

L'analisi chimica del suolo: uno strumento indispensabile per un'agricoltura di qualità

19 dicembre 2025

Roberto OPPEDISANO
ARSAC
Centro Sperimentale Dimostrativo
LOCRI

In una agricoltura moderna, sempre più indirizzata verso produzioni di qualità, è essenziale conoscere le effettive dotazioni di elementi nutritivi presenti nel terreno, nonché i diversi parametri pedologici che influiscono sulla loro dinamica, per poter elaborare dei piani di concimazione basati sulle reali condizioni locali e non su generiche ricette.

In quest'ottica, le analisi agrochimiche del suolo rappresentano lo strumento fondamentale per l'elaborazione di un corretto piano di concimazione, che consenta di ridurre i costi ottimizzando la produzione

Le analisi del suolo sono un supporto indispensabile
per:

- individuare gli elementi nutritivi carenti e quindi limitanti per le produzioni agricole;
- quantificare la reale disponibilità dei vari elementi nutritivi nel terreno al fine di calibrare in modo ottimale le concimazioni;
- Effettuare una corretta diagnosi delle carenze, squilibri o eccessi di elementi;
- Indirizzare altre pratiche agricole quali le lavorazioni, l'irrigazione, la scelta delle colture e dei portinnesti.

Ai fini della corretta interpretazione del risultato chimico, per la stesura di un valido piano di concimazione, un laboratorio deve verificare e rispettare scrupolosamente due fondamentali procedure:

- il corretto campionamento del suolo
- l'impiego di metodiche di analisi ufficiali

IL CAMPIONAMENTO DEL SUOLO

E' la fase più delicata di tutto il processo analitico.

L'analisi di laboratorio può essere eseguita nel modo più preciso e accurato possibile ma se il campione non è rappresentativo di tutto l'appezzamento di terreno di cui si vogliono conoscere le caratteristiche, i risultati delle analisi possono indurre a scelte sbagliate.

EPOCA DEL PRELIEVO

Per evitare l'influenza dei fertilizzanti sui risultati analitici è necessario far passare almeno tre mesi dall'ultima concimazione prima di eseguire il prelievo.

IL MATERIALE PER IL CAMPIONAMENTO

Dovrete avere a disposizione:

- una vanga o un badile;
- una cazzuola;
- un secchio o una capiente bacinella (puliti);



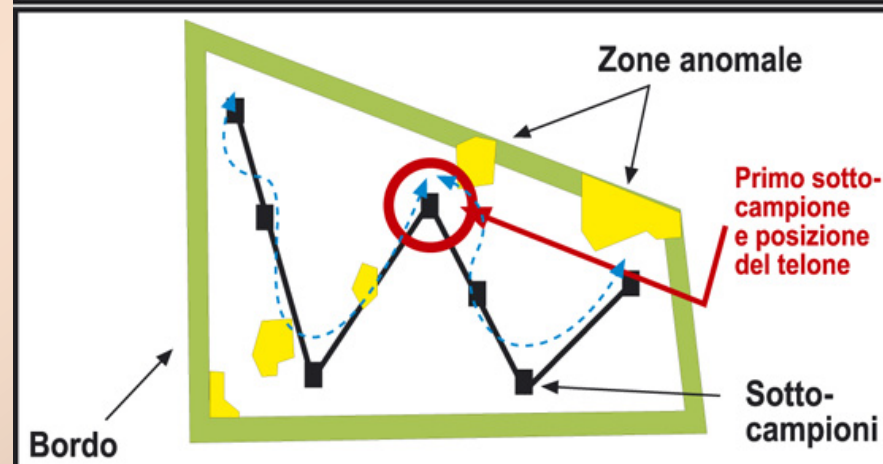
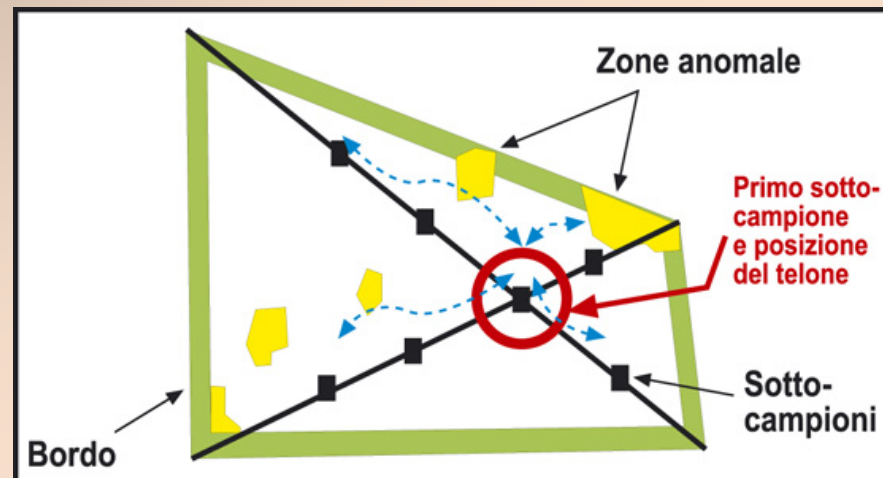
L'IMPORTANZA DEL CAMPIONAMENTO: IL NUMERO E LA POSIZIONE DEI SOTTOCAMPIONI

- Affinché i dati delle analisi abbiano valore, occorre che i pochi grammi di terreno che giungono in laboratorio rappresentino, per quanto possibile, la massa di suolo presente nel campo prescelto. I terreni italiani raramente sono omogenei; in moltissimi casi, in uno stesso campo, si ritrovano due o più tipi di suoli con caratteristiche diverse. Occorrerà, allora, che il campione raccolto sia composto da numerosi sottocampioni, in grado di descrivere la situazione media del campo analizzato.

Superficie del campo	Numero di sottocampioni
1,0 - 1,5 ha	5
1,6 - 2,0 ha	6
2,1 - 2,5 ha	7
2,6 - 3,0 ha	8
3,1 - 3,5 ha	9
3,6 - 4,0 ha	10

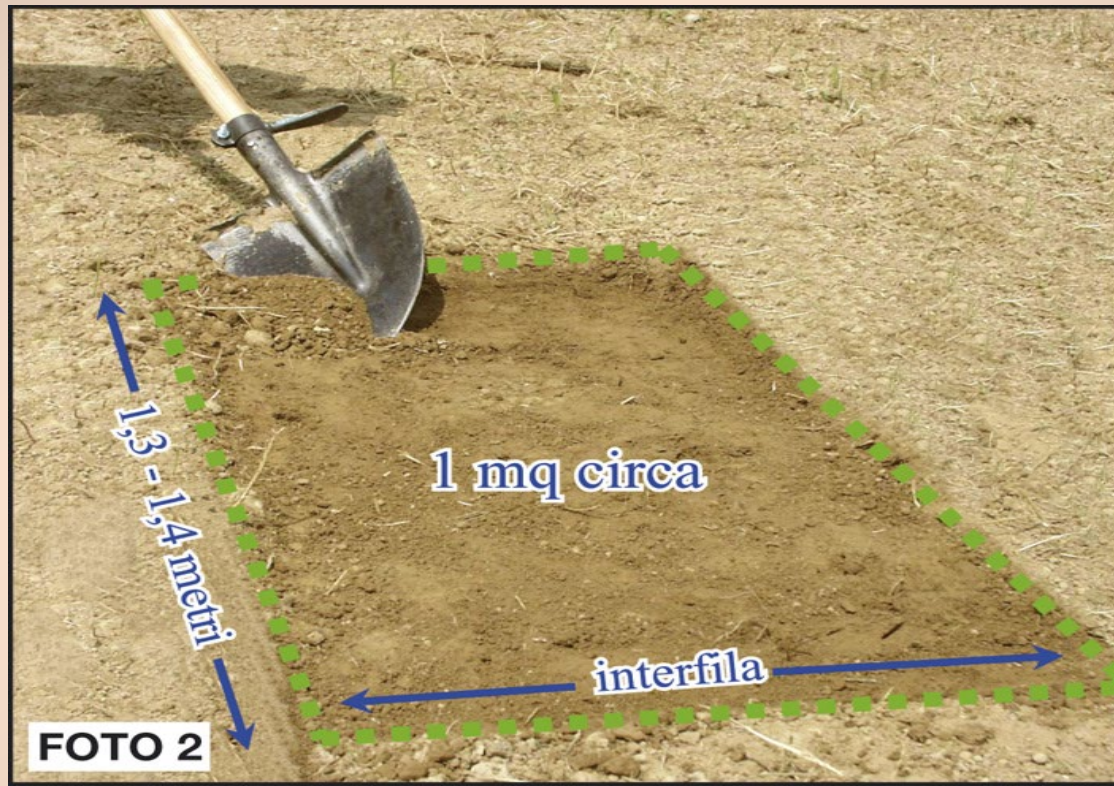
- Tenete presente che le normali analisi di laboratorio sono eseguite su 5-10 grammi di terreno , che vengono estratti dal campione inviato: è quindi fondamentale che nel terreno da voi raccolto siano rappresentate tutte le zone del campo. Il numero minimo di sottocampioni da raccogliere va calcolato in base alla superficie dell'appezzamento, come riportato nella tabella a lato, e non deve essere mai inferiore a 5.

Per la scelta dei punti di prelievo si fa riferimento ai due schemi riportati a lato. Il punto di prelievo di ogni singolo sotto-campione va individuato lungo un percorso ad X o W, evitando le eventuali zone anomale ed i bordi dell'appezzamento.



Per la raccolta del sotto-campione procedere come illustrato nei punti seguenti:

pulire dai residui colturali lo spazio tra due file della coltura precedente (se presenti), in modo da liberare una zona di circa 1 m^2 al centro della zona pulita rimuovere con la vanga o il badile uno strato superficiale di terreno di 2-3 cm , come evidenziato nella foto



scavare con la vanga o il badile una buca a pareti verticali, profonda circa 30 cm



- sul lato della buca dove rimane ancora $\frac{1}{3}$ della zona pulita, tagliare e prelevare una fetta verticale di terreno, spessa 3-4 cm e che arrivi fino in fondo alla buca



MISCELAZIONE DEI SOTTO-CAMPIONI

- Al termine del campionamento occorrerà **miscelare accuratamente** con la cazzuola tutto il terreno presente sul telo nero.
- Per campionare correttamente il terreno sul telo, dopo accurata miscelazione, idealmente dividete il cumulo in 4 parti e prelevate un intero settore, come illustrato nella foto



Metodi ufficiali:

- Sono indicati dai D.M. n. 79 del 11/05/1992 e D.M. n. 185 del 13/09/1999.

Una analisi di routine che sia efficace
in genere prevede le seguenti determinazioni:

- Tessitura
- pH
- Conducibilità elettrica
- Calcare totale
- Calcare attivo
- Sostanza organica
- Azoto totale
- Fosforo assimilabile
- Potassio assimilabile
- Macroelementi assimilabili

Determinazione della tessitura

L'analisi granulometrica ha lo scopo di classificare e quantificare le particelle costituenti il terreno secondo classi di grandezza prestabilite.

FRAZIONE DIMENSIONE DELLE PARTICELLE

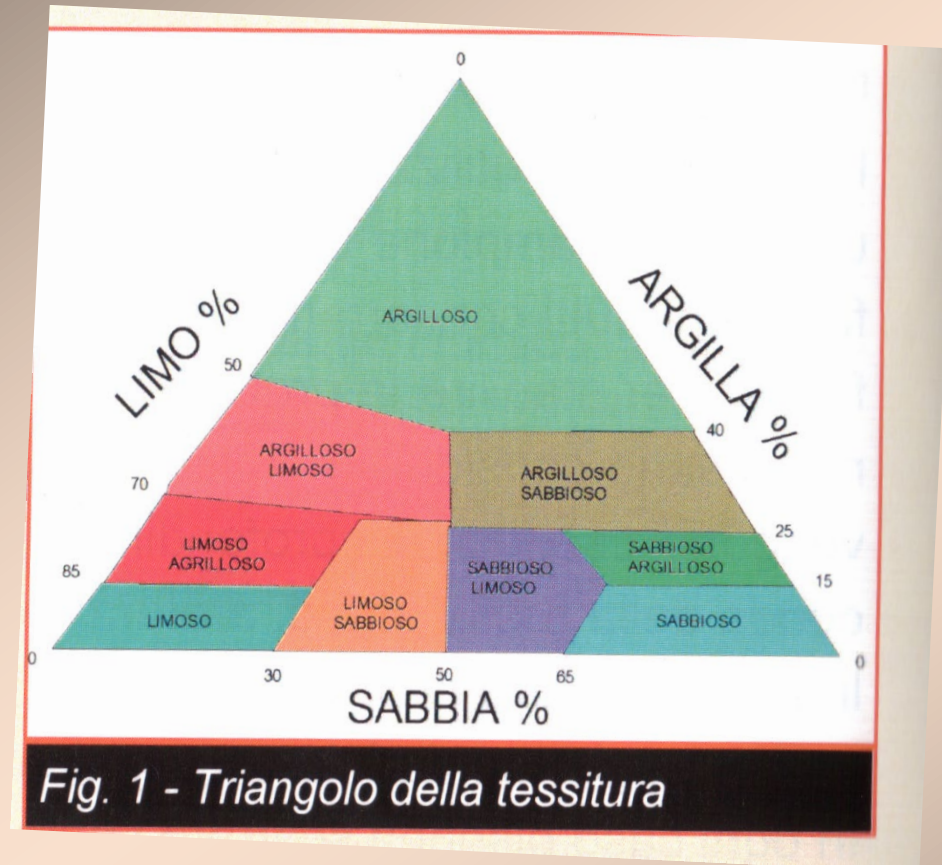
Scheletro > 2.0 mm

Sabbia da 2.0 a 0.050 mm

Limo da 0.050 a 0.002 mm

Argilla < 0.002 mm

Il suolo viene classificato con il triangolo della tessitura in base alla percentuale di frazioni granulometriche risultanti dall'analisi.



Conoscere la granulometria del suolo è importante per le lavorazioni del terreno, la scelta della coltura e per le pratiche di concimazione e diserbo.

Tessitura

- effetti delle classi granulometriche sulle proprietà fisiche, idrologiche e chimiche del suolo

<i>Scheletro</i>	<i>drenaggio, lavorabilità, diluizione terra fine</i>
<i>Sabbia</i>	<i>porosità e drenaggio</i>
<i>Limo</i>	<i>permeabilità</i>
<i>Argilla</i>	<i><u>C.S.C.</u>, porosità, permeabilità, <u>struttura</u></i>

Tessitura

Variazione di
alcuni parametri
in funzione del
rapporto
argilla/sabbia +
limo (A/S+L) in
condizioni di
buona struttura

	(A/S+L)		
parametri	1/1	1/5	1/10
Porosità (V/V)	53-55	43-49	32-42
Permeabilità (mm/h)	4	13	50
Resistenza alla lisciviazione	m. alta	media	m. scarsa
V mineralizzazione S.O.	lenta	buona	m. elevata
C. Idrica max (m ³ /ha)	7600	5800	3000
Capacità di campo (m ³ /ha)	3800	2900	1500
Punto di appassimento (m ³ /ha)	1900	1300	700
Acqua disponibile (m ³ /ha)	1900	1600	800
Densità apparente (t/m ³)	1.1-1.2	1.3-1.35	1.5

Determinazione del pH

L'analisi del pH ha lo scopo di determinare l'acidità del terreno, che corrisponde alla quantità di ioni H_3O^+ presenti in una soluzione acqua-suolo. Il metodo si basa sulla misura potenziometrica di una soluzione suolo/acqua. Il terreno in base alla misurazione dell'acidità può essere così classificato:

VALORE

0-5.5

5.5-6.1

6.1-6.8

6.8-7.3

7.3-8.0

8.0-8,6

>8.6

GIUDIZIO

Molto acido

Acido

Subacido

Neutro

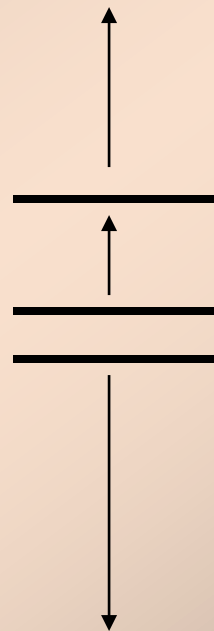
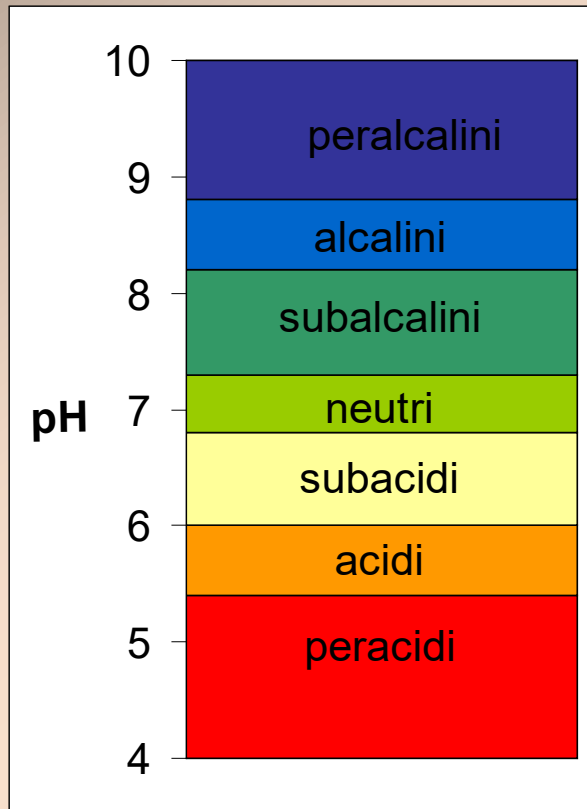
Subalcalino

Alcalino

Molto alcalino

pH e classe di reazione

*Classificazione dei suoli
in base al pH*



Carbonati di Na e Mg

Carbonato di calcio

Insaturazione del
complesso di scambio

pH estremi: >8.5 (alcalinità sodica)

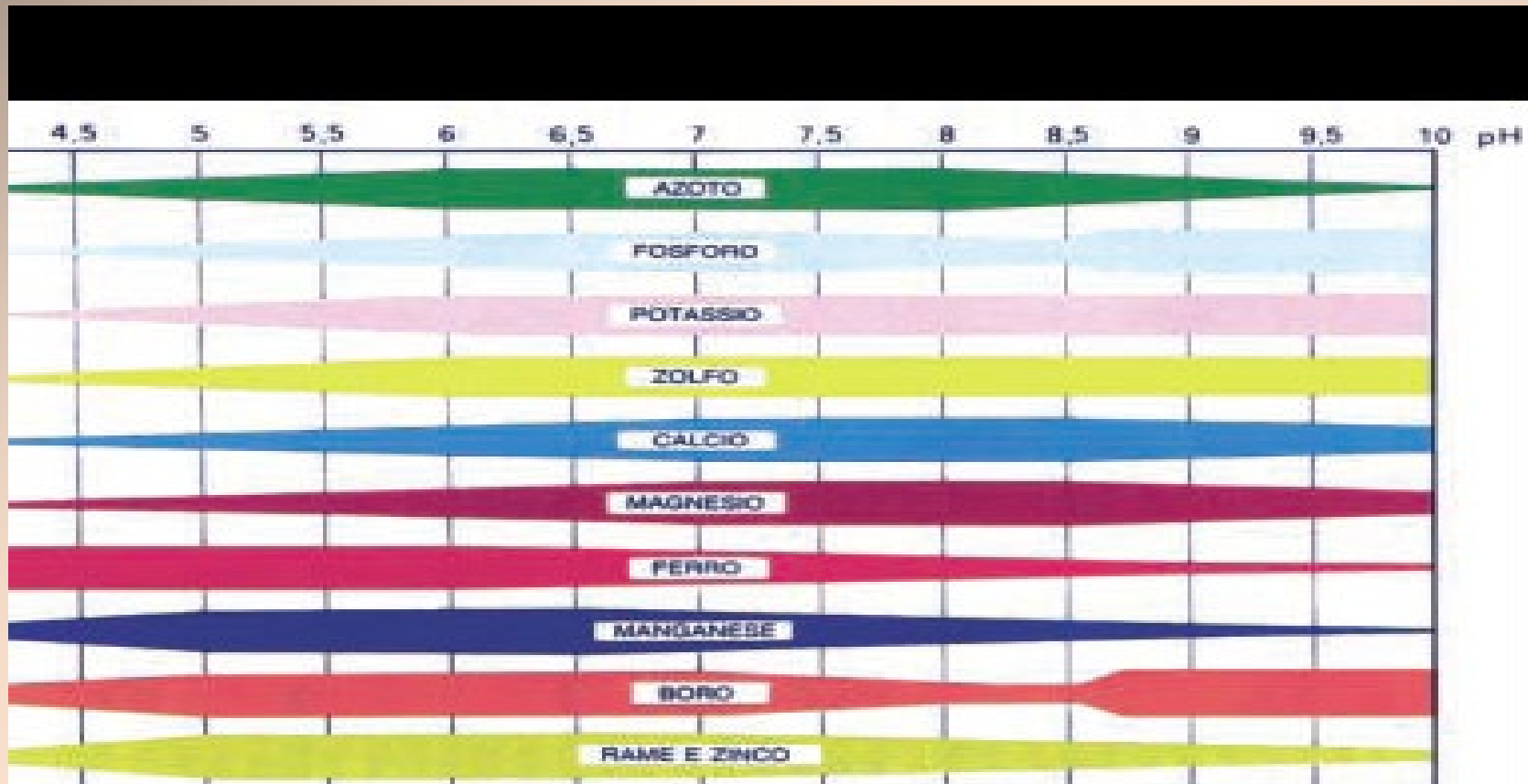
➤ *Problemi nutrizionali*

- *Fitotossicità da sodio e da ione bicarbonato*
- *Squilibri nutrizionali per antagonismo del Na con le altre basi*
- *Stress idrico e ridotta attività fotosintetica*
- *Carenze di P e microelementi (Fe, Zn, Cu, Mn, B)*

➤ *Problemi di struttura del suolo*

- *Diminuzione della conducibilità idraulica e della porosità*
- *Diminuzione della portanza*

La conoscenza del valore del pH è di importanza fondamentale in agronomia. Al variare del pH infatti varia la disponibilità degli elementi nutritivi del suolo e le specie agrarie possono essere acidofile (prediligono suoli acidi), alcalofile (prediligono suoli alcalini) o neutrofile (prediligono suoli neutri)



Determinazione della conducibilità

Tale analisi ha lo scopo di misurare la presenza di Sali disciolti nel terreno. Il metodo si basa sulla proprietà di una sospensione acqua-suolo di condurre corrente elettrica grazie alla presenza di sali in soluzione.

VALORE (mS/cm)	GIUDIZIO
0-3	Bassa
3-6	Media
6-12	Elevata
>12	Eccessiva

Un eccesso di conducibilità indica un eccesso di salinità, che provoca scompensi nell'equilibrio osmotico cellulare della pianta. Il sintomo evidente è l'appassimento e la riduzione nell'accrescimento.

Determinazione del calcare totale

L'analisi del calcare totale ha lo scopo di determinare la quantità di tutti i carbonati presenti nel terreno (calcio, magnesio, potassio, e sodio), anche se impropriamente il risultato viene espresso come carbonato di calcio.

VALORE (CaCO₃ %)

GIUDIZIO

0-9

Basso

9-18

Medio

18-25

Elevato

>25

Eccessivo

Il calcare totale è rappresentato da elementi grossolani del terreno.

I materiali calcarei, se presenti **in eccesso**, inibiscono l'assorbimento del ferro e del fosforo rendendoli insolubili e innalzano il pH del suolo.

Se presenti **in giusta quantità** sono costituenti importanti del terreno:

forniscono calcio e magnesio neutralizzano l'acidità.

Gli ioni calcio hanno un ruolo importante nel mantenimento della struttura del terreno

Calcare totale

Carbonati di calcio e magnesio in particelle di varia dimensione

- *Effetti del calcare:*
- *Insolubilizzazione di P, Fe*
- *Riduzione della capacità di ritenzione idrica*
- *Formazione di croste superficiali*
- *Flocculazione dei colloidi*

- *Attenuazione degli effetti negativi del calcare:*
- *Apporto di sostanza organica (ammendanti e residui colturali)*
- *Concimazione fogliare*
- *Uso di elementi chelati*

Determinazione del calcare attivo

L'analisi del calcare attivo ha lo scopo di determinare la frazione di carbonati potenzialmente presenti nelle soluzioni circolanti del suolo con liberazione di Ca^{++} . Pur esprimendo la quantità di calcare attivo come carbonato di calcio in realtà si determina la quantità di ioni Ca^{++} liberata da tutti i sali che in soluzione lo rendono disponibile (nitrati, cloruri, solfati ecc..) e da quelli della soluzione circolante.

Esso rappresenta l'aliquota delle particelle di materiale calcareo più fini e reattive.

VALORE (CaCO ₃ %)	GIUDIZIO
0-2	Basso
2-5	Medio
5-10	Elevato
>10	Eccessivo

Un eccesso di calcare attivo può inibire l'assorbimento del ferro provocando clorosi ferrica.

È di fondamentale importanza conoscere i valori di calcare attivo per la scelta dei portinnesti, molti portinnesti, infatti, tollerano percentuali di calcare attivo anche elevate.

Determinazione della sostanza organica

La sostanza organica del suolo è un componente molto importante ha infatti funzioni sia nutritive che strutturali. Essa aumenta la capacità di scambio cationico favorendo l'assorbimento di cationi e anioni.

VALORE (Sostanza organica %)	GIUDIZIO
0-0.9	Scarsa
0.9-1.5	Sufficiente
1.5-2.9	Buona
>2.9	Eccessiva

L'humus (sostanza organica) presente nei suoli, si origina da resti animali e vegetali, da escrementi rilasciati da organismi come vermi, funghi e batteri. E' composto per lo più da zuccheri, amidi, cellulosa e derivati dell'azoto; lignina e materiale inorganico.

Gli effetti benefici dell'humus sono:

- **Capacità di mantenere la struttura del suolo, aiutando a legare i vari composti;**
- **Mantenere i nutrienti disponibili, essendo carico negativamente (la maggior parte dei nutrienti sono di carica positiva) e rilasciandoli, poi, gradualmente;**
- **Aumentare la capacità di ritenzione idrica;**
- **Rendere più facile la lavorazione del terreno per via della sua struttura soffice;**
- **scurisce il colore del suolo, aumentando la capacità di assorbire il calore.**

Sostanza organica

Proprietà del suolo influenzate:

- *Struttura e capacità di ritenzione idrica*
- *Capacità di scambio cationico*
- *Proprietà chelanti (P)*
- *Disponibilità di elementi nutritivi (N, P, S)*
- *Colore*

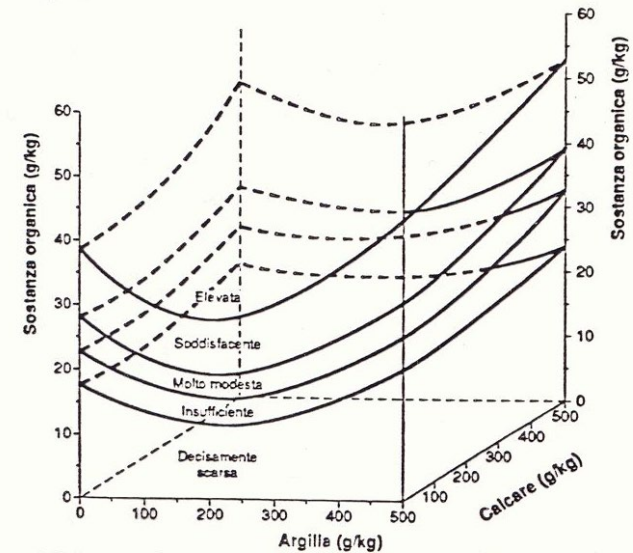


Figura b. Schema per la valutazione della sostanza organica in funzione dell'argilla e dei carbonati

Giudizio sulla dotazione:

in base al contenuto di argilla e calcare

Dotazione	Classi tessiturali USDA		
	S, SF, FS	F, FSA, FL, AS, L	A, FA, AL, FAL
Scarsa	<7	<8	<9
Normale	7-9	8-12	10-15
Buona	9-12	12-17	15-22
Molto buona	>12	>17	>22

S.O. : accorgimenti per la conservazione

- *Riduzione delle lavorazioni, soprattutto estive*
- *Interramento dei residui colturali*
- *Apporto di ammendanti (letame e compost)*
- *Avvicendamento di colture estive con colture vernine*
- *(Soveschi con piante lignificate)*
- *(Appratimento)*

Determinazione della azoto totale (metodo Kjeldahl):

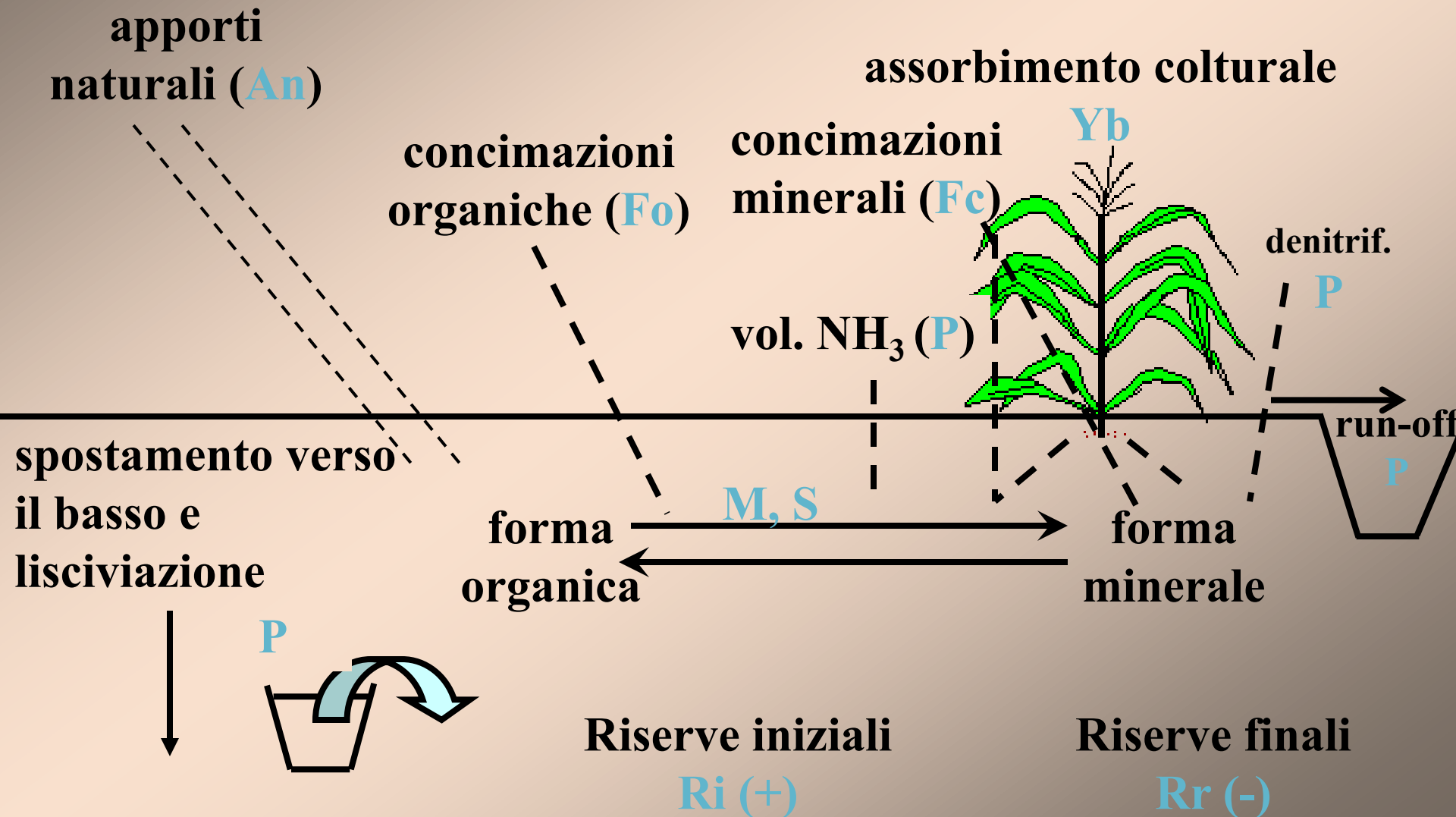
L'analisi dell'azoto totale consente la determinazione delle frazioni di azoto organiche e ammoniacali presenti nel suolo. E' impropriamente chiamata "azoto totale" perché in realtà non esprime la quantità delle forme ossidate di azoto (nitrati e nitriti) che rappresentano le forme disponibili. Il valore di azoto totale può essere considerato un indice di dotazione azotata del terreno, che non è correlato alla capacità del terreno di rendere l'azoto disponibile.

VALORE (N g/Kg)	GIUDIZIO
0-1	Scarso
1-1.5	Sufficiente
1.5-2.1	Buono
2.1-3	Elevato

L'azoto è un elemento importantissimo, è infatti un costituente fondamentale delle proteine, degli acidi nucleici e degli enzimi.

Obiettivo di ogni concimazione azotata condotta correttamente è quello di regolare la quantità di azoto minerale prontamente disponibile al momento in cui la pianta ne ha bisogno. Questo principio è ancora più importante se si evidenzia la necessità di minimizzare l'impatto ambientale legato alla concimazione azotata, per evitare quindi che i nitrati presenti nel terreno e non assorbiti dalle piante si ritrovino poi nelle acque di falda. Senza considerare che comunque un eccesso di azoto sulle colture si riflette sull'equilibrio vegeto-produttivo, favorendo la crescita vegetativa a discapito del livello produttivo.

Azoto: flussi



Il rapporto C/N:

E' il rapporto carbonio organico/azoto organico, aiuta a capire lo stato di fertilità di un terreno.

VALORE	GIUDIZIO
0-9	Basso
9-11	Medio
>11	Elevato

Si considera ottimale un valore C/N uguale a 10.

Se il valore è inferiore a 9 significa che nel terreno vi è una rapida mineralizzazione della sostanza organica con impoverimento della stessa e liberazione di azoto. Se il valore è superiore a 11 vi è un impoverimento sia di azoto che di sostanza organica.

Determinazione del fosforo assimilabile (metodo Olsen):

Lo scopo dell' analisi del fosforo assimilabile è quello di determinare la quantità di fosforo utilizzabile dalle colture vegetali.

VALORE (P ppm)	GIUDIZIO
0-5	Molto scarso
5-11	Scarso
11-16	Sufficiente
16-25	Buono
>25	Elevato

Il fosforo è un elemento importantissimo, il suo ruolo principale è di essere un costituente dell' ATP (adenosintrifosfato), molecola trasportatrice di energia. Come tale entra a far parte di tutti i processi biochimici di una pianta.

Il suo assorbimento è dipendente dal pH del suolo: a pH elevati infatti il fosforo forma fosfato bicalcico e tricalcico, non assimilabili dalle piante.

Fosforo: apporti e asportazioni

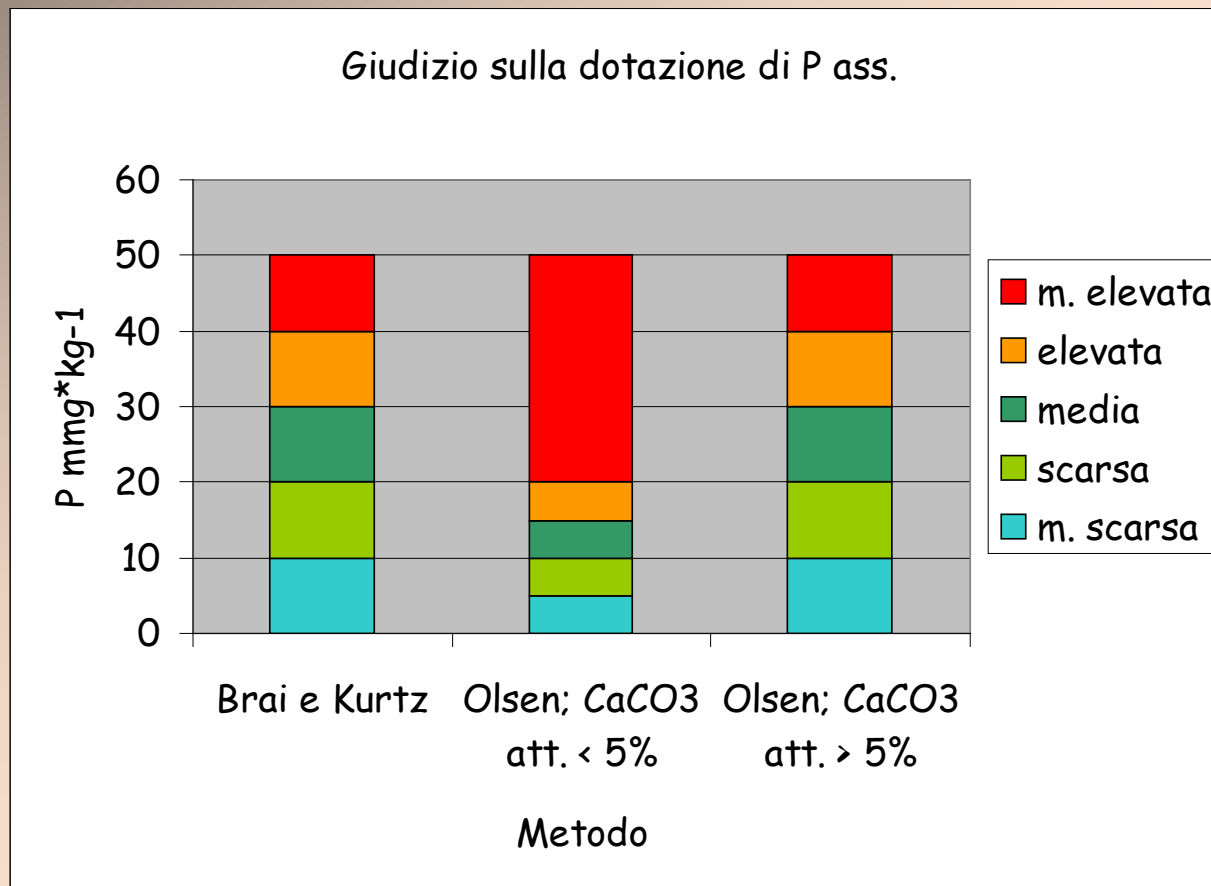
Apporti:

- dissoluzione dei fosfati insolubili
- mineralizzazione della sostanza organica
- fertilizzanti

Asportazioni

- Colture (per es. la vite 6 kg P_2O_5 /t di produzione tot.)
- erosione
- (lisciviazione < 1kg P/anno)

Fosforo: giudizio sulla dotazione assimilabile



Correlazione con: pH

tessitura (argilla)

sostanza organica

Determinazione del potassio assimilabile

L'analisi del potassio assimilabile ha lo scopo di quantificare il potassio disponibile per le piante, costituito dalle frazioni di potassio scambiabile e di potassio solubile presente nella soluzione circolante.

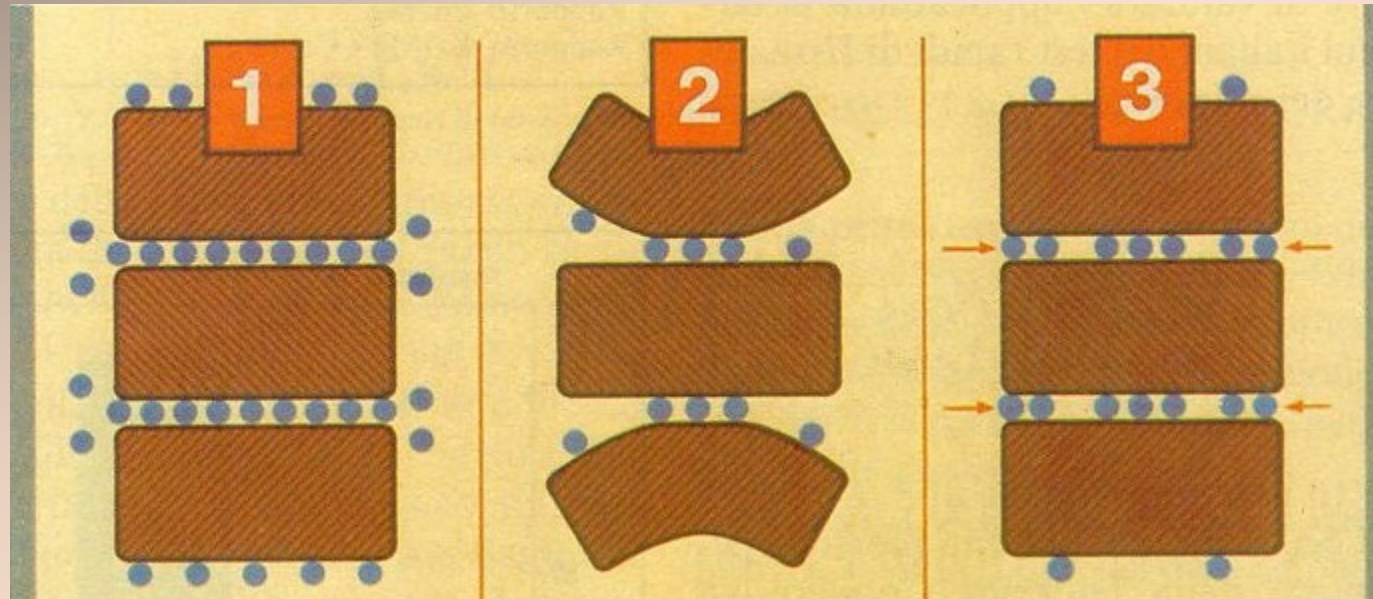
VALORE (K ppm)	GIUDIZIO
0-41	Molto scarso
41-81	Scarso
81-141	Sufficiente
141-200	Buono
>200	Elevato

L'interpretazione agronomica del risultato analitico deve tenere conto anche della tessitura e della capacità di scambio cationico del suolo, il potassio infatti si trova nel terreno essenzialmente nella forma minerale, legato alle argille. I terreni poveri di sostanza organica, quelli sabbiosi e con CSC scarsa sono spesso scarsamente dotati di questo elemento.

Potassio: dinamica nel suolo



Potassio: fissazione nelle argille espandibili



Il potere di fissazione può variare dall'1 al 80 % dipendentemente da contenuto e mineralogia delle argille e dall'andamento meteorologico

Potassio: fattori d'interpretazione

- Rapporto Mg/K (compreso tra 2 e 5; valori in cmol+/kg)
- C.S.C. (all'aumentare della CSC è necessario un incremento di Ksc)
- Tipo di colloidi (a parità di CSC i suoli argillosi rispetto a quelli organici richiedono maggiori dotazioni di Ksc)

Valori di K espressi in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$

Dotazione	Mg scamb. $\text{Mg} \cdot \text{kg}^{-1}$			Csc cmol(+)* kg^{-1}		
	<150	150-300	>300	10	20	30
Molto scarsa	0-50	0-60	0-75	0-50	0-60	0-70
Scarsa	50-100	60-120	75-150	50-100	60-120	70-140
Media	100-150	120-180	150-225	100-150	120-180	140-210
Elevata	150-200	180-240	225-300	150-200	180-240	210-280
Molto elevata	>200	>240	>300	>200	>240	>280

Suolo con CSC=20cmol+/kg

Suolo con Mg sc =150-300 mg/kg

Da quanto detto in precedenza, si può affermare che è essenziale conoscere i parametri fisico-chimici del terreno per effettuare concimazioni mirate alle effettive esigenze delle nostre colture. In Situazioni in cui le dotazioni del suolo superano le soglie di sufficienza, si potrà anche decidere la sospensione delle concimazioni, al fine di evitare consumi oltre il necessario di alcuni elementi (consumi di “lusso” per il potassio) o fenomeni di forzatura, sempre negativi per i parametri qualitativi della produzione.

Grazie per l'attenzione!!!