

Studiare il clima

I carotaggi

Il carotaggio è una tecnica di campionamento che serve per la ricerca di risorse minerarie nel sottosuolo con perforazioni di pozzi, per analisi di terreno a altre attività di scavo a scopi di ingegneria civile. Il carotaggio consiste nel prelievo di campioni di roccia cilindrica o ghiaccio chiamate carote. Da queste carote è possibile ricavare molte informazioni sulle variazioni climatiche del passato grazie a quello che rimane imprigionato nel ghiaccio come: bolle di gas, elementi chimici che compongono il ghiaccio, sedimenti, fossili e molto altro. Queste tracce sono dei veri e propri testimoni di epoche passate, utili per ricostruire la storia climatica della Terra. Le carote di ghiaccio, infatti, mantengono le caratteristiche chimiche ed isotopiche acquisite dalla neve nell'atmosfera, all'atto della condensazione e precipitazione, caratteristiche che rimangono in gran parte inalterate nel ghiaccio. Questo è possibile nelle zone interne della Groenlandia e dell'Antartide poiché la temperatura rimane sempre al di sotto dello zero e quindi non si ha una fusione superficiale, e la neve che si accumula ogni anno forma una successione stratigrafica regolare e continua di nevicate sovrapposte. Con l'andare del tempo la compattazione della neve riduce gli spazi vuoti e la neve si trasforma prima in nevato e successivamente in ghiaccio. Proprio durante il passaggio da nevato a ghiaccio si ha l'occlusione dei pori e quindi l'intrappolamento di bolle di aria che per ciò rappresentano campioni di atmosfera del passato.

Pollini fossili

Lo studio dei pollini può ricostruire la storia della vegetazione del passato e quindi dei cambiamenti climatici nel tempo. Ad esempio, possiamo immaginare un lago fossile, custodito all'interno di altri sedimenti, come un archivio con tanti cassette: ogni strato è un cassetto che contiene i pollini di tutte le piante che crescevano in quel dato momento nell'area circostante. Ci sono piante, infatti, che sono considerate indicatori climatici: vivono, cioè, in una certa regione solo se il clima è adatto alle loro esigenze. Ad esempio, querce, noccioli e tigli, tutte piante latifoglie, vivono solo in un clima temperato-caldo e non si troveranno mai in regioni dal clima rigido. Abeti e faggi, invece, vivono in regioni dal clima più fresco e umido. Nelle regioni a clima freddo continentale si trovano solo alcuni tipi di piante erbacee che costituiscono ecosistemi come la tundra o la steppa. Se il clima in una data regione cambia nel tempo, ovviamente anche la vegetazione muterà e seguirà le varie oscillazioni climatiche con grande precisione. Questo è esattamente quello che possiamo vedere studiando l'evoluzione della vegetazione di un lago fossile o di un qualsiasi altro deposito di sedimenti. Una volta individuata una zona adatta si procede con il campionamento attraverso trivellazioni o carotaggi. Una volta estratti i campioni, vengono portati in laboratorio e trattati con agenti chimici per eliminare la frazione organica e inorganica in eccesso, fino ad ottenere i pollini.

In seguito, con un'analisi al microscopio si possono riconoscere le varie specie di piante presenti nella zona e quindi ricostruire le oscillazioni climatiche del passato. I dati che si possono raccogliere, quindi, vengono riassunti in diagrammi che rappresentano visivamente le vicissitudini dei differenti periodi storici. Il passaggio successivo dell'analisi consiste nell'attribuire un'età relativa alle singole fasi climatiche, ripercorrendo la sequenza degli eventi nei secoli.

Stratigrafia isotopica

La stratigrafia isotopica si basa sullo studio degli isotopi soprattutto del carbonio e dell'ossigeno. Questa tecnica può essere utilizzata per lo studio delle variazioni di temperatura, della salinità e del volume di masse di ghiaccio nel tempo. In genere si studiano i Foraminiferi planctonici e bentonici che vivono negli strati superficiali del mare o nei sedimenti marini. Dopo il trattamento degli organismi, mediante un apposito strumento, si misura il rapporto isotopico tra ossigeno "pesante" (180) e ossigeno normale (160) contenuto nella calcite dei gusci dei Foraminiferi. Se la calcite è in equilibrio isotopico con l'acqua marina, il rapporto tra i due isotopi dell'ossigeno varia in funzione della temperatura di precipitazione della calcite. Quindi, l'aumento del rapporto isotopico dell'ossigeno in un carbonato corrisponde ad un abbassamento della temperatura, mentre la sua diminuzione ad un riscaldamento. Semplificando, è possibile dunque risalire alle fluttuazioni periodiche del clima nel tempo.

Indicatori geologici per le variazioni di livello del mare

Non è di certo facile risalire alle variazioni di livello dei mari che si sono succedute nei vari millenni. Per poter ricostruire questo andamento si sono adottate varie tecniche geologiche, che studiano luoghi particolari nei pressi delle zone costiere.

- Il mare scava alla base di una falesia un solco orizzontale sopra il pelo dell'acqua chiamato "solco di battente", che si approfondisce nel tempo. Quando il livello del mare scende, si forma una nuova incisione. Misurando la differenza di altezza dei due segni dovuti all'erosione, si può conoscere la variazione del livello del mare.
- Speleotema: quando si ha una grotta in prossimità del mare con stalattiti, si può verificare la diversa altezza del livello del mare studiando le stalattiti stesse. Infatti, quando il mare è più basso della grotta, la stalattite si accresce perché l'acqua che percola nella grotta fa depositare il carbonato di calcio; quando invece il mare invade la grotta, la sua formazione cessa, ma alcuni organismi vanno a concrezionare la stalattite. Questi animali chiamati serpulidi, possiedono un guscio costituito da carbonato di calcio che per questo può essere datato con la tecnica del radio carbonio, e quindi scoprire in quale epoca il mare ha toccato la stalattite.
- Quando il livello del mare cresce, trova una particolare morfologia e quindi forma una laguna interna molto bassa chiamata "paleolaguna". In questa laguna si depositano sedimenti e conchiglie fossili. Quando successivamente il mare si ritira, i depositi organici si troveranno a diverse quote sulle colline. Questi depositi vengono poi datati per sapere in quale periodo il livello del mare si trovava in quel dato punto.
- Il mare che sta salendo incontra un rilievo formato dalle rocce facilmente erodibili, scolpisce quindi una piattaforma di abrasione a forma di terrazzo detta "terrazzo marino" e una sorta di scarpata. Dove si ha il flesso tra la piattaforma di abrasione e l'inizio della scarpata, punto chiamato "margine interno", si può misurare il livello del mare nel passato

Variazioni del mare e del clima negli ultimi 200 mila anni

Quando si hanno tanti indicatori geologici si può costruire una curva eustatica, che ci indica i differenti livelli del mare durante i millenni. Ed esempio 220.000 anni fa il mare si trovava tre metri al di sotto del livello attuale e circa 140.000 anni fa addirittura 140 metri al di sotto di oggi. Subito dopo è risalito molto bruscamente, in un Periodo chiamato Tirreniano, circa 125.000 anni fa, fino a 7 metri più alto rispetto ad oggi. Questo è stato un periodo molto caldo, molto più di oggi e anche la concentrazione di anidride carbonica era molto superiore rispetto ai giorni nostri. Ovviamente se il livello del mare era 7 metri sopra a quello attuale, gran parte delle attuali zone costiere italiane non esistevano, come ad esempio Venezia.

Più recentemente, circa 22.000 anni fa, si ha l'ultima acme glaciale, cioè il momento più freddo dell'ultima glaciazione che aveva abbassato il mare di circa 120 metri. In questo periodo quindi metà dell'Adriatico era emerso, la Corsica e la Sardegna erano unite insieme, l'Elba era attaccata alla penisola, la Sicilia era unita sia all'Africa sia all'Italia. Grazie a queste terre emerse, molti animali africani sono potuti passare per diffondersi da noi in Italia (es. rinoceronti e elefanti). Una volta staccate le isole dalla penisola italiana, queste specie si sono adattate a questo nuovo ambiente, dando vita ad adattamenti particolari come il fenomeno del nanismo. In Sicilia, infatti, si sono trovati resti fossili dell'elefante nano, con un'altezza di circa 1 metro scarso, rimasto piccolo rispetto ai cugini africani poiché su di un'isola non aveva predatori, quindi nessuna necessità nel difendersi, e a causa della scarsità del cibo. Con l'abbassamento del mare di queste proporzioni, l'uomo ha trovato anche terreni fertili e nuovi territori di caccia.

Dopo l'acme glaciale, il livello del mare inizia di nuovo ad alzarsi fino ai giorni nostri.

Quindi alla fine dell'Era Glaciale, inizia un nuovo periodo caldo e i ghiacci si sciolgono permettendo al mare di risalire davvero velocemente (circa 10 metri in 100 anni). Si trovano, infatti, riferimenti storici e religiosi a questo periodo, come il Diluvio Universale. Le pianure dove viveva l'uomo, quindi, vengono invase dal mare e questo costringe a spostamenti anche numerosi durante la vita di un uomo, in particolare in zone vicino al Mar Nero che sono piuttosto pianeggianti.

Circa 10.000 anni fa il mare si trova 50 metri al di sotto di oggi, poi la Terra torna a scaldarsi e quindi il mare risale repentinamente circa 5000 anni fa. Una fase che culmina tra 7500 anni fa a 4600 circa, quando vengono raggiunte le temperature più alte degli ultimi diecimila anni. Circa 6000 anni fa il Sahara ha un clima molto umido ed è ricoperto da vaste praterie che ospitano civiltà evolute.