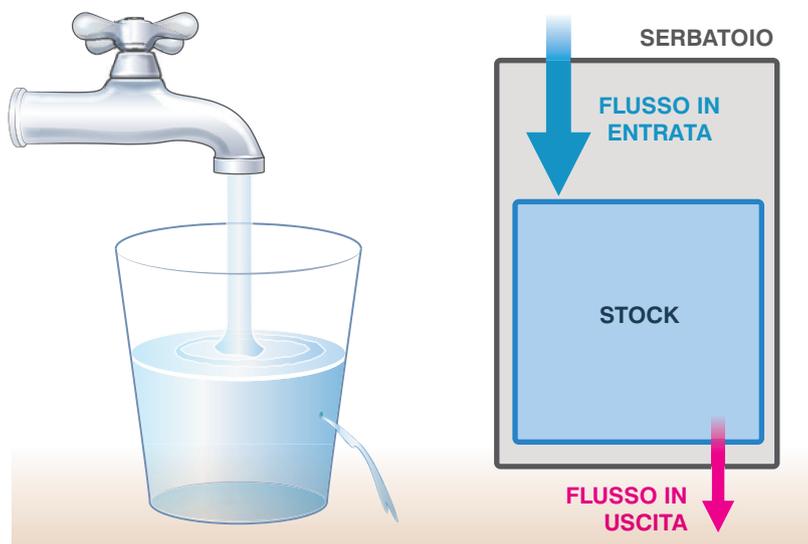


Un modello semplice di sistema

Un sistema non esiste in astratto, ma se ne possono fare dei modelli. Un modello semplice di sistema può essere immaginato come un insieme di contenitori collegati fra loro da flussi di materia ed energia. I contenitori vengono definiti **serbatoi o pozzi**, (a seconda che prevedano rispettivamente entrate e uscite come i serbatoi o solo entrate come i pozzi) dove può essere contenuta una certa quantità di materia, definita come **stock**, in italiano potremmo dire riserva o scorta. I confini fra un sistema e uno contiguo sono definiti **interfacce**. I movimenti di materiali da un serbatoio all'altro vengono definiti **flussi**, mentre la quantità che passa nell'unità di tempo attraverso la sezione del serbatoio viene chiamata **portata**. Il lavoro necessario per il flusso di materiali da un serbatoio a un altro è fornito dal flusso di energia per cui i due flussi sono sempre accoppiati.

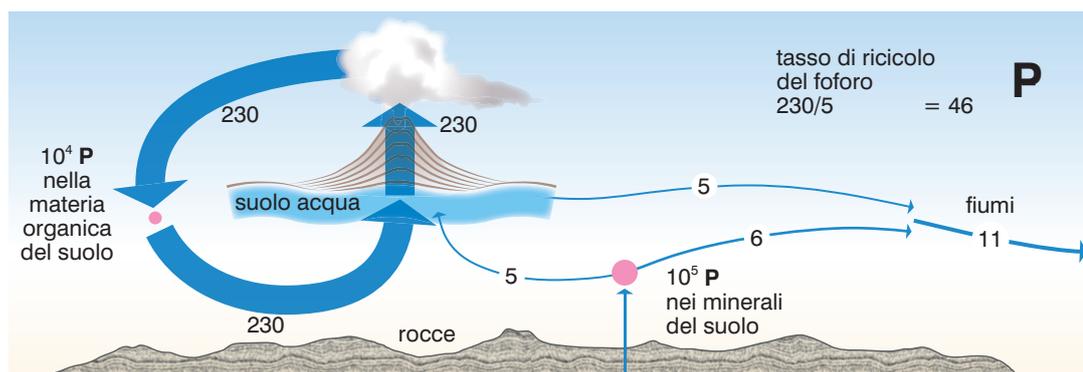
Una variazione del flusso di energia fa variare la portata del materiale, così come la variazione della sezione del serbatoio. La regolazione dei flussi costituisce uno degli aspetti importanti dell'informazione nei sistemi.

Questo tipo di modello è evidentemente influenzato da un'analogia di tipo idraulico; bisogna ricordare che il tipo di analogia scelta condiziona ciò che vediamo nel sistema in osservazione sia come caratteristiche sia come idee e sentimenti che suscita.



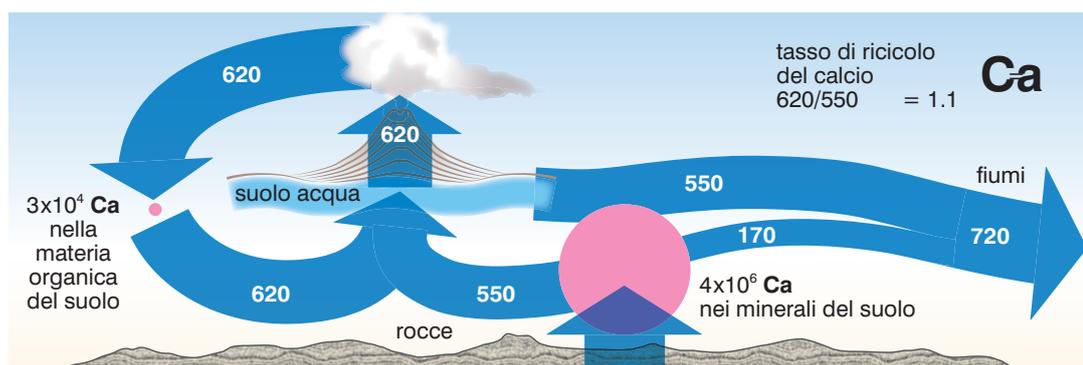
◀ **Figura 1**

Un esempio di modello di semplice sistema con la sua rappresentazione in termini di diagramma di flusso, in cui i rettangoli indicano le parti e le frecce le relazioni, ovvero i flussi di energia, di materia e di informazione. Le dimensioni delle frecce possono essere utilizzate per rappresentare le portate dei flussi, mentre quelle delle scatole le dimensioni degli stock e/o dei serbatoi. Il livello di acqua del secchio da quali fattori dipende?



◀ **Figura 2**

Diagrammi di flusso quantizzati dei cicli biogeochimici del fosforo (P) e del calcio (Ca). Il flusso dei due elementi nella totalità degli ecosistemi terrestri è rappresentato con frecce di dimensioni proporzionali alla sua portata. Tratti da Volk T., *Il corpo di Gaia fisiologia del pianeta vivente* Utet 2001.



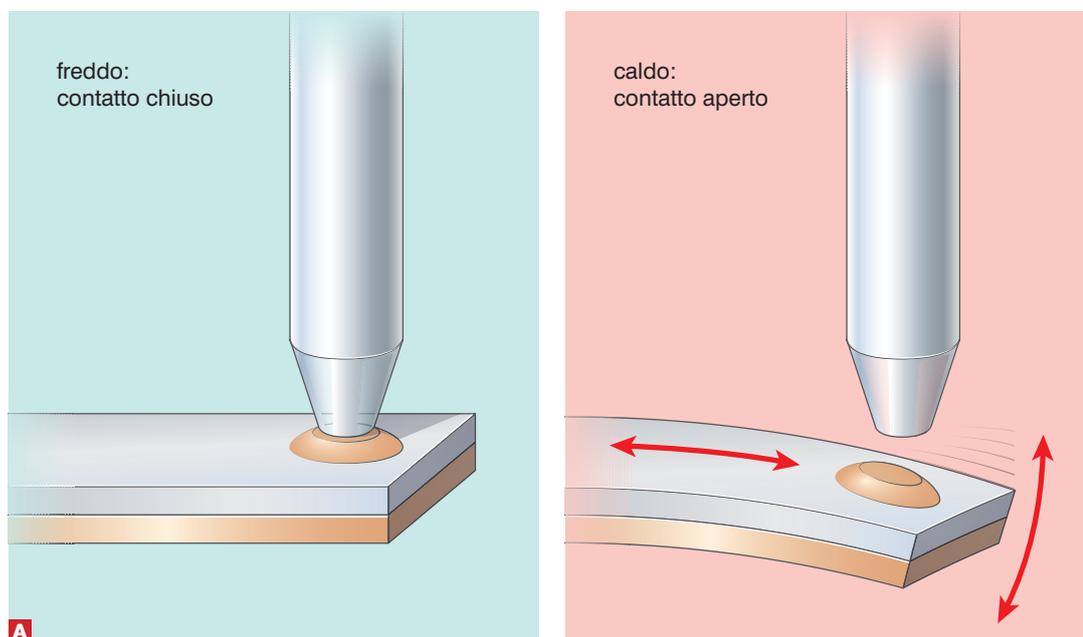
Equilibri e flussi

Il concetto di equilibrio in un sistema è legato alla misura degli stock e dei flussi di energia e materia in entrata e in uscita, o perlomeno della loro stima quando la misura diretta è impossibile. Mentre potremmo costringere una persona per un certo periodo a vivere in una stanza chiusa seduta su una bilancia e misurare con attenzione tutti i flussi in entrata e uscita, (è un esperimento che è stato fatto) questo risulta molto più difficile se parliamo di un lago, di una foresta, dell'oceano o della Terra, ma è possibile fare delle stime.

Se i flussi in entrata e in uscita sono costanti nel tempo il **sistema è stazionario**, se invece cambiano in modo periodico, siamo di fronte a un **sistema periodico**, infine se cambiano nel tempo siamo di fronte ad un **sistema dinamico**.

Se in un sistema un dato materiale dà luogo a dei flussi di materia circolari fra due parti (sottosistemi) di esso e il sistema ha delle perdite in uscita si può calcolare il **tasso di ricircolo** di una data materia. Questo è dato dal rapporto fra il flusso in entrata in un sottosistema e quello in uscita come perdita dal sistema stesso.

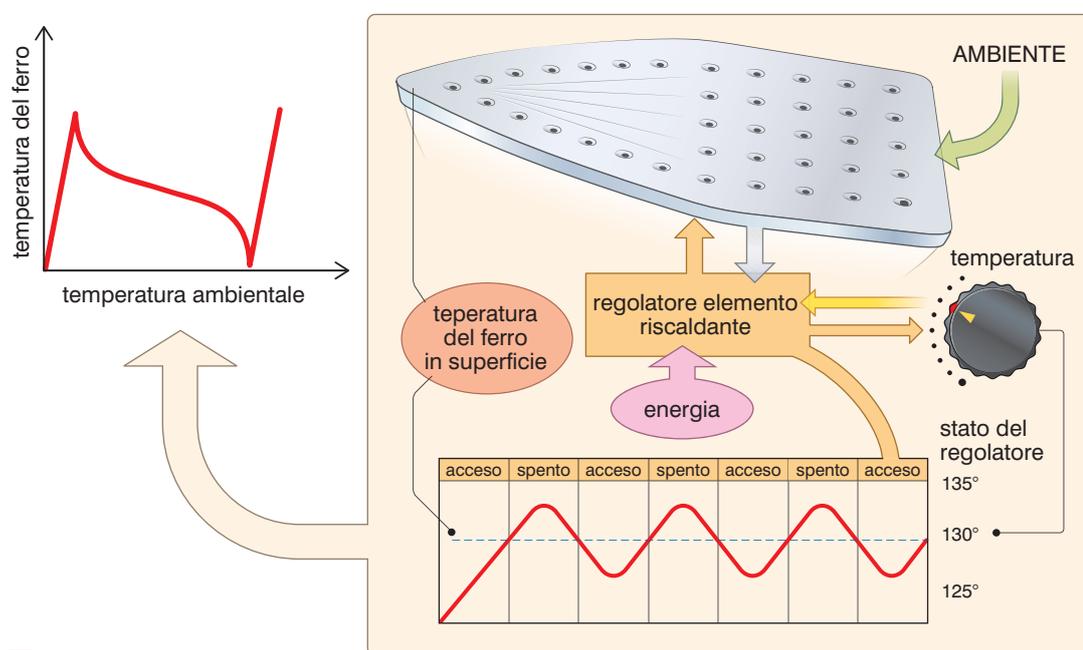
Un semplice esempio di autoregolazione



◀ **Figura 3**

A Termostato di un ferro da stiro. Il sensore è costituito da una striscia di metallo diritta quando è fredda e che si incurva quando viene riscaldata. Man mano che il ferro si riscalda e la striscia si piega la sua estremità si sposta e apre un contatto elettrico, in questo modo la corrente non passa e il ferro comincia a raffreddarsi. Quando la temperatura si è abbassata la striscia si raddrizza, ripristina il contatto e il ferro ricomincia a riscaldarsi.

B Schema del funzionamento della regolazione della temperatura nel sistema ferro da stiro. La regolazione del sensore fa oscillare la temperatura della superficie del ferro intorno a quella prefissata. Il sensore lavora in base ai dati disponibili e alla temperatura prefissata, quindi nel sistema passa informazione, in questo caso variazioni del flusso di energia sulla superficie del ferro.



B

ESERCIZI

1 Per la comprensione del cervello si sono utilizzate finora diverse analogie. L'ultima è di paragonarlo a un computer molto complesso. Secondo te quali vantaggi e quali limiti presenta questa analogia? A volte ci arrabbiamo col nostro pc, perché? Questo fatto cosa ci dice del nostro modo di ragionare per modelli analogici?

2 Rispondi alle varie domande utilizzando la terminologia prevista per i sistemi. In una sala da ballo vi sono cinquanta donne e cinquanta uomini. Quante coppie stanno ballando in un dato momento? Da quali parametri dipende la tua risposta? Se per un dato periodo ballano trenta coppie, vuol dire che ci sono sempre gli stessi ballerini? La sala da ballo per motivi di sicurezza può contenere solo un certo numero di persone. Questo può essere ottenuto limitando a un certo punto l'ingresso nella sala o controllando l'uscita e l'entrata delle persone con un buttafuori. È proprio la stessa cosa? Il numero di coppie e i parametri che hai individuato prima cambiano nei due casi? Le decisioni del buttafuori come potrebbero influire sul numero di coppie che ballano? Il sistema descritto di che tipo è?

3 Come potresti stimare il numero di fili d'erba di un prato?

4 Nel sistema oceano-atmosfera l'acqua che evapora ogni anno dagli oceani è stimata in $455\,000\text{ km}^3$, mentre quella che ricade per pioggia è $409\,000\text{ km}^3$; il contenuto di acqua negli oceani è stimato in $1,40 \times 10^9\text{ km}^3$, mentre quello dell'atmosfera è $1,5 \times 10^4\text{ km}^3$.

Calcola la perdita di acqua del sistema e calcola il tasso di ricircolo dell'acqua rispetto all'atmosfera e all'oceano. Quante volte è riciclata una molecola d'acqua prima di uscire dal sistema oceano-atmosfera? Secondo te quanto permane nel tempo una molecola di acqua nell'atmosfera rispetto all'oceano?

5 Il nostro organismo da quali punti di vista può essere rispettivamente visto come un sistema stazionario, periodico, dinamico?

6 Se prendiamo un righello e lo pieghiamo progressivamente con le mani vedremo che per ogni piccolo incremento di forza che noi diamo l'oggetto si deformerà in misura limitata. Fino a quando possiamo andare avanti in questo processo?

Questo sistema-modello viene utilizzato per i terremoti dove si pensa che le masse rocciose ciclicamente si rompano e le due parti si muovano l'una rispetto all'altra dando luogo alle onde sismiche. Che cosa succede alle masse rocciose tra un terremoto e l'altro? Perché è difficile prevedere quando un terremoto avverrà in una data zona? Rispondi in termini di sistema. I terremoti avvengono in modo irregolarmente ciclico nelle medesime località. Ciò vuol dire che siamo di fronte a sistemi periodici, stazionari o dinamici? Attenzione alla risposta: come è probabile che sia il flusso di energia meccanica in una zona sismica?

7 Un vulcano attraverso una grande eruzione esplosiva espelle nell'atmosfera una grande quantità di polveri. Queste polveri possono costituire il nucleo di condensazione per il vapore acqueo, che proviene dall'evaporazione dell'acqua oceanica, e dare luogo a piogge che portano a terra le polveri. D'altra parte le polveri, se emesse in gran quantità, possono schermare la luce solare, raffreddare il clima terrestre e limitare l'evaporazione dell'acqua marina. Prova a disegnare gli anelli di retroazione sottesi a questi fatti. Come varierebbero se l'eruzione si svolgesse in un'epoca glaciale o in una interglaciale?