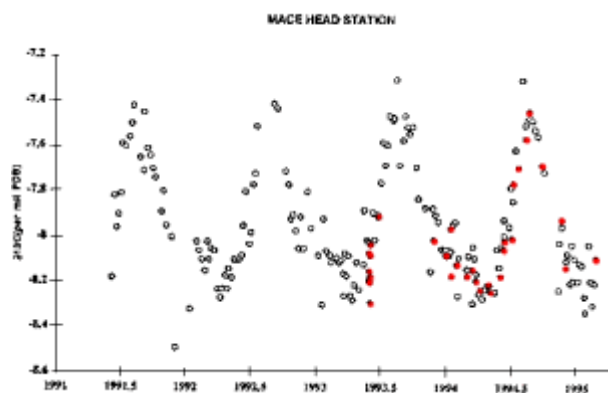


### Monitoraggio a Mace Head

Sulla costa occidentale dell'Irlanda, in un luogo deserto all'estremo nord della baia di Galway, si trova un cottage circondato da alcuni pali. Benchè la struttura assomigli alla casa di un pastore, vi si trovano strumenti per la ricerca in campo atmosferico in grado di misurare in continuo l'anidride carbonica. Inoltre, settimanalmente vengono prelevati, in contenitori di vetro, campioni di aria da 2 o 2.5 litri che sono poi analizzati in laboratori esterni.



2. La stazione di ricerca a Mace Head: qui l'Università di Galway, partner di ACCENT, insieme a diversi gruppi internazionali porta avanti attività di monitoraggio continuo nonché campagne di misura temporanee.



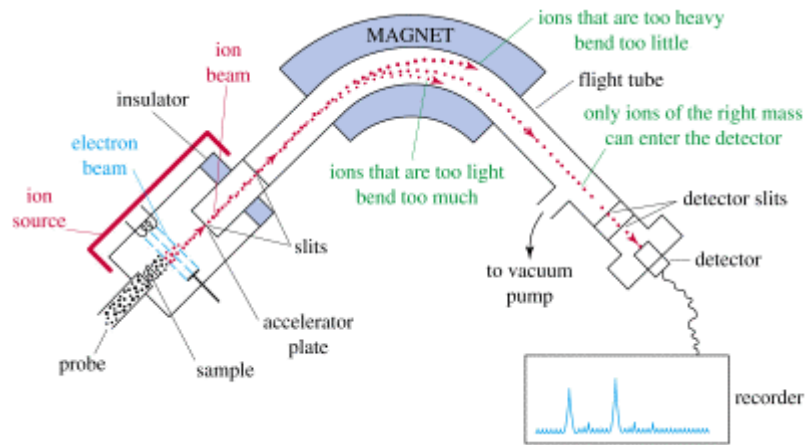
3. Confronto dei valori di CO<sub>2</sub>, campionati a Mace Head e analizzati indipendentemente a Boulder (cerchietti bianchi) ed in Francia (cerchietti rossi).

La concentrazione di anidride carbonica viene misurata anche nel laboratorio di diagnostica e di monitoraggio del clima (CMDL) della NOAA a Boulder, Colorado (USA) mediante la gas cromatografia. In questo laboratorio di riferimento si mettono a confronto i risultati ottenuti con quelli di altri laboratori sparsi in tutto il mondo. Le analisi dei campioni raccolti a Mace Head vengono effettuate anche in un laboratorio francese mediante la spettrometria di massa. Mace Head è solo una delle numerose stazioni che fanno parte dell'Osservatorio Atmosferico Globale (Global Atmosphere Watch-GAW), che si occupa di mettere a confronto dati provenienti da tutto il mondo relativi a gas come l'anidride

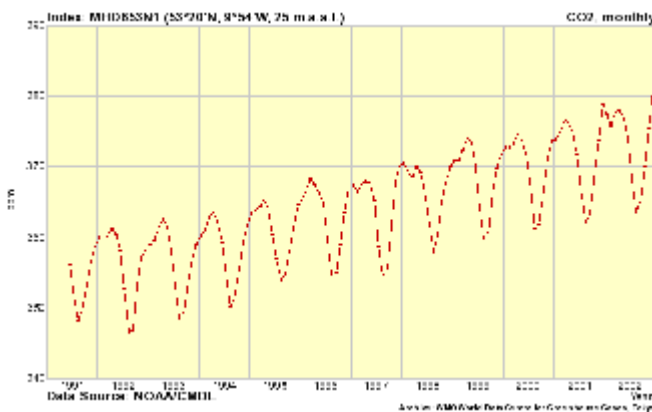
carbonica, il monossido di carbonio, il metano, il biossido di zolfo, il protossido di azoto ed altri.

#### 4. Uno spettrometro di massa tradizionale

La spettrometria di massa è un metodo per analizzare molecole di massa molecolare diversa. Le molecole vengono caricate per bombardamento elettronico con eliminazione di un elettrone. Le molecole cariche (ioni) attraversano un campo elettrico curvo e, a seconda della loro massa, possono essere deviate in modo da raggiungere il rivelatore, oppure collidere con i magneti. Cambiando l'intensità del campo è possibile separare e rivelare masse diverse.



Spettrometro di massa, fonte: Università del Wisconsin

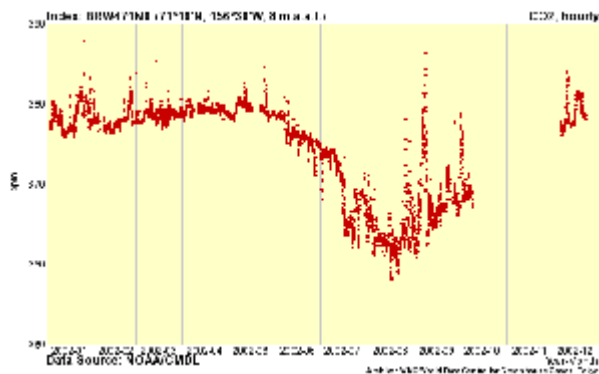


5. Concentrazioni mensili di CO<sub>2</sub> misurate a Mace Head © Global Atmosphere Watch

#### Da che cosa dipende l'andamento delle concentrazioni di CO<sub>2</sub>?

Di regola l'anidride carbonica è diffusa omogeneamente e la sua concentrazione, se misurata in due luoghi diversi, varia solo di poche parti per milione (ppm). Tuttavia, la precisione dei dati dipende anche dalla vicinanza delle fonti di anidride carbonica e dai processi di assorbimento locali. Le grandi città e le centrali elettriche a carbone, per esempio, emettono molta CO<sub>2</sub>.

La stazione di Mace Head è vicina all'oceano. Qui il fitoplacton (alghe) assorbe l'anidride carbonica e, quando muore, ne trasporta una parte negli strati più profondi dell'oceano. In primavera anche le grandi foreste funzionano come abbattitori di anidride carbonica che viene trasformata in biomassa.



6. Concentrazioni di CO<sub>2</sub> orarie misurate nel 2002 a Barrow (Alaska). © NOAA, Global Atmosphere Watch.

Clicca sul grafico per ingrandire l'immagine!

Prendendo in considerazione tutti questi fattori, noteremo una variazione stagionale della CO<sub>2</sub>, ma anche alcuni picchi di concentrazione dovuti a variazioni temporanee, come si può notare nel diagramma ad alta risoluzione qui a sinistra relativo alle misure effettuate a Barrow - Alaska.

**Gerard Spain**, ricercatore a Mace Head, risponde alla nostra domanda:

Come possiamo essere sicuri che l'aria raccolta settimanalmente o mensilmente nei contenitori di vetro sia veramente "aria di fondo", cioè aria pulita e non condizionata dalle emissioni dovute alle attività umane?

"Normalmente i campioni vengono prelevati solo quando le condizioni ambientali fanno presupporre assenza di inquinamento. Talvolta viene campionata anche aria non di fondo per avere campioni rappresentativi dell'aria continentale (proveniente, per esempio, dalle regioni industrializzate d'Europa) o semplicemente per evitare un lungo vuoto nella serie di dati. Questi campioni vengono comunque etichettati come "non di fondo". Per evitare di campionare erroneamente aria inquinata si utilizzano le previsioni meteo e le ipotesi sulla provenienza dell'aria (traiettorie) che evidenziano i giorni più adatti al campionamento. Inoltre misuriamo in tempo reale o quasi molti altri gas in tracce oltre a parametri relativi all'aerosol atmosferico. Questi dati possono essere usati per determinare il grado di inquinamento di una massa d'aria. Infine viene effettuata una ricostruzione al computer delle traiettorie che le masse hanno percorso per raggiungere il punto di misura (back trajectories), ricostruzione usata per identificare la regione di origine associata ad ogni campione, a conferma del fatto che il campione è effettivamente "aria di fondo".



Gerard Spain è ricercatore a Mace Head



### Problemi da risolvere nelle misure analitiche

Di cosa si devono preoccupare gli scienziati quando misurano le concentrazioni di CO<sub>2</sub>? Alcune regole per una buona analisi possono essere importanti anche per molti dei vostri lavori condotti in classe.

### Campionamento:

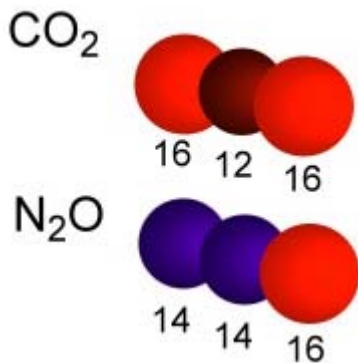
Durante il campionamento si possono commettere molti errori. I campioni non dovrebbero essere raccolti direttamente in un pennacchio di gas di scarico. Immagina di misurare la concentrazione della CO<sub>2</sub> nella tua aula dopo una lezione. Che risultato pensi di ottenere se lo confronti con un campione preso all'aperto? Considera se il sito di campionamento è rappresentativo della regione e se il risultato può essere valido anche per altri posti. Se un composto ha una elevata variabilità stagionale o addirittura giornaliera, non è sufficiente un solo campionamento annuale o mensile.



7. Misurare la velocità di assorbimento dell'anidride carbonica da parte degli alberi (qui vediamo un esempio di campionamento effettuato a Hyytiälä / Finlandia) è molto più complesso che misurare le concentrazioni in aria di CO<sub>2</sub> che sono relativamente stabili. Clicca sulla foto per ingrandire l'immagine (160K)! Fonte: Università di Helsinki

### Contaminazione:

Il contenitore per il campionamento è pulito e privo di aria campionata precedentemente? I contenitori devono essere sempre svuotati e lavati. Se il campione è conservato nel contenitore per lungo tempo, infatti, i composti potrebbero aderire alle pareti del contenitore. L'aria da analizzare non deve venire a contatto con quella del laboratorio dove vengono effettuate le analisi.



9. Calcola la massa molecolare di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. Qual è il problema nella separazione delle masse con la sola spettrometria di massa?

Immagine: Elmar Uherek

Gli scienziati dedicano moltissimo del loro tempo cercando di migliorare le tecniche di analisi e di evitare ogni possibile errore. Ancor oggi, benché esistano strumenti all'avanguardia, si possono facilmente commettere errori durante la fase di campionamento, che possono causare problemi di contaminazione o di calibrazione.

Autore: Elmar Uherek  
Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, Germany  
Versione italiana: Matteo Rinaldi e Simonetta De Angelis

### Calibrazione:

L'anidride carbonica viene confrontata con uno standard di calibrazione. La composizione di quest'ultimo può cambiare nel tempo e deve essere preparato accuratamente.

### Strumento:

Lo strumento è sufficientemente preciso? L'uso del solo spettrometro di massa è sufficiente a distinguere la massa molecolare di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O (entrambi gas serra stabili)?