

L'idrosfera

L'idrosfera è la parte della crosta terrestre costituita dall'insieme delle acque presenti sul pianeta, compresi:

- Oceani e mari
- Laghi e fiumi
- Nevi e ghiacciai
- Acque sotterranee

E' in stretta correlazione con l'atmosfera, poiché tutte le acque della Terra sono coinvolte in un continuo processo di scambio e movimento tra i diversi ambienti naturali.

Il ciclo idrologico

Questo movimento continuo delle acque prende il nome di ciclo idrologico, un insieme di fenomeni fisici che regolano la circolazione dell'acqua sulla Terra. Il motore principale del ciclo idrologico è l'energia solare. Il calore del Sole provoca l'evaporazione delle acque dagli oceani, dai mari e anche dalle terre emerse. Il vapore acqueo così prodotto sale nell'atmosfera, dove si condensa formando le nubi. Quando il vapore si raffredda ulteriormente, cade sulla superficie terrestre sotto forma di precipitazioni: pioggia, neve o altre forme.

Le acque che cadono al suolo possono seguire percorsi diversi:

- Una parte penetra nel sottosuolo attraverso il processo di infiltrazione, alimentando le falde acquifere (acque sotterranee)
- Una parte scorre in superficie, formando ruscelli, fiumi e laghi.
- Un'altra parte ritorna direttamente all'atmosfera tramite evaporazione o traspirazione da parte delle piante.

Attraverso il bilancio idrologico, è possibile quantificare le diverse fasi del ciclo idrologico, valutando quanta acqua evapora, precipita, si infiltra o scorre in superficie. Questo bilancio è fondamentale per comprendere la disponibilità delle risorse idriche e per gestire in modo sostenibile l'acqua sul nostro pianeta.

Gli oceani

Circa il 97% dell'idrosfera è costituito dalle acque oceaniche, che, grazie alla loro vastità, occupano il 78% della superficie terrestre. A differenza dei continenti, gli oceani sono una scoperta scientifica relativamente recente: le prime ricerche sistematiche risalgono agli anni '60 del Novecento.

Struttura dell'ambiente oceanico

L'ambiente oceanico è suddiviso in regioni con caratteristiche morfologiche diverse:

- Piattaforma continentale: zona con debole pendenza che si estende dalla costa fino a circa 200 metri di profondità.
- Scarpata continentale: segue la piattaforma e raggiunge i 2000 metri di profondità, raccordandosi con i fondali oceanici.
- Fondali oceanici: si estendono fino a 6000 metri di profondità.
- Fosse oceaniche: sono depressioni molto profonde, che possono raggiungere gli 11.000 metri di profondità, come la fossa delle Marianne nell'Oceano Pacifico.

Tutte queste regioni sono ricoperte da sedimenti: più grossolani vicino alla costa, più sottili (come fanghi) nelle zone più profonde.

Ogni regione oceanica presenta formazioni caratteristiche:

- Atolli: isolotti corallini dei mari tropicali, costruiti sugli orli di crateri di vulcani sottomarini estinti. Sono tipiche dei mari tropicali.
- Barriere coralline: estese formazioni coralline, tipiche dei mari dell'Australia, con acque calde e poco profonde.
- Dorsali oceaniche: rilievi sottomarini che si stagliano sulla superficie convessa dei fondi marini.

Composizione e proprietà fisiche degli oceani

Salinità

L'acqua è la componente principale degli oceani, e la sua caratteristica fondamentale è la salinità. In media, su un litro d'acqua marina, il contenuto di sali è pari al 3,5%. Tuttavia, la salinità varia. Per esempio:

- Mar Rosso: fino al 6,8%
- Mar Morto: fino al 25%
- Golfo della Finlandia: circa 0,35%

Temperatura

La temperatura media delle acque oceaniche si aggira intorno ai 3,8 °C, ma può variare notevolmente in base alla profondità e alla zona geografica. Il congelamento dell'acqua marina avviene a circa -2 °C.

Le acque marine svolgono una funzione fondamentale nella termoregolazione del clima terrestre. Salinità e temperatura sono anche essenziali per il benessere dell'ecosistema marino.

Ecosistema oceanico

L'ecosistema oceanico è uno dei più vasti e complessi del pianeta, e comprende una grande varietà di organismi che vivono in ambienti molto diversi tra loro. Per semplificare lo studio, gli organismi marini vengono suddivisi in tre categorie principali in base al loro modo di vivere e muoversi nell'acqua:

- Plancton: insieme di organismi microscopici o molto piccoli che vivono in sospensione nell'acqua e non sono in grado di muoversi autonomamente contro le correnti. Si distinguono in:

- Fitoplancton: di origine vegetale, produce ossigeno e costituisce la base della catena alimentare marina.

- Zooplancton: di origine animale, si nutre di fitoplancton e di altri microrganismi

2. Benthos: organismi che vivono sul fondo marino o all'interno dei sedimenti. Esempi: stelle marine, coralli, spugne, granchi, molluschi. Può essere fisso come i coralli, mobile come i crostacei (gamberi, aragoste).

3. Necton: comprende gli organismi attivamente mobili, cioè quelli che nuotano liberamente e possono contrastare le correnti. Per esempio pesci, calamari, cetacei (balene, delfini), tartarughe marine... Il necton occupa i livelli superiori della catena alimentare e si distribuisce in tutti gli strati dell'oceano.

Le onde

Il mare è caratterizzato da un movimento chiamato moto ondoso, generato principalmente dall'azione del vento. In un'onda si distinguono:

- Cresta: la parte più alta

- Ventre: la parte più bassa

I parametri per misurare un'onda sono:

- Lunghezza: distanza tra due creste successive

- Altezza: dislivello tra cresta e ventre

- Periodo: tempo tra il passaggio di due creste nello stesso punto
- Velocità: spazio percorso in un'unità di tempo (km/h)

In mare aperto, il moto ondoso è circolare e genera onde di oscillazione, senza trasporto di massa d'acqua.

Vicino alle coste, si formano le onde di traslazione, che trasportano acqua verso la riva.

Altri fenomeni legati alle onde sono:

- Riflessione: quando un'onda colpisce un ostacolo
- Rifrazione: quando l'onda entra in acque basse e si orienta parallelamente alla costa

Le maree

Le maree sono oscillazioni regolari del livello del mare, causate dalle forze gravitazionali della Luna e del Sole, combinate con la forza centrifuga della Terra.

- Alta marea: massimo sollevamento
- Bassa marea: massimo abbassamento

L'ampiezza della marea è la differenza tra alta e bassa marea. Nei mari mediterranei l'ampiezza è di circa 10 cm. In Nuova Scozia (Canada orientale): l'ampiezza arriva fino a 20 metri.

Le correnti marine

Le correnti sono movimenti orizzontali delle masse d'acqua, sia superficiali che profonde. Si muovono secondo celle chiuse, con direzione:

- Oraria nell'emisfero boreale
- Antioraria nell'emisfero australe

Le correnti influenzano la pesca e la navigazione, il clima globale e la distribuzione della vita marina. Un esempio importante è la Corrente del Golfo, che nasce dalle correnti nord-equatoriali dell'Oceano Atlantico e si dirige verso l'Europa nord-occidentale, mitigandone il clima grazie all'apporto di acque tiepide.

I ghiacciai

All'interno dell'idrosfera, che è costituita per circa il 97% dagli oceani, i ghiacciai rappresentano la seconda risorsa idrica del pianeta, con una quota pari a circa il 2%. Per ghiacciai si intendono masse di ghiaccio originate dalla compressione e trasformazione della neve, che scorrono lentamente sulla superficie terrestre.

I ghiacciai si formano nelle zone fredde del globo, ovvero:

- nelle regioni polari
- nelle zone di alta montagna, al di sopra di una soglia detta limite delle nevi persistenti

Questa soglia corrisponde alla quota oltre la quale il calore estivo non è sufficiente a sciogliere le nevi accumulate durante l'inverno. La sua altitudine varia in base alla latitudine:

- 4000–5000 m in prossimità dell'equatore
- 6000 m nelle zone tropicali
- 2400–3200 m nelle Alpi
- 300 m in Groenlandia
- livello del mare in Antartide

Il regime di un ghiacciaio è il modo in cui la sua massa varia nel tempo, in base a quanto ghiaccio accumula e quanto ne perde. Dipende da due fattori principali:

- Alimentazione nevosa: l'accumulo di neve che si trasforma in ghiaccio
- Ablazione: la perdita di massa dovuta alla fusione, evaporazione o distacco

Esempi:

- I ghiacciai groenlandesi (inlandsis) si sviluppano nonostante una scarsa alimentazione, grazie a una ablazione molto bassa.
- I ghiacciai alpini presentano elevata ablazione e abbondante alimentazione.

Il bilancio glaciale è il rapporto tra accumulo e ablazione. Se l'accumulo supera l'ablazione, il ghiacciaio è in avanzamento; se l'ablazione prevale, è in regresso.

Il movimento dei ghiacciai (nel tempo possono scivolare lungo i pendii montani o espandersi nelle pianure, modellando il paesaggio) è causato principalmente dalla gravità, ma dipende anche da:

- la plasticità del ghiaccio
- i moti intergranulari (microscopici spostamenti tra i cristalli)

La velocità di avanzamento è generalmente di qualche centinaio di metri all'anno. Anche i ghiacciai più rapidi, come quelli groenlandesi, non superano gli 8 km annui.

Durante l'ultima glaciazione pleistocenica, i ghiacciai raggiunsero un'estensione di circa 40.000 km², contro i 15.000 km² attuali. L'inizio della fase di riscaldamento avvenne intorno all'8000 a.C., seguito da alternanze di periodi freddi e caldi. Tra il 1500 e il 1890 d.C., si verificò la cosiddetta Piccola Era Glaciale, caratterizzata da ghiacciai montani ben sviluppati.

Oggi ci troviamo in una fase di forte ritiro dei ghiacciai, legata al riscaldamento globale. Le cause principali includono:

- Intensa urbanizzazione
- Sviluppo industriale
- Uso indiscriminato di sostanze chimiche che danneggiano lo strato di ozono
- Effetto serra, dovuto all'accumulo di gas che alterano il clima

Il movimento dei ghiacciai conferisce loro una triplice funzione geomorfologica: erosione, trasporto e accumulo.

1. L'erosione glaciale, detta anche esarazione, avviene attraverso tre principali processi:

- Rimozione del detrito già presente sul terreno
- Abrasione della roccia su cui il ghiaccio scorre
- Sradicamento di blocchi e scaglie rocciose

Le superfici rocciose levigate, arrotondate o solcate da strie e scanalature sono le tracce più evidenti del passaggio del ghiaccio. L'azione erosiva tende a smussare la morfologia preesistente, generando forme dolci e arrotondate chiamate forme dell'esarazione.

◆ Forme principali dell'erosione glaciale

- Rocce montonate: gobbe di roccia resistente che il ghiaccio non è riuscito a sradicare, ma ha modellato, arrotondando la superficie e il lato rivolto a monte. Si trovano spesso in gruppi irregolari e indicano la massima altezza raggiunta dal ghiacciaio.
- Valli glaciali: incisioni lungo le quali si è mosso il ghiacciaio, con sezione trasversale a U. Il fondo non è piatto, ma presenta forme concavo-convesse. Sui fianchi si trovano:
 - Spalle glaciali: tratti meno inclinati
 - Valli sospese: originate da ghiacciai secondari meno potenti

- Circhi glaciali: conche al di sotto delle dorsali, da cui partivano le lingue di ghiaccio, oggi spesso occupati da laghi di circo

- Fiordi: profonde insenature formatesi dopo il ritiro dei ghiacciai, quando il mare invade una valle glaciale. Sono diffusi in Norvegia e lungo coste alte e rocciose.

2. Oltre all'erosione, i ghiacciai svolgono una funzione di trasporto del materiale roccioso, detto morena. In base alla posizione del deposito (e qui spieghiamo anche il terzo punto, l'accumulo) si distinguono:

- Morene di fondo
- Morene laterali
- Morene frontali
- Morene mediane
- Una successione di morene frontali forma un anfiteatro morenico.

Oltre ai depositi morenici, esistono depositi secondari:

- Depositi fluvioglaciali
- Depositi glaciomarini
- Depositi glaciolacustri

Tra questi ultimi, sono di particolare interesse le varve: banchi di argilla stratificata in lamine chiare e scure alternate, utili per le ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali.

L'ambiente periglaciale

L'ambiente periglaciale comprende le regioni fredde dove non agiscono direttamente i ghiacciai, ma i processi geomorfologici sono causati da:

- Gelo e disgelo
- In minima parte, dalla nivazione (erosione da neve)

Il terreno periglaciale è diviso in due strati:

- Strato attivo: superficiale, oscilla attorno allo zero e subisce continue variazioni termiche
- Permafrost: strato sottostante, costantemente gelato e stabile durante tutto l'anno

◆ Forme tipiche dell'ambiente periglaciale

- Suoli poligonali: superfici fratturate dall'azione del gelo-disgelo, che contrae e dilata il terreno
- Ghiacciai di pietre: lobi di detrito roccioso trasportato lungo i versanti dall'acqua derivata dalla fusione del ghiaccio
- Pingo: collinette di sabbia, sollevate dalla pressione del ghiaccio sotterraneo
- Palsa: collinette di torba, sollevate dallo stesso processo

Le acque continentali

Le acque continentali costituiscono la parte dell'idrosfera non marina, e comprendono sia le acque sotterranee sia le acque superficiali. Esse rappresentano una risorsa fondamentale per l'ambiente e per le attività umane.

Acque sotterranee

Le acque sotterranee si accumulano nelle rocce e nei sedimenti permeabili del sottosuolo. Penetrano in profondità fino a incontrare uno strato impermeabile, che ne impedisce il passaggio. In questo modo si forma una falda acquifera, ovvero uno strato d'acqua sotterraneo.

Quando la falda raggiunge la superficie del terreno, si origina una sorgente, che rappresenta una delle fonti più accessibili di acqua potabile. Tuttavia, in alcune zone, le sorgenti non bastano a soddisfare i bisogni umani, e si ricorre a opere di drenaggio profonde, come pozzi e gallerie, per captare direttamente l'acqua nel sottosuolo. In alternativa, si può ricorrere alla dissalazione dell'acqua marina.

I fiumi

I fiumi sono tra le acque continentali superficiali più abbondanti. Un fiume è un corso d'acqua permanente, con regime relativamente costante, che scorre in un alveo delimitato da argini naturali, seguendo una pendenza regolare.

Il bacino idrografico è la regione in cui le acque piovane o quelle provenienti dalla fusione di nevi e ghiacciai confluiscono in un medesimo fiume. La linea di spartiacque separa il bacino da quelli adiacenti

Le principali caratteristiche di un fiume sono:

- Lunghezza: dipende dalla morfologia e dalla geologia del territorio attraversato.
- Pendenza: rapporto tra il dislivello tra la sorgente e la foce (sbocco in mare, lago o altro fiume) e la lunghezza del corso.

- Velocità: varia anche all'interno dello stesso fiume, influenzata da pendenza, natura del terreno e profondità dell'acqua.
- Portata: volume d'acqua che attraversa una sezione del fiume in un'unità di tempo.
- Coefficiente di deflusso: rapporto tra la quantità di precipitazioni e quella di acqua incanalata nel fiume.
- Regime: variazione della portata nel tempo, generalmente su base annuale.

Conoscere questi fattori è fondamentale per prevenire calamità naturali, come le esondazioni.

I laghi

I laghi sono accumuli di acqua, generalmente dolce, ma talvolta salata o salmastra, che occupano cavità o depressioni del terreno estese e profonde. Si distinguono da paludi e stagni per dimensioni e profondità.

I laghi possono avere diverse origini:

- Glaciale: si formano in conche scavate dai ghiacciai (es. laghi circolari).
- Vulcanica: si trovano nei crateri di vulcani spenti (es. lago di Bracciano).
- Carsica: si formano in cavità carsiche come le doline (es. lago del Matese in Campania).
- Tettonica: derivano dallo sprofondamento di porzioni di crosta terrestre.
- Antropica: laghi artificiali creati tramite sbarramenti di fiumi (dighe), utilizzati come riserve d'acqua dolce per agricoltura, industria e centrali idroelettriche.

Caratteristiche delle acque lacustri

- Trasparenza: generalmente inferiore rispetto a quella marina.
- Temperatura: diminuisce con la profondità.
- Salinità: dipende dalla presenza di un emissario (fiume che allontana le acque) e di un immissario (fiume che le alimenta). La salinità è sempre diversa da quella marina.

Dimensioni e regime

Le dimensioni dei laghi sono estremamente variabili: si va da piccoli laghetti montani a grandi laghi, come il Lago Superiore in Nord America, che si estende per oltre 82.000 km².

Il regime di un lago (insieme delle variazioni di quantità d'acqua in un dato periodo) dipende da numerosi fattori, tra cui le precipitazioni. La presenza di un lago influenza il clima delle regioni circostanti, mitigando gli inverni più rigidi.

Le acque dei laghi sono soggette a:

- Movimenti ondosi
- Correnti lacustri
- Oscillazioni dette sesse, causate dal vento e dalle variazioni locali di pressione atmosferica.