

## Il clima nel tempo

### Evoluzione del clima

Sin dalle origini della Terra, circa 5 miliardi di anni fa, si sono alternati periodi freddi, culminati in numerosi episodi di glaciazione durati milioni di anni, e periodi di clima temperato o caldo, della durata di centinaia di milioni di anni. Il clima ha profondamente condizionato la vita degli esseri viventi che abitano la Terra e ad ogni sua variazione, piante, animali e uomo hanno dovuto adattarsi anche agli ambienti più inospitali. Ci sono sempre state, quindi, delle variazioni climatiche nei secoli ma è importante analizzare l'ampiezza delle variazioni, cioè quanto influenzano la nostra vita, e la loro durata. Se consideriamo l'esperienza personale della vita di un uomo, si possono osservare variazioni stagionali o annuali, ad esempio anni più caldi o più piovosi di altri. Nei secoli, infatti, ci sono state variazioni climatiche molto più ampie rispetto ad oggi. L'innalzamento della temperatura è sempre associato allo scioglimento dei ghiacci polari e continentali, con conseguente aumento del livello dei mari. Nel ultimi 500 milioni di anni ci sono state variazioni del livello del mare anche di alcune centinaia di metri rispetto ad oggi (200-300 metri), ma con durata molto lunga, circa 300 milioni di anni, quindi non apprezzabile durante la vita di un uomo.

#### **Cause delle oscillazioni del livello dei mari**

Le cause delle oscillazioni del livello dei mari sono differenti, ma dovute principalmente a fenomeni di carattere geologico, climatico, astronomico e antropico.

Le principali cause sono dovute principalmente a:

- variazioni del volume dei bacini oceanici, cioè lo spazio dove finisce l'acqua
- variazioni della quantità di acqua negli oceani
- variazioni minori: es. variazioni della densità di acqua marina, essiccamento dei mari, parametri meteo marini (pressione atmosferica e venti)

Nel primo caso la variazione del volume dei bacini oceanici è dovuta a processi geologici all'interno della Terra. E' noto che sul fondale degli oceani ci siano delle fasce chiamate "dorsali oceaniche", dove il magma risale e gonfia la crosta terrestre che così sposta la massa di acqua facendo salire il livello del mare. Questo è un processo così lento che un uomo non è in grado di apprezzarlo durante la sua vita, infatti, la variazione è di circa 1 cm ogni 1000 anni. La variazione della quantità di acqua negli oceani, invece, è indotta da cause climatiche: durante i periodi di raffreddamento del clima, gran parte dell'acqua degli oceani viene intrappolata nelle calotte glaciali dell'Artide e dell'Antartide e nei ghiacciai continentali, mentre quando il clima è più caldo i ghiacci si sciolgono facendo rialzare il livello del mare molto velocemente anche di 1 cm all'anno. A tutte queste cause naturali si vanno ad aggiungere nell'ultimo secolo anche gli effetti indotti dalle attività umane che hanno introdotto grandi quantità di gas serra, i quali incidono sui cambiamenti climatici in modo più rapido, e quindi ci interessano da vicino.

### Quaternario o Era glaciale

Grandi variazioni climatiche si sono avute soprattutto durante il periodo Quaternario (cioè negli ultimi 2,5 milioni di anni), periodo in cui si è vista anche la comparsa dell'uomo sulla Terra. La causa di queste variazioni è dovuta principalmente alle espansioni massicce delle calotte polari ogni circa 100 mila anni, che hanno, a loro volta, causato l'abbassamento del livello dei mari addirittura di circa 120-140 metri rispetto ad oggi. Ricordiamo che l'ultima glaciazione ha permesso la diffusione dell'uomo sulla Terra, facilitata proprio dai corridoi di terre emerse sorti a causa dell'abbassamento del livello del mare. A questi periodi se ne sono succeduti altri con temperature elevate (molto simili a quelle attuali), che permettevano lo scioglimento dei ghiacci e il conseguente innalzamento dei mari. Poco prima dell'inizio del Quaternario, a causa della tettonica a zolle che permette il movimento di grandi masse di superfici emerse, la distanza fra l'America del Sud, l'Africa e il Continente Antartico fece sì che si formasse una corrente marina simile ad un enorme "fiume", con un volume di acqua equivalente a 100 volte quello del Rio delle Amazzoni. Questo fiume si inabissava dal Nord Atlantico,

raggiungeva il fondale degli oceani e percorrendo tutto l'Atlantico da Nord verso Sud girava intorno all'Africa, per poi disperdersi in parte nell'Oceano Indiano e in parte proseguiva verso il Pacifico.

Questo enorme volume di acqua ancora oggi si comporta come un grande nastro trasportatore di calore, come se fosse un condizionatore gigantesco che regola il clima sulla Terra. Quando la corrente calda sale fino all'Islanda, incontra i venti freddi del Canada e quindi si raffredda, cedendo calore all'aria e mitigando l'effetto che questi venti avrebbero sul Nord Europa. Evaporando l'acqua diventa più densa e tende ad affondare, generando una corrente profonda fredda. Il calore che trasporta questo enorme "nastro", dipende ovviamente da quanto ne immagazzina durante la sua formazione. Attualmente il nastro si trova all'altezza dell'Islanda, ma la sua latitudine può variare oscillando, fino addirittura ad interrompersi, guastando il meccanismo di distribuzione del calore.

### **Cause delle oscillazioni di latitudine**

Durante il succedersi del tempo, il calore del Sole che raggiunge la superficie della Terra e il mare, cambia a seconda dei parametri orbitali del nostro Pianeta.

Le cause di queste oscillazioni di latitudine sono principalmente tre:

- **Variazione dell'inclinazione dell'asse di rotazione della Terra:** l'inclinazione dell'asse terrestre subisce una lenta oscillazione che varia da 21,8° a 24,4° su un periodo regolare di circa 40.000 anni. Attualmente l'angolo è di 23,45° e sta calando, diminuendo i contrasti tra estate ed inverno.
- **Variazioni dell'eccentricità dell'orbita terrestre:** l'orbita della Terra, varia da una circonferenza quasi perfetta a un'ellisse abbastanza marcata. Quando è un'ellisse, la Terra è più vicina al Sole, altrimenti è più distante. Un ciclo orbitale completo che varia dall'orbita quasi circolare a quella a forma ellittica e viceversa, richiede 100.000 anni.
- **Precessione degli equinozi:** è il fenomeno celeste che porta l'asse del nostro Pianeta a compiere una rotazione completa attorno ad un ipotetico cono ogni 26000 anni. Motivo per il quale le stagioni, anche se lentamente, tendono ad anticiparsi ed a stravolgersi. E' esattamente quello che accade quando si fa girare una trottola, infatti, è piuttosto difficile farla star verticale con il suo asse perpendicolare al pavimento. Molto più spesso accade che la sua rotazione risulti eccentrica e che la sua punta descriva un cono in lento movimento rotatorio. Qualcosa di analogo accade anche al nostro Pianeta soltanto che le forze in gioco sono diverse.

In realtà quindi la Terra in migliaia di anni cambia la sua orientazione rispetto al Sole per poi tornare al punto di partenza ogni 26.000, 40.000 e 100.000 anni. La composizione di questi tre fattori porta la quantità di energia a variare (Watt su m<sup>2</sup>); superata una data soglia di non ritorno, il calore è talmente alto che i ghiacciai si sciolgono e raggiungono un punto di massima, con un clima simile a quello attuale per un periodo di tempo che dura dai 6000 ai 13000 anni, fino a quando le geometrie terrestri cambiano lentamente e quindi i ghiacciai tornano ad essere più estesi in modo molto repentino (in poche centinaia di anni).

### **Tempi recenti: l'anno senza estate**

Durante l'epoca romana il clima è piuttosto caldo, una testimonianza ci arriva da alcune piscine che gli antichi romani utilizzavano per l'allevamento delle anguille. In queste piscine, infatti, si trovavano due fori, uno in corrispondenza della alta marea e uno della bassa marea. Durante l'alta marea entrava acqua fresca dal primo foro, mentre durante la bassa marea, l'acqua ristagnante usciva dal secondo, in questo modo si aveva un continuo rinnovo di acqua, funzionava, infatti, come i filtri dei moderni acquari. Nel Mediterraneo la marea mediamente è di circa 20 cm e quindi possiamo sapere con precisione dove arrivava il livello del mare a quell'epoca e di conseguenza quale fosse il clima. La storia ricorda che nel 218 a.C. Annibale attraversò le Alpi con gli elefanti, il che fa ritenere che a quelle quote non vi fosse neve, o meglio le nevi perenni erano accessibili a differenza di oggi. Nel Medioevo si assiste ad un lungo periodo caldo che si estende più o meno dal IX al XII secolo. In Inghilterra si coltivava la vite, 500 chilometri più a Nord rispetto ad oggi! Dal 1200 circa fino a circa il 1850, si ha una lunga fase fredda che interessa il Pianeta, ma in particolare l'Europa. I Vichinghi

lasciano la Groenlandia, i cui porti sono bloccati dal gelo. I ghiacciai avanzano e molte valli alpine vengono abbandonate. Questo è il periodo più freddo degli ultimi 8000 anni, infatti, viene chiamato "Piccola età glaciale" e il 1816 passa alla storia come "l'anno senza estate". Venezia nei quadri del 1700 viene rappresentata completamente ghiacciata e Betlemme ricoperta di neve. Sembra anche che durante la famosa guerra di Waterloo, piogge molto consistenti abbiano fermato Napoleone, la cui cavalleria rimase impantanata. In seguito la temperatura risale e nel 1950 si ha la massima temperatura registrata. Dalla fine della Piccola età glaciale a oggi, la temperatura media è aumentata di 0,5-1 gradi. I ghiacciai di tutto il mondo sono in regresso, mentre il livello dei mari cresce di 2 millimetri all'anno. E' il riscaldamento globale, forse provocato dall'uomo. La fase attuale secondo alcuni scienziati come quelli dell'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica Applicata al Mare), potrebbe rappresentare la porzione di un ciclo caldo/freddo con una "normale" risalita della temperatura, che segue una fase fredda (culminata come già accennato nella prima metà del XIX secolo, fra le più evidenti di tutto l'Olocene medio e recente.