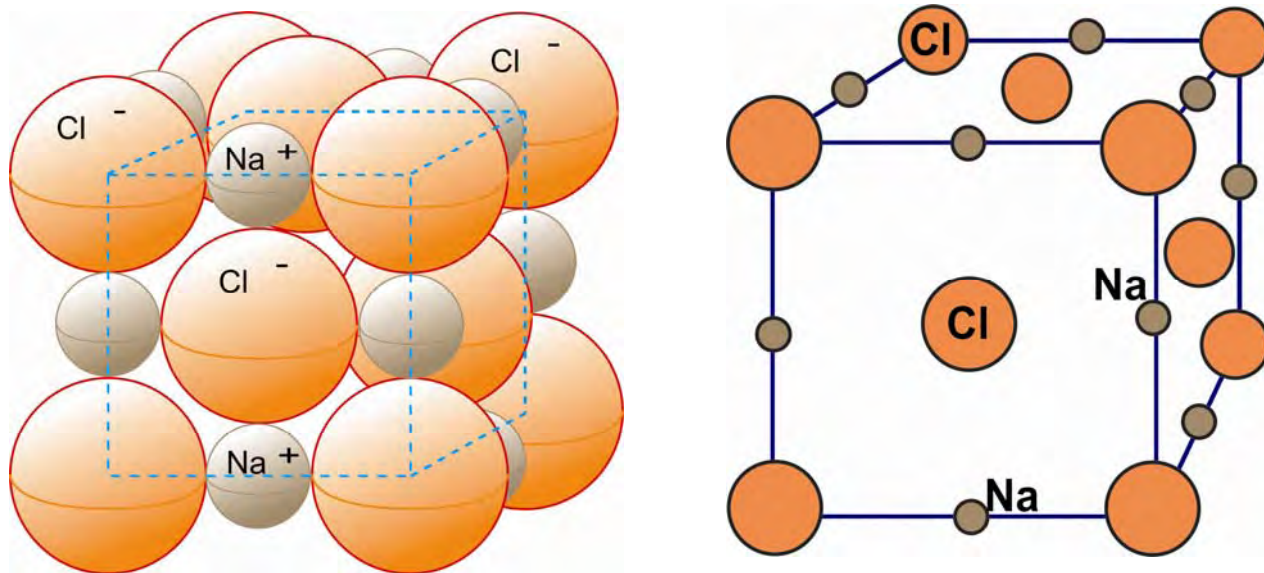
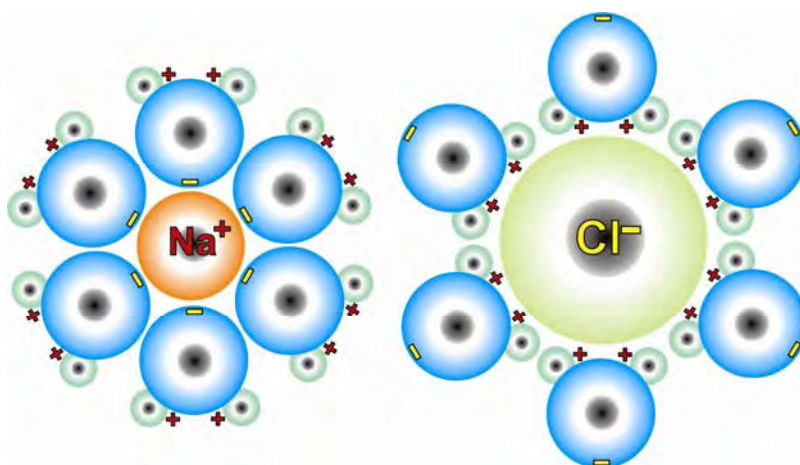


## 4 - SALI MINERALI

Il sale più noto è il cloruro di sodio, il comune sale da cucina; la sua formula è NaCl; esso è formato da numeri uguali di atomi di sodio (Na) e di cloro (Cl), disposti nello spazio in un reticolo ordinato e simmetrico, formando quindi il minerale salgemma. In 30 grammi di sale si trovano oltre 600.000 miliardi di miliardi di atomi di cloro ed altrettanti di sodio.



Nel cloruro di sodio (salgemma) gli atomi di sodio (Na) e di cloro (Cl) sono disposti secondo un ordinato reticolo cristallino. A sinistra è raffigurato un modello a sfere rappresentanti gli atomi. A destra sono raffigurate le posizioni occupate al centro dagli atomi nella "cella elementare". Quando tale sostanza viene messa in acqua gli atomi vengono staccati dal reticolo cristallino sotto forma di ioni. Gli atomi di sodio perdono ciascuno un elettrone che viene acquistato da altrettanti atomi di cloro. I primi pertanto diventano ioni con una carica positiva (cationi  $\text{Na}^+$ ); i secondi diventano ioni con carica negativa (anioni  $\text{Cl}^-$ ). Cationi e anioni vengono quindi circondati (solvatati) dalle molecole d'acqua isolandoli tra loro, completando così il processo di soluzione. La solvatazione è un processo possibile in quanto gli ioni sodio e cloro sono portatori di cariche elettriche, ma tali cariche sono presenti anche nelle molecole d'acqua, veri e propri dipoli elettrici (cfr. scheda 2).



Altri sali molto comuni sono i carbonati, in particolare il carbonato di calcio che ha formula  $\text{CaCO}_3$ , detto "calcite" ed il carbonato doppio di calcio e magnesio che ha formula  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , detto "dolomite". Sono due minerali che compongono le rocce carbonatiche, quali i calcari (nei quali prevale la calcite) e le dolomie (nei quali prevale la dolomite). Per esempio le Dolomiti sono montagne ricche di dolomie. Prevalentemente calcaree sono le Alpi orientali ed il tavolato pugliese. Il carbonato di calcio è il sale prevalente che incrosta i rubinetti, i ferri da stiro a vapore, le lavatrici, le lavastoviglie,...

Altri sali importanti sono i solfati, composti dello zolfo (S), fra i quali i solfati di calcio (come l'anidride ed il gesso), di magnesio (epsomite), di potassio, ... a cui occorre aggiungere i fosfati (composti del fosforo), i nitrati (composti dell'azoto) ed altri ancora, importanti perché costituenti i nutrienti che utilizzano i vegetali per il processo di fotosintesi. **In generale i sali minerali sono presenti in tutti gli alimenti, ma prevalentemente nella frutta e nelle verdure.**

I sali sono più o meno solubili in acqua, formando con essa delle **soluzioni**; vale il seguente schema:

**sale (soluto) + acqua (solvente) ⇒ soluzione** (soluto non distinguibile dal solvente)

Un litro di acqua di mare (1.000 g) è una soluzione complessa, in quanto sono presenti diversi sali disciolti, per un totale di circa 35 grammi, fra i quali quello prevalente è il cloruro di sodio. Facendo evaporare dell'acqua marina (come accade nelle saline), si ottiene del sale del quale oltre il 20 % non è NaCl che va quindi eliminato (raffinazione) per ottenere il prodotto da usare in cucina. Oltre al cloruro di sodio nell'acqua di mare sono dunque presenti altri sali e precisamente:

cloruro di sodio	<b>NaCl</b>	<b>27,2</b>
cloruro di magnesio	<b>MgCl<sub>2</sub></b>	<b>3,8</b>
solfo di magnesio	<b>MgSO<sub>4</sub></b>	<b>1,7</b>
solfo di calcio	<b>CaSO<sub>4</sub></b>	<b>1,3</b>
solfo di potassio	<b>K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	<b>0,9</b>
carbonato di calcio	<b>CaCO<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>
bromuro di magnesio	<b>MgBr<sub>2</sub></b>	<b>0,1</b>
<b>Composizione media dell'acqua marina</b> (g/kg d'acqua). La somma dei valori riportati è pari a circa 35 g/kg, espresso come 35 %.		

Un grammo di sale da cucina si scioglie facilmente in un litro d'acqua; esso sembra sparire nel liquido per formare un miscuglio (acqua salata) omogeneo, cioè dove l'acqua (solvente) ed il cloruro di sodio (soluto) non sono distinguibili. Come avviene il processo di soluzione? Per capire dobbiamo ricorrere alle strutture atomiche degli atomi di sodio e di cloro. Il sodio (Na) ha numero atomico  $Z = 11$ , quindi 11 protoni positivi ( $11e^+$ ) e 11 neutroni nel nucleo; questo è avvolto in una nuvola elettronica costituita da 11 elettroni negativi ( $11e^-$ ). Anche nel Cloro (Cl;  $Z = 17$ ) sono presenti cariche elettriche e precisamente 17 positive (i protoni nel nucleo) e 17 negative (gli elettroni). Come abbiamo visto, in un granello di salgemma (potrebbe essere un grano del sale grosso da cucina), vi sono miliardi di atomi delle due specie disposti un reticolo ordinato.

Quando il granello viene posto nel solvente, le molecole d'acqua agiscono "smontando" tale struttura; vengono cioè "staccati" i singoli atomi sotto forma di **ioni**. In altri termini gli atomi di sodio vengono a trovarsi a "fluttuare" in mezzo alle molecole d'acqua privi di un elettrone nel loro guscio esterno; ciò significa che diventano atomi un po' speciali (ioni appunto) nei quali il nucleo mantiene intera la sua carica ( $11e^+$ ), mentre il guscio presenta una carica complessiva leggermente inferiore ( $10e^-$ ). Il risultato si deduce dalla somma delle due cariche:  $11e^+ + 10e^- = 1e^+$ , il che vuol dire un catione, uno ione sodio  $Na^+$ .

A questo punto resta da chiederci: dove è finito l'elettrone che manca al sodio? Lo troviamo come particella in più nel guscio elettronico del cloro che, quindi, diventa un anione (**Cl<sup>-</sup>**), uno ione negativo ( $17e^+ + 18e^- = 1e^-$ ). Nell'acqua vi sono pertanto piccolissime particelle, ioni  $Na^+$  e  $Cl^-$ , caratterizzate da cariche opposte e che, per tale motivo, tenderebbero ad avvicinarsi per ricostruire il reticolo cristallino del salgemma, ma che invece sono mantenuti separati dall'azione solvente delle molecole d'acqua. Se scaldiamo la soluzione per favorire il processo di evaporazione, le molecole d'acqua via via si allontanano sotto forma di gas, il livello diminuisce e ad un certo punto gli ioni si ritrovano così vicini che riescono a legarsi reciprocamente, fino a formare nuovamente il sale solido con l'evaporazione completa dell'acqua.

Ci siamo limitati a descrivere il processo di soluzione del NaCl in acqua semplicemente quale esempio. Si potrebbe descrivere il processo di soluzione di altri sali per comprendere meglio cosa sono gli ioni, ma ciò rischierebbe un approfondimento eccessivo. Accontentiamoci di una definizione di carattere generale: *gli ioni sono atomi, gruppi di atomi (o molecole) che hanno acquistato una o più cariche elettriche mediante perdita (ioni positivi o cationi) o cattura (ioni negativi o anioni) di uno o più elettroni*. Gli ioni vengono indicati con il simbolo dell'atomo, o la formula del gruppo di atomi o delle molecole, cui si oppone, in alto a destra, un segno + per ogni carica positiva che lo ione possiede o un segno - per ogni carica negativa. Per esempio il solfo di potassio  $K_2SO_4$  in acqua si scioglie dando origine a ioni  $K^+$  ed  $SO_4^{2-}$ , cioè a cationi costituiti da un atomo di potassio con un elettrone in meno e anioni costituiti da un gruppo di atomi (uno di zolfo e quattro di ossigeno) con due elettroni in più.

Tutto questo discorso sui processi di soluzione dei sali in acqua e della conseguente formazione di ioni, serve per comprendere il linguaggio della biologia a proposito dei sali minerali. Essi sono infatti presenti nei liquidi dei corpi dei viventi sotto forma di sostanze in soluzione e quindi di ioni; in alcuni casi inoltre, proprio in quanto "portatori" di cariche elettriche, svolgono precise funzioni.

Nell'acqua marina sono presenti i sali più importanti utili ai viventi, seppure in quantità talora anche molto diverse. In generale lo ione più abbondante è il potassio; la presenza dello ione sodio è discreta e risultano piccole quantità di magnesio e di calcio. Tracce di molti altri elementi sono normalmente presenti e risultano essenziali alla vita; ricordiamo il ferro (nell'emoglobina del sangue; nei molluschi analoga funzione è svolta dal rame) e lo iodio (costituente dell'ormone tiroideo); lo zinco ed il manganese sono regolatori di funzioni enzimatiche importanti. Fra gli anioni predominano il bicarbonato ed il fosfato.

Elementi contenuti in alcuni sali		Presenza nei cibi	Funzioni
<b>Calcio</b>	<b>Ca</b>	Latte, formaggi, gelato, frutta, verdure.	Favorisce lo sviluppo di ossa e denti, la coagulazione del sangue ed il funzionamento di muscoli e di nervi.
<b>Ferro</b>	<b>Fe</b>	Fegato, carni rosse, verdure, legumi, noci, tuorlo d'uovo.	Costituente dell'emoglobina (globuli rossi). Favorisce la crescita dei muscoli.
<b>Magnesio</b>	<b>Mg</b>	Carni rosse, patate, cereali, verdure.	Facilita la sintesi delle proteine. Aiuta il corpo ad utilizzare calcio e fosforo.
<b>Iodio</b>	<b>I</b>	Pesci e molluschi.	Necessario al funzionamento della tiroide.
<b>Fosforo</b>	<b>P</b>	Latte, formaggi, fegato, pesce, uova, pollame, cereali integrali	Aiuta a costruire e tenere sani denti e ossa ed il buon funzionamento dei muscoli. Presenti negli acidi nucleici.