

## STUDIO dei CAMBIAMENTI CLIMATICI in ANTARTIDE



Solo quattro anni fa c'era accordo nella comunità scientifica sul fatto che la banchisa polare nella regione occidentale dell'Antartide fosse stabile, ma un inatteso fenomeno di scioglimento ha costretto gli scienziati a mettere in discussione questo assunto. Nel 2002 il Larson B, una piattaforma di ghiaccio da 500 miliardi di tonnellate con un'estensione pari al doppio di quella di Londra, si è disintegrato in meno di un mese: pur non avendo avuto ricadute immediate sul livello del mare, questo episodio è emblematico degli effetti del surriscaldamento globale.

Lo studio dei ghiacci fornisce rilevanti informazioni sull'andamento del clima e della composizione dell'atmosfera del passato, aiutando a comprendere la natura e l'entità dei cambiamenti in atto e le tendenze future. La mole di dati prodotta nell'ambito delle ricerche polari ha contribuito alla conoscenza della variabilità dei fenomeni climatici e delle loro cause, ed alla elaborazione di modelli climatici.

Infatti le carote di ghiaccio conservano al loro interno le originali caratteristiche chimiche ed isotopiche acquisite dalla neve nell'atmosfera, all'atto della condensazione e precipitazione, le quali rimangono in larga misura inalterate nel ghiaccio. Questo è possibile perché nelle aree interne della Groenlandia e dell'Antartide, ove la temperatura è sempre nettamente inferiore allo zero e non ha luogo fusione superficiale, la neve accumulatisi anno dopo anno forma una successione stratigrafica regolare e continua di nevicate sovrapposte. Processi fisici di compattazione sotto il carico crescente di neve portano alla graduale riduzione dei vuoti e la neve si trasforma lentamente in nevato e successivamente in ghiaccio. Nella transizione da nevato a ghiaccio ha luogo l'occlusione dei pori e quindi l'intrappolamento di minuscole bolle d'aria che rappresentano quindi campioni di atmosfera del passato.

Grazie agli studi si è stabilito che si sono succeduti nove principali cicli glaciali/interglaciali. Mediante analisi chimiche, isotopiche e fisiche del ghiaccio, delle polveri e dei gas in essi contenuti è possibile ricostruire con estremo dettaglio le temperature, le precipitazioni nevose, ed il volume dei ghiacci sui continenti, la composizione dell'atmosfera del passato (anidride carbonica, metano ed altri gas ad effetto serra), l'andamento delle masse d'aria e quindi la paleocircolazione atmosferica, la frequenza delle eruzioni vulcaniche e l'inquinamento atmosferico prodotto dalle attività umane.

È da notare che nessun altro archivio paleoclimatico è in grado di fornire negli stessi campioni informazioni su così tante variabili ambientali e climatiche e, simultaneamente, anche sugli agenti forzanti. L'esame delle registrazioni climatiche nel ghiaccio dell'Antartide, assieme a quelle dei siti in Groenlandia, ha contribuito anche a chiarire numerosi punti sul funzionamento del sistema climatico terrestre, sul ruolo delle varie componenti e sulla natura ed entità dei cambiamenti in atto.

Mentre continuano nei laboratori gli studi sulle carote già estratte, sono stati varati nuovi programmi internazionali di perforazione dei ghiacci polari. Tali programmi hanno lo scopo di: ampliare la copertura geografica delle osservazioni paleoclimatiche comprendendo siti chiave finora inesplorati; estendere la registrazione degli eventi climatici e atmosferici a periodi più antichi; focalizzare l'attenzione su periodi climatici d'importanza fondamentale, quali ad esempio gli ultimi due millenni e le transizioni fra periodi glaciali e interglaciali.

Queste informazioni sono fondamentali anche per la messa a punto e la validazione dei modelli di previsione a lungo termine.

EPICA è un progetto ambizioso di perforazione e di ricerche paleo climatiche, nato sotto l'egida dell'*European Science Foundation*. Vi partecipano dieci paesi europei (Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Olanda, Norvegia, Svezia, Svizzera, Regno Unito) con finanziamenti nazionali (nel caso dell'Italia, il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide) e della Comunità Europea.

Lo scopo dell'iniziativa era quello di recuperare e studiare due carote di ghiaccio profonde nella calotta antartica, la prima a Dome C, presso la stazione italo-francese di Concordia, nel settore della calotta rivolto verso l'Oceano Pacifico/Indiano, la seconda a Dronning Maud Land (presso la Stazione tedesca di Kohnen), nel settore della calotta rivolto verso l'Oceano Atlantico.

La perforazione nel sito di Dome C, iniziata nel dicembre 1996, è terminata nel dicembre 2004 con un ruolo logistico e scientifico preponderante di Italia e Francia. Alla profondità di 3.270 metri è stato raccolto il ghiaccio più antico mai recuperato prima. La sua analisi ha consentito di ricostruire la storia climatica della Terra negli ultimi 820.000 anni. Il carotaggio è stato possibile grazie all'impiego di tecnologie altamente specializzate. In particolare, i tecnici del Centro Brasimone dell'ENEA hanno sviluppato e realizzato la componente elettronica di comando e controllo del sistema di perforazione, che ha permesso di raggiungere gli strati di ghiaccio prossimi al substrato roccioso. I risultati scientifici della perforazione sono stati in parte già pubblicati (oltre 200 lavori) su prestigiose riviste internazionali ed hanno costituito un progresso molto significativo nello studio delle variazioni climatiche nel passato, raddoppiando l'intervallo di tempo esplorato rispetto alle conoscenze precedenti.

Gli studi sull'aria intrappolata all'interno di ghiaccio antartico formatosi oltre 800.000 anni fa, rilevano livelli di metano fino al 134% più bassi rispetto a quelli attuali e concentrazioni di anidride carbonica fino al 28% inferiori. «Gli squilibri provocati dall'uomo nella concentrazione dei gas serra non potranno non avere conseguenze importanti sul clima del nostro pianeta», afferma Stocker, studioso del clima dell'università di Berna.

Il Progetto ITASE (*International Trans-Antarctic Scientific Expedition*) ha lo scopo di raccogliere e interpretare informazioni climatico-ambientali nelle aree più remote e sconosciute della Calotta Antartica, attraverso lo sforzo coordinato di numerosi programmi di ricerca nazionali e multinazionali. L'obiettivo principale del progetto ITASE è di determinare la variabilità spaziale del clima in Antartide (precipitazione nevosa, temperatura dell'aria, circolazione atmosferica, contenuto in aerosol ecc.) negli ultimi 200 anni e, ove possibile, negli ultimi 1000 anni.

Le informazioni scientifiche raccolte sono essenziali per interpretare i dati derivanti dalle perforazioni profonde (EPICA), per monitorare le condizioni climatiche e la composizione dell'atmosfera nelle aree più remote del continente, per valutare l'attuale contributo della Calotta Antartica alle variazioni del livello del mare e per interpretare i dati telerilevati da satellite.

Al programma ITASE partecipano, oltre all'Italia, 20 nazioni (Argentina, Australia, Belgio, Brasile, Canada, Cile, Cina, Corea, Danimarca, Francia, Germania, Giappone, India, Olanda, Norvegia, Nuova Zelanda, Russia, Svezia, Regno Unito, USA). Il Progetto ha raccolto finora più di 20.000 km di stratigrafie della superficie nevosa (*snow radar*); ha perforato più di 240 carote di neve e ghiaccio (per un totale di oltre 7.000 m); ha esplorato parte delle aree più remote dell'interno raggiungendo la culminazione della Calotta Orientale a più di 4.000 m di quota; ha effettuato campionamenti d'aria fino a quote superiori a 20.000 m. Le attività italiane sono state coordinate dall'ENEA ed hanno contribuito in maniera significativa (circa 40 %) al progetto ITASE. L'area indagata dal PNRA è di circa un milione di km<sup>2</sup>, circa tre volte la superficie dell'Italia.

*TALos Dome ICE core project* è il Progetto di perforazione europeo (Italia, Francia, Germania, Gran Bretagna, Svizzera) coordinato dall'ENEA.

Il progetto prevede la perforazione e lo studio di una carota profonda nel duomo costiero di Talos Dome, Terra Vittoria settentrionale. La perforazione del ghiaccio ha raggiunto nel dicembre 2007 la profondità di 1.620 metri. L'età del ghiaccio raggiunto è stimata di oltre 300.000 anni. I carotaggi profondi della calotta antartica che hanno raggiunto con successo queste profondità e questa età sono solo 5 (oltre a Talos Dome si annoverano EPICA-Dome C 820.000 anni, Dome Fuji 720.000 anni, Vostok 440.000 anni, EPICA DML 250.000 anni).

Le analisi in corso consentiranno di ottenere informazioni a risoluzione temporale decennale delle variazioni climatiche ed ambientali avvenute nel settore prospiciente il Mare di Ross negli ultimi 40.000 anni e a bassa risoluzione fra 40.000 e 160.000 anni fa.

Il pianeta non è prossimo ad una glaciazione e che anzi l'attuale periodo interglaciale potrebbe continuare per almeno altri 15.000 anni in assenza del forzante climatico antropico. Il clima può variare repentinamente. È come se, nel sistema climatico, agisse un'altalena polare, per la quale quando l'emisfero meridionale si raffredda, quello settentrionale si riscalda e viceversa, grazie ad un meccanismo di trasferimento del calore tramite le correnti oceaniche, da un emisfero all'altro. Secondo alcuni ricercatori, questo meccanismo che ha agito nel passato potrebbe non rinnovarsi nel prossimo futuro, in conseguenza dei cambiamenti climatici previsti in uno scenario di ulteriore riscaldamento climatico, prodotto dalla continua e crescente immissione di gas serra.

L'acqua negli oceani è in continuo movimento per effetto delle maree, del moto ondoso e delle correnti che spingono le gelide acque polari verso l'equatore e le calde acque subtropicali verso i poli [ circolazione termoalina ]. Il fenomeno della circolazione termoalina è attivato dalle differenze di temperatura e di salinità dei mari, e una delle sue componenti è la corrente del Golfo, che regala all'Europa il suo clima relativamente mite. Queste grandi correnti, oltre a mitigare l'Europa e a giocare un ruolo fondamentale nel clima, incrementano la capacità dell'oceano di assorbire anidride carbonica.

Gli studi più recenti denunciano purtroppo un rallentamento della circolazione termoalina tra la Scozia e la Groenlandia. Anche se queste correnti hanno funzionato in modo affidabile per molte migliaia di anni, un'analisi dei campioni di ghiaccio estratti sia al polo Nord che al polo Sud mostra come, in realtà, le cose non siano sempre andate in questo modo: tutto lascia pensare che in un passato ancora più remoto ci siano state alterazioni della circolazione termoalina, associate a repentini e radicali cambiamenti del clima.

Inoltre nei prossimi cento anni si prevede un aumento del livello medio del mare compreso tra i 9 e gli 88 centimetri, a causa delle immissioni in atmosfera di gas serra. Questo innalzamento dipenderà sia dal progressivo scioglimento dei ghiacciai, sia dalla naturale espansione degli oceani, dovuta al fatto che l'acqua aumenta di volume quando aumenta di temperatura. Per quanto possa sembrare modesto, anche un innalzamento di pochi centimetri provocherebbe il caos: inondazioni nelle zone costiere, contaminazione delle falde acquifere potabili, aumento del grado di salinità degli estuari sono solo alcuni degli elementi di questo scenario allarmante.

Questi problemi, e in particolare gli effetti che investirebbero la popolazione mondiale, o che si sono già verificati (come l'uragano Katrina) vengono denunciati dall'ex Vicepresidente americano Al Gore nel suo film-documentario "Una scomoda verità" diretto da Davis Guggenheim. In questo film, oltre a esporre alcuni dei dati e delle previsioni derivati dal lavoro in Antartide, critica anche i mass-media e gli scienziati che sostengono che l'effetto serra sia solamente qualcosa di passeggero e naturale.

Alcune importanti questioni, per esempio i meccanismi di distribuzione del calore sul nostro pianeta, le relazioni di fase dei cambiamenti tra i vari settori del globo, il ruolo accoppiato dell'atmosfera e degli oceani e quello degli aerosol continentali nel controllo dei cambiamenti climatici, il contributo delle calotte all'innalzamento del livello del mare, non sono ancora adeguatamente compresi e potrebbero trovare risposta in ulteriori studi dei ghiacci polari.

A proposito dei nuovi programmi internazionali di ricerca in Antartide, va sottolineato che a causa della mancanza di pianificazione pluriennale e della drastica riduzione dei finanziamenti negli ultimi tre anni, l'Italia sta perdendo quel ruolo di primo piano che aveva faticosamente raggiunto nella comunità scientifica internazionale.

La ricerca italiana è praticamente assente dalle prossime sfide relative alle perforazioni in ghiaccio. Competenze scientifiche di eccellenza si stanno perdendo e non saranno facilmente rinnovabili: un patrimonio di conoscenze, di giovani ricercatori ed infrastrutture faticosamente costruito nell'arco di 20 anni rischia di andare definitivamente perduto.



#### [BIBLIOGRAFIA]

[www.enea.it](http://www.enea.it)

[www.wikipedia.it](http://www.wikipedia.it)

[www.prna.it](http://www.prna.it)

[www.greenpeace.it](http://www.greenpeace.it)

“Una scomoda verità”(Un inconvenient truth) di Davis Guggenheim

**Lavoro eseguito dal Gruppo “I PINGU” (Andrea, Valerio, Lorenzo, Matteo)**