

La risorsa acqua

Una risorsa fondamentale

L'acqua è la risorsa più importante sulla Terra; è capace di cambiare il nostro pianeta dal punto di vista geologico e paesaggistico ed è grazie alla sua presenza ed abbondanza che è stata possibile la nascita della vita. La Terra è ricoperta per $\frac{3}{4}$ dall'acqua, infatti, vista dallo spazio appare come un pianeta azzurro. Le prime forme di vita cellulare apparvero proprio negli oceani circa 3,5 miliardi di anni fa, solo 1 miliardo di anni dopo la nascita del nostro pianeta e si sono modificate poi nel tempo in forme sempre più complesse, colonizzando anche le terre emerse, ma continuando a dipendere dall'acqua: non esiste, infatti, vita senza l'acqua.

Tutti gli esseri viventi sono costituiti da acqua in percentuale variabile dal 50% a oltre il 95% (in alcuni organismi come ad esempio le meduse).

Le proprietà chimiche dell'acqua

L'acqua è un liquido inodore, insapore e incolore. La molecola di acqua è formata da due atomi di idrogeno legati ad un atomo di ossigeno (H_2O). Ogni atomo di idrogeno ha un solo elettrone che viene messo in comune con l'ossigeno, che, a sua volta, partecipa al legame con un elettrone. Essendo presenti elettroni e protoni in numero uguale, la molecola di acqua risulta quindi complessivamente neutra. La molecola d'acqua è detta "polare" perché ha un polo debolmente positivo vicino all'ossigeno e uno debolmente negativo vicino all'idrogeno; infatti, l'ossigeno è capace di tenere gli elettroni più vicino a sé rispetto all'idrogeno e la molecola d'acqua risulta così carica negativamente in corrispondenza dell'atomo di ossigeno e positivamente in corrispondenza dell'idrogeno. Poiché due cariche opposte si attraggono, le molecole d'acqua tendono ad unirsi tra loro come calamite.

L'acqua scioglie tante sostanze

L'acqua viene definita il solvente universale perché è in grado di sciogliere un numero di sostanze superiore a quello di qualsiasi altro liquido. Per noi è una bella fortuna: se così non fosse, non potremmo bere una tazza di tè caldo zuccherato perché lo zucchero rimarrebbe sul fondo della tazza. Per questo motivo l'acqua dei fiumi, dei ruscelli, dei laghi, del mare e degli oceani, che a prima vista può sembrare pura, in realtà contiene disciolti numerosissimi elementi e minerali liberati dalle rocce o provenienti dall'atmosfera. Ovunque essa scorra, sulla superficie terrestre, sotto terra o dentro il nostro corpo, l'acqua scioglie e trascina con sé un numero elevatissimo di sostanze. L'acqua svolge così una funzione essenziale: quella di trasportare, anche per lunghi percorsi, le sostanze che incontra durante il suo ciclo. L'acqua pura, come l'acqua distillata, ha un pH pari a 7 (neutro). L'acqua di mare è sensibilmente basica, con pH intorno a 8. La maggior parte delle acque dolci hanno un pH che varia da 6 a 8, tranne ovviamente le piogge acide che presentano un pH inferiore a 7.

Le proprietà fisiche dell'acqua

L'acqua ha un elevato calore specifico, ossia richiede molto calore prima di riscaldarsi, e, al contrario, impiega molto tempo prima di perdere il calore accumulato e raffreddarsi. Ecco perché viene impiegata nei sistemi di refrigerazione (ad esempio nel radiatore delle autovetture, o nei sistemi di raffreddamento degli impianti nelle industrie). Ed è per questa sua caratteristica che nelle regioni costiere (o lacustri) la temperatura dell'aria è più mite: in queste zone, infatti, la temperatura dell'acqua diminuisce o aumenta più lentamente rispetto a quella dell'aria al variare delle stagioni e così 'mitiga' la temperatura dell'aria sovrastante. L'acqua ha un'elevata **tensione superficiale**: ossia, una volta versata su una superficie liscia, tende a formare gocce sferiche e non ad espandersi in una sottile pellicola. Senza la forza di gravità, una goccia d'acqua assumerebbe una forma sferica perfetta. La **capillarità** è un'altra caratteristica dell'acqua ed è una diretta conseguenza della tensione superficiale. Consiste nella capacità dell'acqua di risalire in fessure e tubi sottilissimi.

La tensione superficiale e quindi anche la capillarità consentono alle piante di assorbire, attraverso le radici, l'acqua presente nel suolo. Sempre grazie alla tensione superficiale il sangue, composto in gran parte da molecole dell'acqua,

riesce a scorrere, attraverso il sistema sanguigno, all'interno del nostro corpo.

Solo acqua liquida?

L'acqua, inoltre, si presenta normalmente allo stato liquido, ma può facilmente passare anche allo stato solido o allo stato gassoso. L'acqua pura passa dallo stato liquido a quello solido, ossia gela, a 0°C. A livello del mare, invece, bolle a 100°C (più si sale in quota, minore è la temperatura alla quale l'acqua inizia a bollire). I punti di ebollizione e di congelamento dell'acqua sono usati come riferimento per tarare i termometri: nella scala centigrada lo 0° corrisponde al punto di congelamento e i 100° al punto di ebollizione.

L'acqua, quando gela, si dilata, ossia riduce la sua densità a parità di volume: questo è il motivo per cui il ghiaccio galleggia sull'acqua o una bottiglia piena d'acqua messa in freezer si spacca.

L'acqua è una risorsa naturale particolare in quanto è l'unica, sul nostro pianeta, che si presenta in tutti e tre gli stati fisici a seconda della temperatura circostante: liquido, solido (ghiaccio) e gassoso (vapore acqueo). L'insieme dei processi che consentono all'acqua di lasciare gli oceani, immergersi nell'atmosfera, raggiungere le terre emerse, per poi ritornare agli oceani, va sotto il nome di ciclo dell'acqua ed è alimentato dall'energia del Sole.

Il ciclo dell'acqua

Negli oceani l'acqua si trova allo stato liquido. Il riscaldamento solare, però, provoca l'evaporazione di una porzione dell'acqua superficiale che, trasformandosi in vapore, entra nell'atmosfera e viene trasportata dai venti. Quando una massa d'aria già ricca di vapore acqueo ne riceve ancora e si satura, o quando incontra un'altra massa d'aria più fredda, si ha il fenomeno della **condensazione** del vapore acqueo nell'atmosfera, ovvero il vapore si ritrasforma in acqua (o neve e ghiaccio a seconda delle condizioni di temperatura). Così si originano le precipitazioni, grazie alle quali l'acqua, allo stato liquido o solido (pioggia, neve o grandine), raggiunge in parte i continenti e in parte ritorna direttamente agli oceani. L'acqua di precipitazione che cade sulle terre emerse deve ancora percorrere una strada lunga e spesso tortuosa prima di tornare nuovamente agli oceani e chiudere il ciclo. Una certa quantità di acqua penetra nel suolo per **infiltrazione** e in parte rimane lì, un'altra va ad alimentare le falde freatiche (**deflusso profondo**), per poi riaffiorare nei fiumi o nelle sorgenti. Parte dell'acqua rimasta nel suolo evapora direttamente nell'atmosfera, altra acqua, invece, viene assorbita dalle radici delle piante e trasportata fino alle foglie per essere poi liberata nuovamente nell'atmosfera mediante la traspirazione. A questi due processi si attribuisce complessivamente il nome di **evapotraspirazione**. Infine, una certa quantità dell'acqua di precipitazione rimane sulla superficie terrestre dando origine ai laghi e ai fiumi, attraverso i quali torna direttamente ai mari e agli oceani (**deflusso superficiale**).

Il bilancio idrogeologico

Le quantità di acqua che si muovono lungo il ciclo possono essere stimate e valutate anche in termini numerici. Lo strumento utilizzato è il **bilancio idrologico** globale della Terra. La quantità totale di acqua che evapora dalla superficie degli oceani è superiore a quella che vi giunge direttamente tramite le precipitazioni. La differenza rappresenta parte della quantità d'acqua che precipita sul suolo nei diversi continenti. La quantità d'acqua totale che precipita sui continenti è infatti formata anche da quella che è evaporata non dai mari e dagli oceani, ma direttamente dal suolo.

Il bilancio idrologico globale varia in funzione delle condizioni climatiche, in particolare dell'entità delle precipitazioni, ed ha quindi caratteristiche differenti nelle diverse zone del nostro Pianeta. Ad esempio, se consideriamo il clima equatoriale, osserviamo che non si registrano mai deficit durante l'anno: l'acqua disponibile è sempre abbondante perché le precipitazioni sono tali da coprire eventuali perdite. Viceversa, nel clima dei deserti caldi, le elevate temperature favoriscono l'evapotraspirazione che le scarse precipitazioni non riescono a bilanciare: in questo caso si registrano ampi deficit durante tutto l'anno e la disponibilità di acqua è molto bassa. Le differenze osservate tra i bilanci idrologici che caratterizzano questi due tipi climatici hanno un riscontro immediato sulla popolazione vegetale ed animale, la cui sopravvivenza è strettamente legata alla quantità di acqua disponibile ed utilizzabile.

L'idrosfera

Ciò che contraddistingue la Terra dagli altri pianeti è la presenza dei mari e degli oceani. Le immagini inviate dai satelliti

mostrano la Terra come un pianeta "azzurro" poiché ricoperto per due terzi della sua superficie da gigantesche masse d'acqua. L'insieme di tutti gli ambienti terrestri dove si trova l'acqua, in fase liquida, solida e gassosa, è definito con il termine **idrosfera**. La maggior parte dell'acqua si trova negli oceani, nelle acque sotterranee e in forma solida di ghiaccio nelle calotte polari. L'acqua presente nell'atmosfera, sotto forma di vapore acqueo, costituisce invece solo una minima parte della quantità totale; ma questa piccola parte è la più importante ai fini del mantenimento del clima e del rifornimento delle falde sotterranee. In generale, l'idrosfera può essere divisa in due ambienti differenti: i **bacini d'acqua salata** (mari e oceani) e quelli di **acqua dolce**. La principale caratteristica che differenzia i bacini d'acqua salata da quelli d'acqua dolce è il loro elevato contenuto salino (o salinità), in media pari a 35 grammi in un litro. I bacini di acqua dolce (o acque continentali) si suddividono in acque superficiali (fiumi, laghi, lagune, paludi) e in acque sotterranee (falde profonde, falde superficiali e sorgenti).

Le acque continentali

Le acque continentali sono formate da corpi idrici come i ghiacciai, i fiumi e i laghi. Al contrario delle acque marine, sono caratterizzate da una bassa salinità e si muovono verso i mari perché si trovano sempre a quote più alte.

- I **ghiacciai** si formano al di sopra del limite delle nevi perenni per accumulo di acqua allo stato solido (neve che si trasforma in ghiaccio). Questo limite varia con la latitudine a seconda della quale si formano ghiacciai continentali che ricoprono uniformemente ampie aree, e ghiacciai montani che occupano valli in montagna. Al di sotto del limite delle nevi perenni il ghiaccio fonde e l'acqua è presente allo stato liquido.
- i **corsi d'acqua**, i torrenti e i fiumi raccolgono le acque che scorrono sulla superficie terrestre e che sono in continuo rapporto con le acque sotterranee.
- i **laghi** sono accumuli momentanei di acqua nelle depressioni delle aree continentali e sono riforniti di acqua da corsi d'acqua chiamati immissari. L'acqua defluisce negli emissari, torrenti o fiumi che si originano da un lago. L'acqua di un lago ha salinità bassa, ma presenta in sospensione molto materiale, e la temperatura dipende dalle condizioni climatiche locali. Anche le masse d'acqua dei grandi laghi possono essere messe in movimento e si verificano delle variazioni, chiamate sesse, dovute a differenze di pressione atmosferica.

Non tutta l'acqua che ritorna sulla terraferma attraverso le precipitazioni viene raccolta dai fiumi, dai laghi o intrappolata nei ghiacciai. Una parte si infiltra nel terreno dove scende verso il basso per azione della forza di gravità fino a quando incontra uno strato di rocce impermeabili che non permettono più il passaggio dell'acqua; allora si forma la falda freatica. Le acque sotterranee continuano a muoversi per gravità e defluiscono verso il mare e se intersecano la superficie del suolo si forma una sorgente. Quando non si verifica questa condizione, per raggiungere la falda freatica si scavano dei pozzi artesiani dai quali è possibile estrarre l'acqua perché questa è sospinta verso la superficie dalla pressione a cui è sottoposta.

Il continuo uso dell'acqua sotterranea porta ad uno svuotamento delle **falde freatiche** e ad un abbassamento dei suoli. Questo succede a Venezia in seguito all'estrazione di acqua utilizzata per scopi industriali legati alle attività di porto Marghera. Quando invece lo sfruttamento avviene in prossimità delle regioni costiere, l'acqua marina si infiltra nel sottosuolo occupando lo spazio lasciato libero dall'acqua dolce: danni gravi sono causati all'agricoltura e alla vegetazione, come avviene lungo il litorale di Ravenna, dove ampie zone di pineta stanno morendo.

Le acque marine

Le principali caratteristiche delle acque marine sono:

- la **salinità**: è formata dal contenuto totale dei sali presenti in 1000 grammi di acqua marina e ha un valore di circa 35 grammi. La percentuale delle varie sostanze presenti in soluzione dipendono dall'apporto dei fiumi, dalle reazioni chimiche che avvengono nei sedimenti marini, dall'attività vulcanica e dalla

decomposizione degli organismi. Infatti la quantità dei sali è stabile solo ad una certa profondità, mentre in superficie e nelle zone costiere subisce variazioni anche stagionali;

- i **gas disciolti**: ossigeno e anidride carbonica sono necessari per la vita degli organismi nelle acque. L'ossigeno è presente in quantità elevata in superficie perché l'acqua è in contatto con l'atmosfera e dove vivono gli organismi fotosintetici, in profondità perché la temperatura dell'acqua è bassa. L'anidride carbonica è un gas molto solubile che facilmente diffonde dall'atmosfera all'acqua marina, trasportata nell'acqua dei fiumi fino al mare e derivare dalla materia organica in stato di decomposizione;
- la **temperatura**: oltre ad avere un'importante azione mitigatrice sul clima delle regione costiere, influenza le caratteristiche chimiche e fisiche responsabili degli spostamenti verticali delle masse d'acqua. Nello strato più superficiale (50-200 metri) la temperatura è simile a quella superficiale; nello strato termoclino (200-1000 metri) la temperatura diminuisce rapidamente; negli strati profondi continua a diminuire ma molto lentamente. Il termoclino è importante per la diffusione degli organismi negli oceani e rappresenta un ostacolo per molti animali, piante e alghe tropicali che necessitano di temperature di 15 – 20°C;
- la **luminosità**: dipende dalla capacità della luce di propagarsi nell'acqua e riesce a illuminare solo la parte superficiale anche se l'acqua è limpida. Questa zona viene chiamata zona fotica (0-200 metri di profondità), dove si concentra la maggior parte della vita marina e del fitoplancton.

Il vento e le onde

Il moto ondoso è causato dal vento e dalla sua azione sulla superficie del mare. In mare aperto un oggetto galleggiante sale e scende al passaggio di un'onda, ma non si sposta lateralmente perché durante il moto ondoso viene trasmessa solo la forma dell'onda. Quindi l'acqua rimane ferma: le singole particelle d'acqua si muovono secondo un disegno circolare senza spostarsi dalla posizione originaria. Il moto ondoso non si diffonde in profondità, anzi ad una certa profondità un sommergibile si muove tranquillamente anche se in superficie c'è una forte tempesta.

La **scala Beaufort** stabilisce la forza del vento in base alla descrizione delle onde in 12 gradi: grado 0 in condizioni di calma con un mare senza moto ondoso ("mare d'olio"), grado 6 con vento fresco che forma onde grosse con creste di schiuma bianca, grado 12 in presenza di uragano con l'aria piena di schiuma e spruzzi, e mare completamente bianco. In prossimità della costa le onde si rompono perché diminuisce la profondità dell'acqua e le particelle non riescono più a mantenere il loro movimento circolare. Le coste spesso non sono rettilinee e le onde si infrangono prima sui promontori e dopo nelle baie. Questo fatto crea dei movimenti di acqua paralleli alla costa che formano delle vere e proprie correnti chiamate correnti di deriva litorale. Se il fondale ha dei cumuli di sabbia sommersi dall'acqua, si possono formare delle correnti di risucchio che trascinano verso il mare aperto anche i nuotatori più esperti.

Le maree

Le maree sono abbassamenti e innalzamenti periodici delle acque e sono provocati dall'attrazione gravitazionale della Luna e del Sole. Nel Mediterraneo l'escursione di marea varia dai 20 ai 50 centimetri, ma vi possono essere variazioni diverse che dipendono dalla morfologia del fondale marino.

La marea può creare alcuni fenomeni particolari. In alcuni estuari del Mare del Nord e della Manica una quantità di acqua riesce a risalire un fiume contro corrente con ripercussioni anche sulla navigabilità fluviale. Quando invece il vento spira in modo persistente e intensamente verso una costa può provocare degli innalzamenti del livello del mare anche superiori a quelli delle maree: "**acqua alta**" a Venezia, "**storm surges**" del Mare del Nord che causano danni alle coste olandesi e tedesche, i "**raz de marée**" delle coste francesi. In particolare "l'acqua alta" a Venezia è dovuta all'insieme di più fattori: i venti di scirocco che riescono ad innalzare l'acqua anche di 90 cm, le maree che possono avere un'altezza massima di 60 cm, le sesse, la presenza di bassa pressione e le variazioni stagionali che provocano variazioni di 20 cm.

Le correnti marine

Masse enormi di acqua si spostano per lunghe distanze a causa dell'azione del vento. La direzione del movimento è

dovuta alla rotazione terrestre (**forza di Coriolis**) che ne determina movimenti circolari. Nell'oceano Atlantico venti regolari e costanti, gli Alisei, spostano masse superficiali d'acqua verso l'equatore dove vengono deviate dalla forza di Coriolis verso ovest (corrente nord equatoriale); quando raggiungono il continente americano vengono sospinte verso nord e si accumulano nel Golfo del Messico. Le acque continuano a defluire verso l'Atlantico e formano la corrente del Golfo che segue la costa degli Stati Uniti per suddividersi poi in due parti:

- una si dirige verso le Canarie e riprende il giro descritto
- l'altra si muove verso nord est, raggiunge le coste nord occidentali dell'Europa e ne mitiga il clima.

Nelle zone polari le acque si raffreddano, diventano più dense e cadono in profondità dove si muovono verso l'equatore. Man mano si scaldano, diventano meno dense e più leggere, e tenderanno a risalire in superficie. Questo movimento, che forma le correnti marine profonde, è molto lento: il tempo necessario perché una massa d'acqua sprofondata ritorni in superficie è anche di un migliaio di anni.

Il mare Mediterraneo è molto salato rispetto all'oceano Atlantico, perciò le sue acque sono più dense. Le masse d'acqua del Mediterraneo scendono in profondità e passano nell'Atlantico attraverso lo stretto di Gibilterra; le acque dell'oceano, più leggere entrano nel Mediterraneo muovendosi in superficie. Il mar Nero è in collegamento con il mar Egeo attraverso lo stretto del Bosforo e i Dardanelli, che supera in superficie perché le sue acque sono meno dense e meno salate. L'acqua proveniente dal mar Egeo è densa e si muove sul fondo, ma non riesce a raggiungere il mar Nero perché il Bosforo non è abbastanza profondo; di conseguenza il ricambio di acqua del mar Nero è scarso e limitato.

Siccità e desertificazione

Per l'entità dei danni e per il numero di persone coinvolte, la siccità occupa il primo posto tra le catastrofi naturali. Un periodo di siccità è definito dalla diminuzione della frequenza delle precipitazioni in rapporto alla media annuale del luogo preso in considerazione. Una siccità è ritenuta grave quando la produzione agricola media cala del 10%, e catastrofica quando cala di più del 30%.

Nel corso degli ultimi decenni si è osservato un incremento nella frequenza e nell'intensità dei periodi di siccità, che ha interessato la quasi totalità delle terre emerse. La tendenza all'inaridimento ha interessato non solo i territori aridi o semiaridi dell'Africa e dell'Asia, che hanno sofferto maggiormente delle varie fasi di siccità succedutesi negli ultimi 30 anni, ma anche i Paesi temperati e quelli settentrionali.

Approssimativamente, metà della superficie delle terre emerse rientra nella definizione di zona arida o semiarida. Entrambi questi ecosistemi sono estremamente fragili e vulnerabili. Se esposti a lunghi periodi di siccità, essi vanno incontro ad un processo di desertificazione, cioè di trasformazione in deserto. Attualmente, circa il 70% delle zone aride del pianeta – pari a 3.600 milioni di ettari – risulta degradato. Solo in Africa, il 45% della popolazione – pari a circa 325 milioni di persone – vive in zone aride. La salvaguardia di queste regioni è pertanto di essenziale importanza.

Cause

La storia della biosfera è stata segnata, nel corso delle varie epoche geologiche, da fluttuazioni climatiche naturali che hanno variato l'estensione dei deserti. Le cause di queste variazioni sono numerose e complesse: è comunque importante ricordare che la pressione esercitata dall'uomo, mediante la cattiva gestione o l'uso improprio del terreno, è in grado di modificare pesantemente le caratteristiche del suolo, della copertura vegetale e della bassa atmosfera, influenzando in modo irreversibile il delicato equilibrio del sistema idrologico.

Effetti

La desertificazione riduce la capacità di un ecosistema di sopravvivere alla variabilità del clima, con drammatiche conseguenze, quali:

- la perdita di produttività dei suoli;
- il degrado della copertura vegetale, fino alla sua totale scomparsa;

- la dispersione nell'atmosfera di particelle solide – tempeste di sabbia, inquinamento dell'aria con un impatto negativo sulla salute umana e sulle attività produttive;
- la riduzione della produzione agricola e dell'allevamento: malnutrizione e fame.