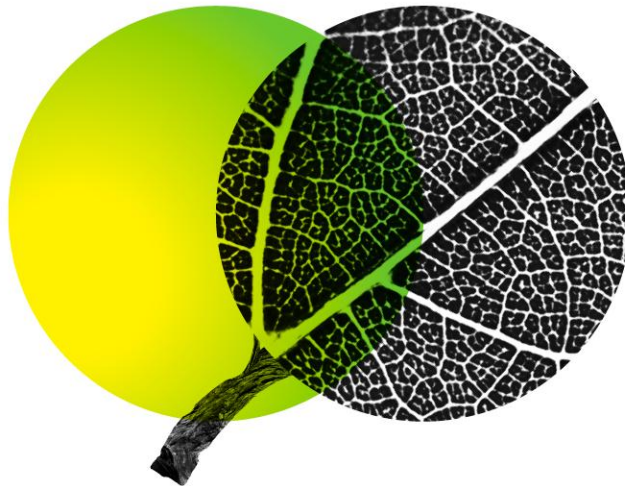


Caratteristiche dell'acqua irrigua

Valutiamo al meglio i dati di analisi per poter capire come meglio utilizzare l'acqua di irrigazione per evitare fitotossicità, diminuzione della fertilità dei suoli, ridurre l'apporto di concimi ed evitare occlusioni del sistema irriguo.



P E R Coltiviamo
L E + grandi
U V E vini

Dr. Agr. Mauro Schippa – Vine Nutrition Specialist – Perleuve Srl
Mobile phone : +39.335.737.405.9 – e@mail : mauro.schippa@perleuve.it

Perché conoscere le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua irrigua?

La qualità dell'acqua irrigua è fondamentale per ottenere le produzioni agricole volute.

Il consumo annuo di una coltura irrigua è notevole. La vite da vino che è una delle colture più parsimoniose, con annate con media piovosità può richiedere dai 150 mm ai 450 mm in funzione del tipo di terreno e dell'areale produttivo.

- **Apporto nutrizionale:** Dobbiamo sapere che un volume di 300 mm corrisponde a 3.000 mc/Ha. Quindi con un dato medio basso di potassio (K) di 20 mg/litro si apportano in un anno oltre 70 kg di K_2O corrispondenti all'apporto di unità fertilizzanti di circa 116 kg di Cloruro Potassico. Con acque con un quantitativo medio di Bicarbonati si può soddisfare tutto il fabbisogno di Calcio e Magnesio.
- **Fitotossicità:** in funzione dei suoi contenuti si potrà valutare la possibilità di utilizzo dell'acqua ed una sua eventuale modalità di utilizzo, riferendosi in particolare alla salinità, contenuto di bicarbonati e sodio.
- **Degrado della fertilità del suolo:** progressiva «salinizzazione» del franco di coltivazione e riduzione della biodiversità (microbioma).
- **Manutenzione dei sistemi irrigui:** si potrà prevedere il rischio di occlusioni del sistema irriguo e stabilire un piano cautelativo di manutenzione per prevenire occlusioni e malfunzionamenti (portata anomala dei gocciolatori).

Quali parametri richiedere?

DATI ANALITICI		Unità di Misura	Base	Completa
reazione:	pH	numero	X	X
Conducibilità:	EC	mS/cm	X	X
Sodio:	Na ⁺	mg/l	X	X
Potassio:	K ⁺	mg/l	X	X
Calcio:	Ca ²⁺	mg/l	X	X
Magnesio:	Mg ²⁺	mg/l	X	X
Cloruri:	Cl ⁻	mg/l	X	X
Zolfo da Solfati:	S-SO ₄ ²⁻	mg/l	X	X
Fosforo da fosfati:	P-PO ₄ ³⁻	mg/l	X	X
Azoto nitrico:	N-NO ₃ ⁻	mg/l	X	X
Carbonati:	CO ₃ ²⁻	mg/l	X	X
Bicarbonati:	HCO ₃ ⁻	mg/l	X	X
Ferro:	Fe	mg/l	X	X
Boro:	B	mg/l	X	X
Manganese:	Mn	mg/l	X	X
Molibdeno:	Mo	mg/l		X
Rame:	Cu	mg/l		X
Zinco:	Zn	mg/l		X

I parametri analitici da ricercare ci devono permettere di capire eventuali problematiche collegate al suo utilizzo e l'apporto di elementi nutritivi.

Le informazioni utili le otteniamo dalla valutazione della specifica concentrazione del parametro e da calcoli derivati dove si relazionano i vari parametri.

L'analisi di base si può considerare come inizio della conoscenza dell'acqua che si andrà ad utilizzare, l'analisi completa è da richiedere quando si vuole impostare una concimazione di colture in fuori-suolo.

A noi interessa sapere il contenuto di bicarbonati e carbonati non la durezza!

Quali metodi di analisi?

D.M. 23 marzo 2000 - Approvazione dei «Metodi ufficiali di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico» Gazz. Uff. 13 aprile 2000, n. 87, S.O.

APAT e IRSA-CNR - Manuali e Linee Guida 29/2003 Metodi analitici per le acque

I metodi di analisi da utilizzare sono di conoscenza comune e sono i medesimi applicati in ogni paese.

In Italia i metodi di analisi delle acque sono stati approvati con Decreto Ministeriale e quindi per avere una validità legale ed ufficiale si devono applicare i metodi pubblicati in Gazzetta Ufficiale.

Quando si porta un campione di acqua irrigua ad analizzare per uso agronomico è fondamentale specificare la finalità e richiedere il **contenuto di bicarbonati e carbonati non la durezza, che è specifica per la potabilità!**

Conducibilità elettrica (EC)

L'insieme dei Sali disciolti sotto forma di ioni costituisce la salinità dell'acqua espressa come conducibilità elettrica (EC) che è direttamente proporzionale alla concentrazione dei Sali disciolti. L'unità di misura utilizzata è mS/cm o dS/m , oppure in $\mu\text{S}/\text{cm}$ con riferimento ad una temperatura di 25°C (ad esempio 1,5 mS/cm o dS/m = 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La EC è in relazione con il contenuto complessivo di sali che, a sua volta, è legato alla pressione osmotica.

Moltiplicando la EC espressa in mS/cm per un fattore empirico si ottiene la quantità di Sali sciolti in acqua in rapporto peso/volume (g/l):

$$\text{EC mS/cm} \times 0,640 \text{ (oppure } 0,670) = \text{grammi di sale sciolti in un litro (g/l)}$$

Si può anche calcolare la EC partendo dal contenuto in me/l della somma dei Cationi o degli anioni:

$$\text{EC mS/cm} = 0,1 \times (\text{somma Cationi o Anioni me/l})$$

Quando l'acqua abbia un'alta quantità di Sali sciolti con EC alta nel terreno nel tempo si può formare un accumulo di Sali con innalzamento della pressione osmotica e quindi minor assorbimento di nutritivi ed acqua da parte delle piante.

In funzione di riscontri statistici si può affermare che esiste una certa relazione fra :

- **ECe** = conducibilità dell'estratto dal terreno in pasta satura
- **ECw** = conducibilità dell'acqua irrigua

$$\text{ECe} = 1,5 \times \text{ECw}$$

Scala di Valutazione della salinità dell'acqua irrigua

In funzione del dato di conducibilità EC espresso in mS/cm si possono definire 4 classi di valutazione dell'acqua.

Classe	ms/cm	valutazione
C1	< 0,250	Conducibilità bassa; si può considerare idonea a tutti gli effetti per irrigare qualsiasi terreno e coltura.
C2	0,250-0,750	Conducibilità media; trova controindicazioni all'uso solo in suoli a scarsissima permeabilità o per colture estremamente sensibili.
C3	0,750-2,250	Conducibilità alta; può essere impiegata solamente in suoli a buon drenaggio. Si possono irrigare piante che abbiano una buona tolleranza alla salinità.
C4	> 2,250	Conducibilità molto alta; può essere impiegata solamente in suoli ad elevata permeabilità, il drenaggio deve essere efficiente. Il volume di adacquamento che viene fatto deve essere opportunamente aumentato per assicurare un certo lisciviaggio dei Sali. Si possono irrigare piante molto tolleranti alla salinità.

Decremento potenziale della produzione e/o della crescita di alcune colture in funzione della conducibilità su pasta satura del terreno (EC_e) e nell'acqua di irrigazione (EC_w) (mS/cm) - FAO Water quality for agriculture, IRRIGATION AND DRAINAGE PAPER 29 Rev. 1 - 1994, rielaborata.

Decremento in funzione di EC	0%		-10%		-25%		-50%	
	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w	EC _e	EC _w
Pomodoro (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2,5	1,7	3,5	2,3	5,0	3,4	7,6	5,0
Cetriolo (<i>Cucumis sativus</i>)	2,5	1,7	3,3	2,2	4,4	2,9	6,3	4,2
Mais (<i>Zea mays</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
Patata (<i>Solanum tuberosum</i>)	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9
Arancio (<i>Citrus sinensis</i>)	1,7	1,1	2,3	1,6	3,3	2,2	4,8	3,2
Pesco (<i>Prunus persica</i>)	1,7	1,1	2,2	1,5	2,9	1,9	4,1	2,7
Albicocca (<i>Prunus armeniaca</i>)	1,6	1,1	2,0	1,3	2,6	1,8	3,7	2,5
Vite da vino (<i>Vitus sp.</i>)	1,5	1,0	2,5	1,7	4,1	2,7	6,7	4,5
Susino (<i>Prunus domestica</i>)	1,5	1,0	2,1	1,4	2,9	1,9	4,3	2,9
Cipolla (<i>Allium cepa</i>)	1,2	0,8	1,8	1,2	2,8	1,8	4,3	2,9
Carota (<i>Daucus carota</i>)	1,0	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3,0
Fragola (<i>Fragaria sp.</i>)	1,0	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7

Formula di calcolo del Leaching Requirement (LR) o richiesta di lisciviaggio

Il calcolo del LR si basa su:

- EC_w = conducibilità dell'acqua (mS/cm)
- EC_e = conducibilità max accettabile del suolo (mS/cm)

$$LR = \frac{EC_w}{5EC_e - EC_w}$$

Con metodi irrigui gravimetrici
scorrimento, non turni irrigui brevi

$$LR = \frac{EC_w}{2EC_e}$$

Con metodi irrigui che consentono
turni brevi come **irrigazione a
goccia**

Indice di Todd (contaminazione falda con acqua di mare)

La contaminazione dell'acqua di falda da parte dell'acqua marina, essendo la prima ricca di ioni HCO_3^- e la seconda in ioni Cl^- , viene valutata calcolando il rapporto $\text{Cl}^-/(\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-})$. Il valore 0,5 di questo rapporto segna il limite di demarcazione fra le acque di falda non contaminate e quelle contaminate dall'acqua di mare.

Classe	$[\text{Cl}^-/(\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-})]$	tipo di acqua
1	< 0,5	acqua di falda non contaminata dal mare
2	0,5÷1,3	acqua di falda lievissimamente contaminata dal mare
3	1,3÷2,8	acqua di falda lievemente contaminata dal mare
4	2,8÷6,6	acqua di falda moderatamente contaminata dal mare
5	6,6÷15,6	acqua di falda sensibilmente contaminata dal mare
6	> 15,6	acqua di falda fortemente contaminata dal mare

Rapporto di assorbimento del sodio SAR)

Il Rapporto di Assorbimento del Sodio (SAR, Sodium Adsorption Ratio) è un indice fondamentale per valutare la qualità dell'acqua irrigua, indicando il potenziale del sodio di accumularsi nel suolo a scapito di calcio e magnesio. Un SAR elevato (>9-10) danneggia la struttura del terreno, riducendo l'infiltrazione, mentre valori <3 indicano assenza di rischio.

In estrema sintesi ci può indicare come vi possa essere interazione con Argilla. Il SAR mette in evidenza l'attività dello ione sodio, che è negativa per il terreno, con quella del calcio e magnesio, che al contrario svolgono azione positiva sulla struttura del suolo.

La formula di calcolo è:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Dove le concentrazioni sono espresse in mille-equivalenti/litro (mE/l)

Valutazione dell'acqua irrigua in base al Rapporto di assorbimento del sodio SAR

Classe	SAR	valutazione
S1	< 10	E' basso. L'acqua si può considerare idonea a tutti gli effetti per irrigare qualsiasi terreno e coltura. Non si corrono rischi per le quote di sodio scambiabili.
S2	10-18	E' medio. Può presentare pericolo di alcalinizzazione in terreni a fine tessitura e con alta CSC, abbinato a scarso drenaggio e con terreno con bassa concentrazione in carbonati.
S3	18-26	E' alto. L'uso di acqua di questo tipo può produrre livelli nocivi di sodio scambiabile nel terreno, a prescindere dalla sua tessitura. è necessario avere ottimo drenaggio, elevata lisciviazione ed elevati apporti di sostanza organica ben umificata. Può essere utilizzata in terreni con elevata concentrazione di calcio scambiabile; possono essere necessari correttivi chimici al terreno.
S4	> 26	E' molto alto. Si può utilizzare quando la salinità dell'acqua è bassa, comunque non può essere considerata idonea all'irrigazione.

Sviluppi del SAR

il SAR è un indice che mette bene in evidenza le conseguenze sugli ioni adsorbiti al variare della composizione della soluzione, le proprietà fisiche del terreno e tra queste, come risultante, la permeabilità, possono subire modifiche, nel senso negativo, in relazione al contenuto d'irrigazione, non considerato nel calcolo del SAR. Studi più recenti hanno messo in evidenza che le proprietà fisiche del terreno, quindi anche la sua permeabilità, non sono influenzate solo dal contenuto in sodio dell'acqua irrigua rispetto agli altri cationi, bensì dalla interazione dei seguenti tre fattori:

- contenuto in sodio rispetto al calcio e magnesio;
- contenuto in carbonati e bicarbonati;
- concentrazione salina totale dell'acqua.

Per tali motivi sono stati proposti anche altri indici:

- SAR_{int} (SAR Integrato)
- SAR Aggiustato Integrato
- RSC (carbonato di sodio residuo)

SAR_{int} (SAR Integrato)

Risultati sperimentali più recenti hanno consentito di affinare ulteriormente i concetti del SAR e del RSC suggerendo un nuovo indice che, in qualche modo, coinvolge i due precedentemente indicati. Si può intendere che il SAR tradizionale si riferisce all'acqua prima che venga a contatto con il terreno il SAR Integrato si riferisce all'acqua che a seguito del contatto con il terreno subisce modificazioni nella sua composizione con aumento del SAR iniziale.

Questo indice, che deriva dalla modifica del vecchio SAR, viene indicato come SAR_{int} (SAR Integrato) e può calcolarsi con la seguente espressione:

$$SAR_{int} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \times [1 + (8,4 - pHc)]$$

In tale espressione il pHc è il pH teorico calcolato dell'acqua irrigua in contatto con il carbonato di calcio ed in equilibrio con la CO₂ del terreno.

SAR_{int adj} (SAR Integrato *Aggiustato*)

SAR Integrato certe volte può arrivare a sovrastimare la pericolosità del sodio. Perciò è stato proposto un nuovo modo di calcolare il SAR Integrato che tiene conto anche della salinità dell'acqua, della concentrazione in HCO_3^- ed in Ca^{++} e della pressione parziale della CO_2 in prossimità della superficie del terreno.

$$SAR_{int\ adj} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca_x + Mg^{++}}{2}}}$$

dove Na^+ e Mg^{++} sono espressi in mE/l; Ca_x è la concentrazione del Ca^{++} modificata in relazione alla conducibilità elettrica dell'acqua (EC_w), al rapporto $[\text{HCO}_3^-]/[\text{Ca}^{++}]$ espressi in mE/l ed alla pressione parziale della CO_2 nei primi millimetri superficiali del terreno stimata pari a 0,07 kPa.

Relazioni tra SAR, SAR_{int} e SAR_{int adj}

Per valutare il rischio di sodio nel terreno apportato con acqua irrigua è sempre bene relazionare i vari indici SAR che si calcolano sulla base dell'analisi dell'acqua.

- Con il **SAR normale** in genere si ha il valore più basso che indica la **prima valutazione di pericolosità** (rischio sottostimato)
- Con il **SAR_{int}** si da una valutazione dell'uso dell'acqua ma **si rischia di sovrastimare il rischio del sodio**
- Con il **SAR_{int adj}** si una valutazione del SAR derivante dall'interazione complessiva dell'acqua nel suolo considerando anche salinità dell'acqua e contenuto in bicarbonati

In sintesi il SAR_{int adj} è quello di maggiore affidabilità per la valutazione di un'acqua irrigua.

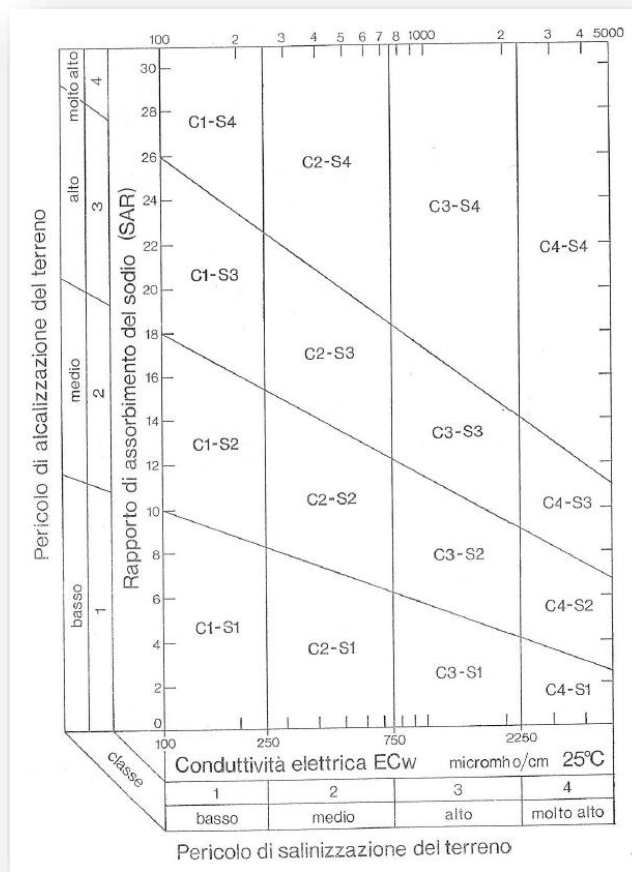
Cation Ratio of Soil Structural Stability (CROSS)

Il **Cation Ratio of Soil Structural Stability (CROSS)** è uno strumento diagnostico progettato per **valutare la stabilità strutturale del suolo e i rischi di dispersione**, tenendo conto degli effetti dispersivi di (Na) e (K) rispetto agli effetti flocculanti di Ca e Mg. Rappresenta un miglioramento rispetto al Sodium Adsorption Ratio (SAR), in quanto riconosce che il K disperde il suolo in modo simile al Na, mentre il Mg agisce in modo diverso dal Ca.

$$\text{CROSS (Cation Ratio of Structural Stability)} = \frac{(Na^{+} + 0,56K^{+})}{\sqrt{\frac{(Ca^{++} + 0,6 Mg^{++})}{2}}}$$

Diagramma valutazione acqua – EC vs SAR

Classi CS	
C1 S1	acqua valida ai fini irrigui, nessuna restrizione
C1 S2 , C2 S1	qualità media o buona, da usare con qualche precauzione su terreni mal drenati o su colture particolarmente sensibili
C2 S2 , C1 S3 , C3 S1	acqua mediocre, da usare con precauzioni in presenza di buon drenaggio e a forti quantità per avere un buon lisciviaggio indotto (L.R.) . Possono essere utili apporti di gesso.
C1 S4 , C2 S3 , C3 S2 , C4 S1	è da escludere per le piante sensibili al sodio o per suoli a scarso drenaggio. Con precauzione si può usare in terreni ben drenati impiegando il L.R. e con apporti di gesso.
C2 S4 , C4 S2 , C3 S3	acqua di cattiva qualità. E' da utilizzare solo in suoli sabbiosi, tenendo conto che è indispensabile una adeguata lisciviazione (L.R.) e l'apporto di gesso.
C3 S4 , C4 S3	acqua pessima, da usare solo in casi eccezionali.
C4 S4	non idonea all'uso irriguo.



Saturation Index

È possibile prevedere la tendenza dell'acqua a causare la precipitazione del calcio, anche se non esiste un metodo pratico comprovato per valutare la gravità del problema, poiché esso dipende da molti fattori. Una prima approssimazione della precipitazione del calcio può essere effettuata utilizzando l'indice di saturazione di Langelier, secondo il quale, al raggiungimento del punto di saturazione del calcio in presenza di bicarbonato, il calcare (CaCO_3) precipiterà dalla soluzione.

L'indice di saturazione è definito come **il pH effettivo dell'acqua (pHa) meno il pH teorico (pHc) che l'acqua potrebbe avere se fosse in equilibrio con il CaCO_3 .**

$$\text{Saturation Index} = \text{pHa} - \text{pHc}$$

Valori positivi dell'indice ($\text{pHa} > \text{pHc}$) indicano una tendenza del CaCO_3 a precipitare dall'acqua, mentre valori negativi indicano che l'acqua dissolverà il CaCO_3 .

Per evitare occlusioni minerali si può aggiungere una quantità di acido così da avere un pH dell'acqua con aggiunta di acido inferiore al pH reale dell'acqua per evitare precipitazioni di carbonati.

Quando il valore di pHc ha valore superiore a 8,4, l'acqua a tendenza a sciogliere calcare dal suolo; con valore inferiore l'acqua tende a far precipitare il calcare nel suolo con il quale viene a contatto.

Solidi Totali Disciolti (TDS)

I solidi totali disciolti (TDS) nell'acqua rappresentano la quantità complessiva di sostanze inorganiche e organiche (sali, minerali, metalli) disciolte, misurati in mg/L o ppm. Indicano la qualità dell'acqua: valori sotto 500 mg/L sono ideali, oltre i 1000 mg/L l'acqua è solitamente considerata di qualità inferiore o inaccettabile. Includono principalmente sali inorganici come calcio, magnesio, potassio, sodio, bicarbonati, cloruri e solfati, oltre a piccole quantità di materia organica.

Il TDS si può considerare proporzionale alla conduttività elettrica (CE) in determinate condizioni, e TDS può essere calcolato a partire dal valore CE .

$$\text{TDS (mg/l o ppm)} = 0,64 \text{ (oppure } 0,67) * \text{EC } \mu\text{S/cm}$$

Units	Limitazione per l'utilizzo		
	Nessuno	Moderato	Alto
mg/l	< 450	450 ÷ 2000	> 2000



PER Coltiviamo
LE + grandi
UVE vini

Classificazione delle acque irrigue da USDA

(da "Metodi Normalizzati analisi del suolo" SISS, Edagricole 1985, modificata)

parametro	um	Classe 1	Classe 2	Classe 3
		da eccellente a buona; utilizzabile nella maggior parte delle condizioni.	da buona a dannosa; pericolosa per alcune colture in certe condizioni.	da dannosa a inaccettabile; pericolosa per la maggior parte delle colture sotto molte condizioni.
$(Na \cdot 100) / (Na + K + Ca + Mg)$	mg/l	< 60	60 ÷ 75	> 75
TDS	mg/l	< 700	700 ÷ 2100	> 2100
EC	mS/cm	< 0,5	0,5 ÷ 3,0	> 3,0
Boro	mg/l	< 0,5	0,5 ÷ 2,0	> 2
Cloruro (Cl ⁻)	mg/l	< 177	177 ÷ 355	> 355
Zolfo come solfato (SO ₄ ²⁻)	mg/l	< 900	900 ÷ 1920	> 1920

Qualità dell'acqua e rischi potenziali di occlusione in microirrigazione (da Nakayama 1982 rielaborata)

Problemi Potenziali	Unità di misura	Rischio di occlusioni		
		basso	medio	alto
Fisici				
Solidi sospesi	mg/l	< 50	50 ÷ 100	> 100
Chimici				
pH		< 7	7÷8	> 8
Solidi disciolti	mg/l	< 500	500 ÷ 2.000	> 2.000
Manganese	mg/l	< 0,1	0,1 ÷ 1,5	> 1,5
Ferro	mg/l	< 0,1	0,1 ÷ 1,5	> 1,5
Idrogeno Solforato H ₂ S	mg/l	< 0,5	0,5 ÷ 2,0	> 2,0
Bicarbonati HCO ₃ ⁻	mg/l	< 200	200 ÷ 400	> 400
Biologici				
Batteri	MPN/ml	< 10.000	10.000 ÷ 50.000	> 50.000



PER Coltiviamo
LE + grandi
UVE vini

**... non posso cambiare la
direzione del vento, ma posso
aggiustare le vele ...**

(dal libro «la bastarda di Istanbul» di Elif Shafak)

Dr. Agr. Mauro Schippa – Vine Nutrition Specialist – Perleuve Srl
Mobile phone : +39.335.737.405.9 – e@mail : mauro.schippa@perleuve.it