



SOIL

a. 2021

SCIENCE

SUOLI SALINI

Un report esclusivo sui suoli salini e le problematiche di gestione per le coltivazioni

Il 2021 è l'anno dedicato alla salinizzazione dei suoli. Problema molto diffuso in vaste aree del pianeta che ora, a causa della crescente siccità e la conseguente necessità di irrigazioni esterne, sta diffondendosi sempre di più anche in Europa.

Una realtà poco conosciuta

IL SALE NEI SUOLI

Conseguenze del cambio climatico

Il 5 dicembre di ogni anno è celebrato come giornata mondiale del suolo.

Questa giornata è stata fortemente voluta dall'ONU per sensibilizzare l'opinione pubblica verso una risorsa **"non rinnovabile"** come è il suolo [1].

Per il 2021 si è deciso dedicare un focus al tema dei suoli salini, più in dettaglio, al crescente problema della salinizzazione che riduce la disponibilità di suoli per la produzione di alimenti e fibre tessili.

Per capire cosa significa suolo salino e salinizzazione è necessario fare delle premesse teoriche importanti, legate alle caratteristiche di alcune componenti fondamentali per la chimica-fisica dei suoli.

Partiamo con le prime definizioni.



"HALT SOIL SALINIZATION, BOOST SOIL PRODUCTIVITY"



8,7% DI SUOLO

È la percentuale del suolo mondiale salinizzato e dunque non produttivo

\$ 27 MILIARDI

Stima delle perdite dovute alla salinizzazione dei suoli irrigati

MIGRAZIONE

La perdita di fertilità dei suoli è una delle principali cause di migrazione



I SISTEMI COLLOIDALI

- 1 -

COSA SI INTENDE PER COLLOIDE

Ci si riferisce alle dimensioni delle particelle che sono messe in una miscela soluto-solvente [2]. Nella tabella qui accanto vengono riportati alcuni dati comparativi utili a comprendere di cosa si sta parlando.

Come si può vedere, la dimensione delle particelle di un soluto in una vera soluzione è < 2 nm, ovvero il soluto sciolto in soluzione ha delle dimensioni inferiori al miliardesimo di metro [3].

Se il soluto ha delle dimensioni comprese tra 2 nm e 2 micron (cioè comprese tra il miliardesimo e il milionesimo di metro), non si può parlare di vera e propria soluzione ma di **dispersione colloidale**.

In altre parole, un sistema colloidale è costituito da particelle le cui dimensioni sono comprese nell'intervallo delle dimensioni che abbiamo appena spiegato e che sono disperse, e non sciolte, in soluzione.

Se le dimensioni delle particelle di soluto sono più grandi di 2 micron, si parla di sospensione solida.

Da un punto di vista pratico, le particelle di soluto in una vera soluzione non sono visibili con nessun mezzo, quelle delle dispersioni colloidali sono visibili solo con l'uso di un ultra-microscopio, mentre quelle delle sospensioni solide sono visibili anche con un normale microscopio.

TABELLA N.1



Tabella 1 - Dimensioni delle particelle di soluto in un sistema soluto-solvente

SISTEMA	DIMENSIONI PARTICELLE DI SOLUTO (NM)	VISIBILITA'
soluzioni vere	< 2	invisibili
dispersioni colloidali	tra 2 e 2.000	ultra-microscopio
sospensioni solide	> 2.000	microscopio

- 2 -

I COLLOIDI NELLA VITA QUOTIDIANA

Siete curiosi di sapere dove si possono trovare i colloidali nella vita di tutti i giorni?

Bene, ecco qualche esempio.

Una dispersione colloidale è, ad esempio, il gelato.

Proprio quello che d'estate è una delizia, soprattutto se bello soffice.

NOTE

1. una risorsa ambientale è definita **non rinnovabile** quando il tempo necessario del ripristino delle condizioni iniziali è più lungo della vita media di un uomo, stimata in circa 80 anni. Risorse non rinnovabili sono, ad esempio, i suoli, i sedimenti, le acque. Una volta che queste risorse sono contaminate, il ripristino delle loro condizioni di partenza necessita di centinaia se non migliaia di anni. In altre parole, queste risorse cessano di essere a disposizione dell'uso umano per molte generazioni.
2. in una miscela di diversi composti chimici, si definisce **solvente** la componente più abbondante e **soluto** le componenti meno abbondanti.
3. per capire cosa vuol dire miliardesimo di metro bisogna prendere un metro e dividerlo in un miliardo di parti. Una sola di quelle parti corrisponde ad un miliardesimo. Le particelle di un soluto sciolto in soluzione sono più piccole del menzionato miliardesimo di metro. Per milionesimo di metro bisogna fare lo stesso ragionamento, con l'unica differenza di dividere il metro in un milione di parti.

**PER SVILUPPO SOSTENIBILE
SI INTENDE "FAR SÌ CHE
ESSO SODDISFI I BISOGNI
DELL'ATTUALE
GENERAZIONE SENZA
COMPROMETTERE LA
CAPACITÀ DI QUELLE
FUTURE DI RISPONDERE
ALLE LORO".**

Sistemi colloidali

Si tratta di una dispersione cosiddetta gas-liquido in cui piccolissime bollicine di aria sono disperse nella componente liquida del gelato.

Altro sistema colloidale gas-liquido è la **schiuma del cappuccino**.

Se volete approfondire il tema, [qui](#) c'è un articolo ben fatto.

Altro esempio ancora la **maionese**.

In questo caso si tratta della dispersione di minuscole goccioline di olio disperse nel liquido a base di acqua che è presente nelle uova usate per produrre questa salsa.

Sapete che quando in macchina incontrate un **banco di nebbia** vi state muovendo in una dispersione colloidale?

Ebbene sì, si tratta di una dispersione di minuscole goccioline di acqua nell'aria.

Tutte queste dispersioni vengono definite **stabili** quando permangono per un tempo superiore alle due ore.

In altri termini, se la dispersione non è soggetta a **flocculazione** per più di due ore allora è considerata stabile.

Se ci pensate, la maionese permane nella sua forma per tempi molto lunghi. Se aprite il barattolo e notate un sottile velo di olio, non dovete preoccuparvi: le minuscole goccioline di olio si sono aggregate e sono andate a formare uno strato sottile, il film di cui abbiamo appena parlato.

Quando si alza la temperatura, le minuscole gocce di acqua che costituiscono la nebbia di disgregano formando vapore acqueo e la nebbia si dissolve. Se le goccioline di acqua continuano ad aggregarsi, la nebbia si trasforma in pioggia.

E il gelato?

Beh, in questo caso l'aumento della temperatura fa sciogliere il gelato. Man mano che le molecole di acqua si liquefano, le minuscole bollicine di aria si aggregano e si disperdono nell'atmosfera.

LO SAPEVATE CHE
LA NEBBIA È UN
SISTEMA
COLLOIDALE?



FLOCCULAZIONE

Il termine flocculazione si riferisce alla formazione di "flocchi" sospesi dovuti all'aggregazione di particelle colloidali.



COSA RENDE STABILI LE DISPERSIONI COLLOIDALI

In termini tecnici possiamo dire che sulle minuscole particelle colloidali agiscono forze differenti.

Una di queste è la forza di **gravità**.

Le altre sono chiamate **forze dispersive**.

È tutta questione di forza

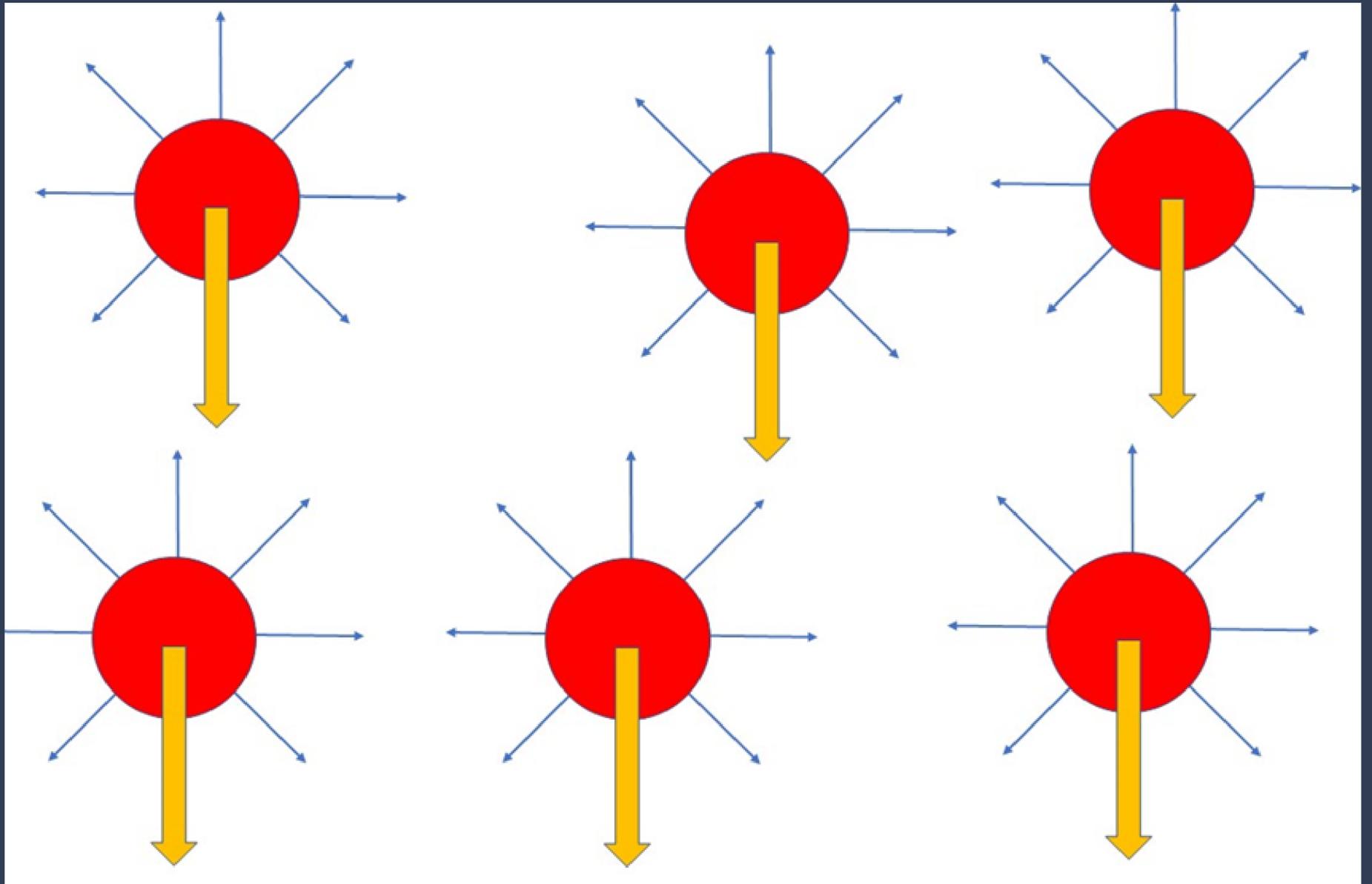


FIGURA 1. LE PALLINE ROSSE SONO PARTICELLE COLLOIDALI. LE FRECCHE GIALLE RAPPRESENTANO LA FORZA DI GRAVITÀ. LE FRECCHE BLU SONO LE FORZE DISPERSIVE.

- 4 -

Qual è la natura delle forze dispersive?

Se le particelle colloidali sono cariche elettricamente (ovvero sono cationi se cariche positive, o anioni se cariche negative), le forze dispersive sono le repulsioni elettrostatiche tra cariche dello stesso segno.

In questo caso si parla di sistemi colloidali di tipo **elettrocristico**.

Se le particelle colloidali non sono ioni (cioè sistemi dotati di carica elettrica), allora le forze dispersive sono dovute alle interazioni tra le molecole di soluto e quelle di solvente che si muovono di **moti browniani** [4].

Gli urti tra le particelle colloidali e le molecole di solvente consentono di tenere in dispersione i colloidali.

FORZE DISPERSIVE

MOTI BROWNIANI

4. I moti browniani sono movimenti casuali, rapidi e irregolari che consentono a sistemi microscopici di essere spostati in ogni direzione dello spazio.

LA FLOCCULAZIONE

- 5 -

COME FUNZIONA?

I fattori che consentono alle particelle colloidali di flocculare sono il pH, la temperatura, la viscosità del mezzo e la forza ionica.

Il pH è il logaritmo decimale dell'inverso della concentrazione idrogenionica che, tradotto in parole più semplici, significa che questo parametro misura la quantità di ioni H⁺ (ovvero idrogenioni) presenti in una soluzione acquosa.

A 25°C il valore del pH al quale corrisponde l'**elettroneutralità**, ovvero il numero di cariche positive è uguale a quello di cariche negative, è 7.

Alla stessa temperatura, valori di pH inferiori a 7 indicano elevata concentrazione di idrogenioni e, quindi, ambiente **acido**.

Sempre alla temperatura di 25 °C, valori di pH superiori a 7 indicano concentrazioni idrogenioniche progressivamente decrescenti e, quindi, ambiente **basico**.

PROCESSO DI FLOCCULAZIONE

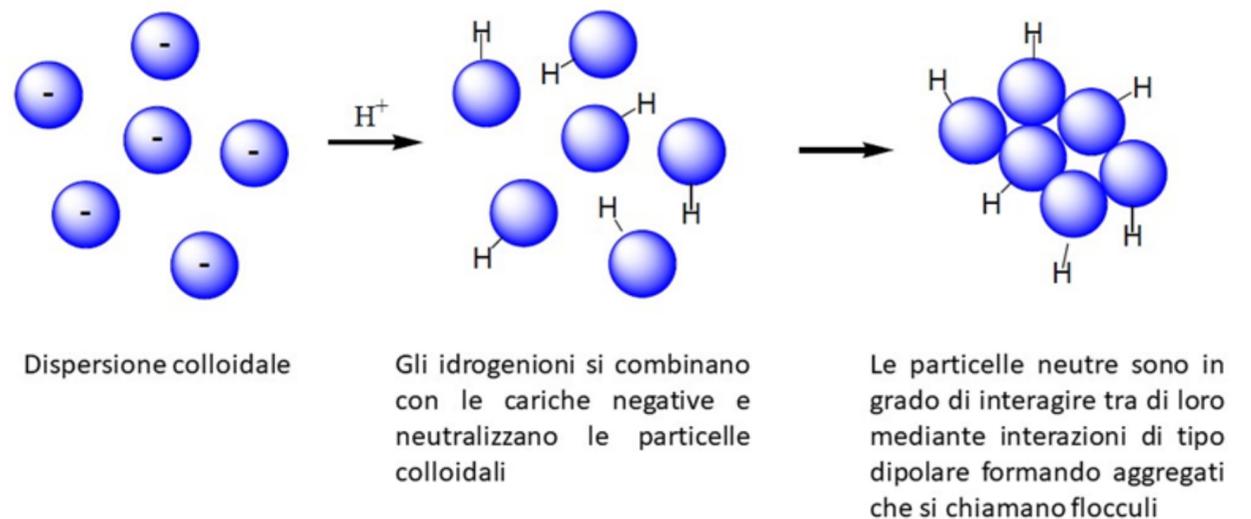


FIGURA 2. EFFETTO DEL pH SUL PROCESSO DI FLOCCULAZIONE

- 6 -

RIDUZIONE DEL pH

La Figura 2 mostra l'effetto di una riduzione di pH (aumento di acidità) sulla stabilità di una dispersione colloidale le cui particelle sono cariche negativamente. Le particelle cariche negativamente vengono protonate, ovvero le cariche negative vengono neutralizzate dalle cariche positive rappresentate dagli idrogenioni. Per effetto della neutralizzazione, le forze dispersive dovute alle repulsioni elettrostatiche vengono meno e le particelle colloidali possono aggregarsi grazie alle interazioni dipolari [5].

Man mano che le dimensioni di questo aggregato aumentano, si formano dei "flocchi" o "flocculi" che galleggiano sulla superficie del solvente se la loro densità è più piccola di quella del solvente oppure precipitano se la loro densità risulta maggiore di quella del solvente.

LE INTERAZIONI DIPOLARI

5. Le interazioni dipolari sono dovute al fatto che una specie chimica elettricamente neutra è dotata di una nuvola elettronica polarizzabile. In altri termini, la nuvola di elettroni che circonda una molecola, in un dato istante, si organizza in modo tale che il centro delle cariche positive si distingue da quello delle cariche negative. Si osserva, cioè, una separazione di carica. La molecola in cui avviene questa separazione di carica induce una medesima separazione in una molecola vicina. Come risultato le due molecole si attraggono in modo tale che la parte negativa della prima molecola si dispone accanto a quella positiva della seconda molecola. Si forma, quindi, un aggregato che viene indicato come flocculo.

Flocculazione e temperatura

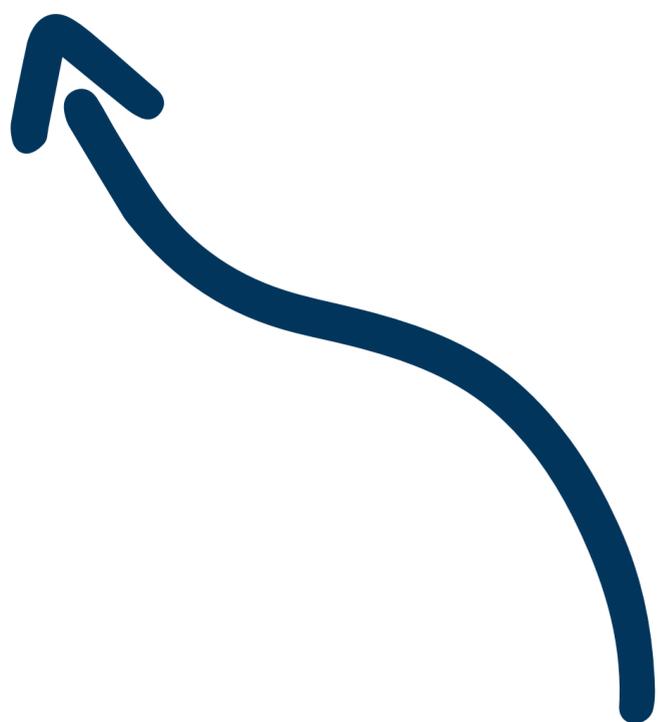
Anche la temperatura gioca il suo ruolo nel processo di flocculazione.

Infatti, se aumentiamo la temperatura, aumenta la velocità con cui le particelle si muovono nel sistema.

A questo aumento di velocità corrisponde un aumento del numero di urti tra le particelle stesse.

L'aumento del numero di urti ha come conseguenza l'aumento di probabilità di urti efficaci, ovvero di urti che portano alla formazione di aggregati in cui le particelle colloidali si "uniscono" le une alle altre mediante interazioni dipolari.

Come nel caso precedente, l'aumento progressivo delle dimensioni degli aggregati porta alla riduzione dell'effetto delle forze dispersive e, quindi, alla formazione di flocculi che o galleggiano sul solvente oppure sono sospesi e poi precipitano.



VISCOSITÀ E FORZA IONICA

- 8 -

La viscosità

Molto spesso nel linguaggio di tutti i giorni usiamo il termine **viscosità**. Diciamo, per esempio, che un olio è più viscoso di un altro oppure che è più viscoso dell'acqua. Ma abbiamo veramente idea di cosa significhi il termine "viscosità"?

Molto semplicisticamente e per gli scopi di questa dispensa, possiamo dire che con questo termine si intende la capacità di un mezzo (per esempio il solvente di una miscela qualunque) di opporsi al movimento del soluto in esso contenuto.

Più grande è la viscosità del solvente, più lentamente si muovono le particelle di soluto all'interno del sistema. Questo vuol dire che un aumento di viscosità comporta una riduzione della capacità di formare flocculi.

Al contrario, una diminuzione della viscosità (come conseguenza, per esempio di un aumento di temperatura) comporta un aumento della capacità di flocculazione.

LA FORZA IONICA NELLA FLOCCULAZIONE

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n C_i Z_i^2$$

FIGURA 3. LA FORZA IONICA (I) È LA SOMMATORIA DIVISA PER DUE DEL PRODOTTO DELLA CONCENTRAZIONE (C_i) E DELLA CARICA (Z_i) AL QUADRATO DI TUTTE LE SPECIE CHIMICHE (INDICATE COL PEDICE I) PRESENTI NELLA MISCELA SOLUTO-SOLVENTE. LE SPECIE CHIMICHE CUI SI FA RIFERIMENTO SONO I SOLUTI.

- 9 -

La forza ionica

Enchiammo ora alla "forza ionica".

Non è una espressione comune, lo sappiamo. Però non è un concetto complicato.

Vediamolo assieme.

La forza ionica è l'indicazione della quantità di carica presente in una miscela soluto-solvente.

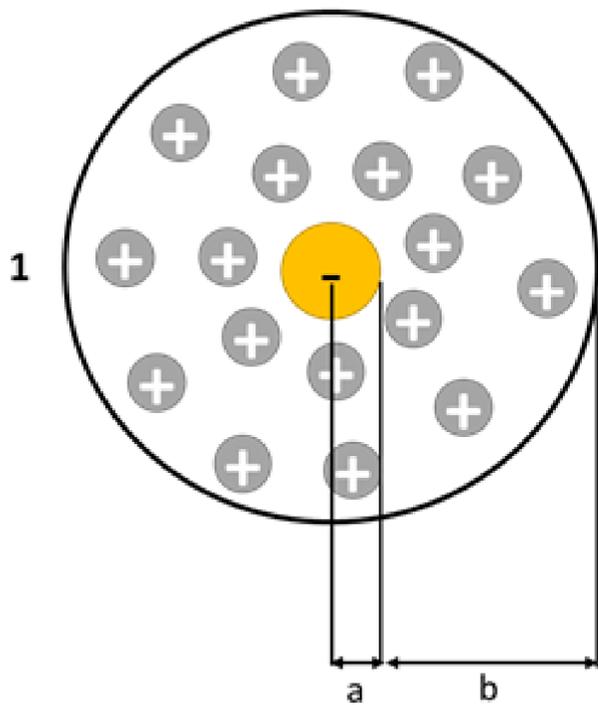
In Figura 3 si riporta la formula con cui viene calcolata la forza ionica di una miscela complessa.

La forza ionica non si misura, si calcola.

Più elevato è il valore della forza ionica, più elevato è il numero di specie cariche (sia positivamente che negativamente) nel sistema preso in considerazione.

Ma perché la forza ionica è implicata nel meccanismo di flocculazione?

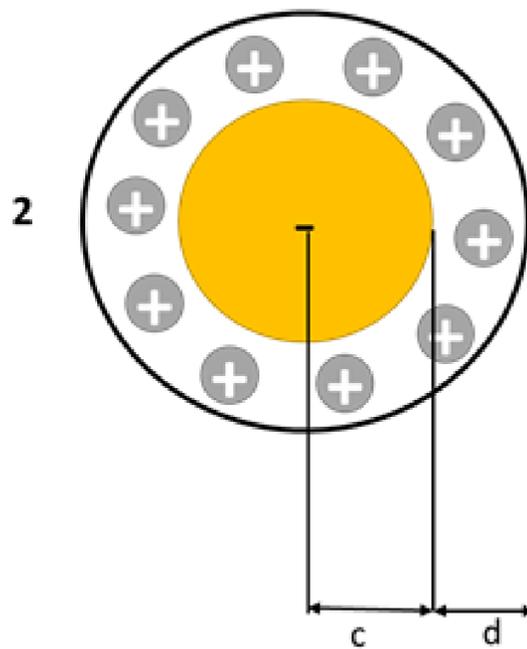




- a =raggio dello ione;
- $a+b$ =raggio della particella colloidale fatta dallo ione negativo e dai controioni

$$a < c$$

$$a+b < c+d$$



- c =raggio dello ione;
- $c+d$ =raggio della particella colloidale fatta dallo ione negativo e dai controioni

FIGURA 4. IN GIALLO SONO RAPPRESENTATE DUE PARTICELLE CARICHE NEGATIVAMENTE. LA N. 1 HA RAGGIO (A) PIÙ PICCOLO DI QUELLO (C) DELLA PARTICELLA 2. LA DENSITÀ DI CARICA (DEFINITA COME RAPPORTO TRA QUANTITÀ DI CARICA E VOLUME DELLA PARTICELLA) È PIÙ GRANDE PER LA PARTICELLA 1. A CAUSA DELLA MAGGIORE DENSITÀ DI CARICA, IL NUMERO DI CONTROIONI NECESSARI PER LA NEUTRALIZZAZIONE DELLA CARICA DELLA PARTICELLA 1 È PIÙ GRANDE DI QUELLO NECESSARIO PER NEUTRALIZZARE LA PARTICELLA 2.

In Figura 4 si riportano in giallo due particelle con carica negativa.

La particella **1** ha dimensioni più piccole della particella **2**.

La densità di carica si misura come rapporto tra la quantità di carica (cioè numero di cariche elettriche presenti su ogni particella) e il volume della particella stessa.

Da quanto scritto dovrebbe essere evidente che la densità di carica della particella 1 è maggiore di quella della particella 2.

Questo vuol dire che il numero di cariche positive (chiamate **controioni**) necessario per neutralizzare la carica della particella 1 è più grande di quello per la neutralizzazione delle cariche della particella 2.

Come conseguenza, le dimensioni della particella 1 - circondata dai controioni - sono più grandi di quelli della particella 2 nelle stesse condizioni.

Quando parliamo di sistemi colloidali, stiamo discutendo di sistemi complessi in cui ogni particella colloidale è costituita da uno ione - con una certa carica elettrica - circondato da un certo numero di controioni necessari a neutralizzarlo.

In altre parole, particelle colloidali non sono le palline gialle della Figura 4, bensì le palline gialle più quelle grigie che le circondano.

Fatta questa lunga premessa, prendiamo la particella 1 ed aggiungiamo un eccesso di cariche positive come indicato in Figura 5.

Stiamo, cioè, aumentando la quantità di carica del sistema, cioè stiamo aumentando la forza ionica.

Per effetto della repulsione tra cariche positive, le dimensioni della particella colloidale diminuiscono. La diminuzione delle dimensioni favorisce l'aggregazione tra particelle differenti e, di conseguenza, la flocculazione.

EFFETTO DELLA FORZA IONICA

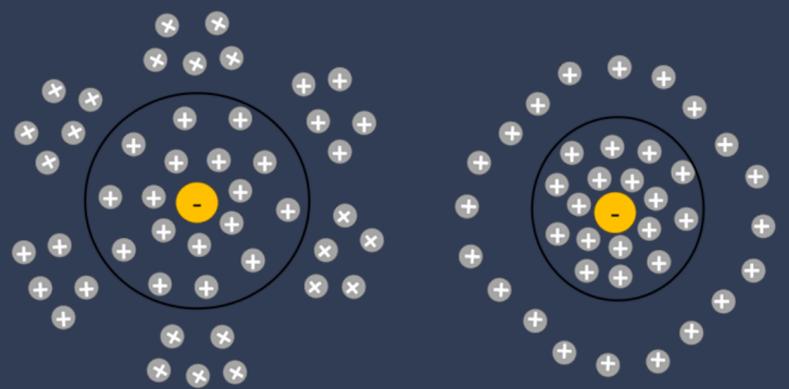


FIGURA 5. EFFETTO DELLA FORZA IONICA SULLE DIMENSIONI DI UNA PARTICELLA COLLOIDALE

CONTROIONI

Data una carica elettrica avente un certo segno, per esempio negativa, un controione è una particella con carica opposta alla precedente, per l'esempio fatto è una carica positiva. Quindi, una carica positiva ha come controione una carica negativa e viceversa.

THE VIDEO

SALT AFFECTED SOILS

WinOsa - winecook 2021



COURTESY FAO - SALT-AFFECTED SOILS: DISCOVERING A MISSED REALITY

Fine prima parte.

La seconda parte verterà sui colloidi del suolo e sulle interazioni tra colloidi e sali