



## NUOVE TECNOLOGIE PER LA VITICOLTURA DI PRECISIONE

CUP B68H19005210009. MISURA 16.1.1. AZIONE 2 - PSR CAMPANIA 2014/2020



In aggiunta al telerilevamento da drone e alla spettroscopia vis\_NIR (inizialmente previsti dal Progetto PreCiVit), è stata valutata l'efficacia di tecniche di scansione geofisica, basate sull'uso di sensori ad induzione elettromagnetica, per la cartografia della variabilità dei suoli a grande scala di tre vigneti del partner Mastroberardino.

Per ciascun vigneto, utilizzando la scansione geofisica, sono state prodotte le Carte di resistività elettrica a differente profondità. Le Carte di resistività, integrate con studio tradizionale di profili pedologici, hanno portato alla produzione delle Carte dei suoli.

## USO DELLA SCANSIONE GEOFISICA PER LA CARTOGRAFIA DEI SUOLI A GRANDE SCALA DEI VIGNETI METODOLOGIA D'INDAGINE

*di Ilaria Guagliardi, Antonio P. Leone  
CNR-ISAFoM (responsabile WP2)  
Antonio Capone, Antonio Dente  
Mastroberardino Srl*

La scansione geofisica, inizialmente non prevista, è stata introdotta a seguito di confronti tra i partner CNR-ISAFoM e Mastroberardino sui risultati ottenuti dall'uso delle altre tecnologie innovative inizialmente previste del Progetto PreciVit: spettroscopia vis-NIR e telerilevamento da drone. In particolare, analizzando i risultati prodotti dall'uso delle predette tecnologie, si è convenuto che, per la cartografia a scala aziendale dei suoli, la spettroscopia vis-NIR, pur vantaggiosa sia per la produzione di mappe spettrali, sia per la predizione e spazializzazione di specifici parametri

del suolo (sabbia, limo, argilla, carbonio organico, ecc.), implicava un impiego piuttosto impegnativo di risorse umane, sia nella fase di raccolta dei campioni di suolo in siti geolocalizzati e sia nelle successive fasi di preparazione e analisi dei dati. Tale impegno si è ritenuto contrastante con le esigenze di acquisizione relativamente rapida di informazione sulla variabilità intraziendale dei suoli. Per ovviare a tale "inconveniente" si è deciso di introdurre e valutare l'efficacia della scansione geofisica nella cartografia a grande scala dei suoli dei vigneti in esame. Dal confronto tra i partner CNR-ISAFoM e Mastroberardino è emerso che i risultati ottenuti, ancorché tutt'ora in fase di valutazione, possono essere considerati molto incoraggianti. Pertanto, tale tecnica, a parere dei predetti partner, appare più pratica della spettroscopia vis-NIR.

Tuttavia, la spettroscopia vis-NIR, se da un lato è stata valutata "meno pratica" della scansione geofisica nella mappatura della variabilità spaziale dei suoli, si è dimostrata comunque estremamente vantaggiosa nella predizione rapida e low-cost di specifiche proprietà dei suoli, inclusa la loro tendenza all'erosione (WP5). La stima del fattore K, "erodibilità" dei suoli, per via spettroradiometrica sarà oggetto di una futura newsletter.

### Scansione geofisica: concetti teorici e metodologia d'indagine

La scansione geofisica del suolo rientra nel novero delle tecniche di misura basate sull'uso di sensori prossimali, posti a diretto contatto con l'oggetto da misurare (nel nostro caso il suolo) o ad una piccola distanza da esso (in genere, minore di 2 m). Il vantaggio dell'utilizzo dei sensori prossimali è dato dalla possibilità di ottenere in tempi rapidi e a costi relativamente bassi una grande quantità di dati, i quali possono essere georeferiti tramite l'uso di GNSS (Global Navigation Satellite Systems). Inoltre, la gran parte dei sensori prossimali possono essere utilizzati con configurazioni mobili (on-the go), velocizzando notevolmente l'acquisizione dei dati.

Esistono diverse tipologie di sensori prossimali geofisici. Per gli scopi del Progetto PreciVit, è stato utilizzato un sensore ad induzione elettromagnetica (EM, Electromagnetic Induction), una tipologia di sensore non invasiva, vantaggiosamente utilizzata nel campo dell'agricoltura di precisione. La tecnica dell'induzione elettromagnetica permette di ottenere informazioni indirette su diverse proprietà fisiche del suolo, quali tessitura, contenuto idrico, salinità, profondità del suolo, pietrosità e porosità.

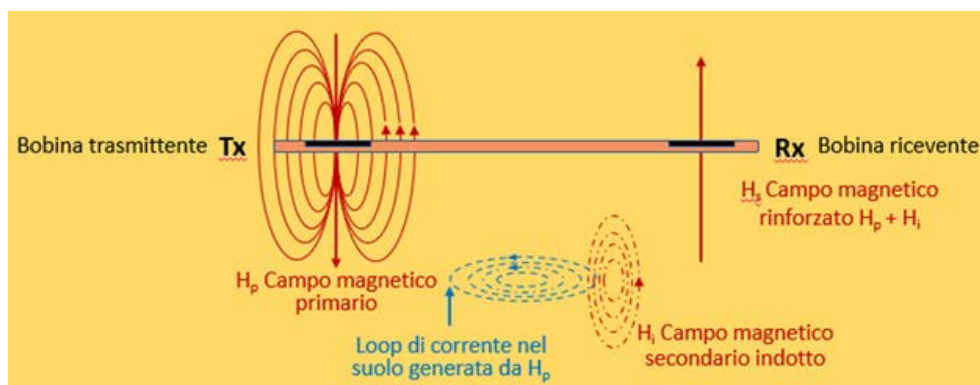


Fig. 1 - Rappresentazione schematica di sensore ad induzione elettromagnetica

I sensori ad induzione elettromagnetica (elettromagnetometro) (Fig. 1) sono costituiti da una bobina trasmittente ed una ricevente. Nella bobina trasmittente Tx circola corrente elettrica alternata che genera un campo magnetico variabile nel tempo che si propaga nell'aria e nel suolo. Il campo magnetico generato induce correnti elettriche nel suolo che si propagano più o meno facilmente a seconda della conducibilità elettrica propria del suolo stesso. Queste correnti generano un secondo campo magnetico che viene registrato dallo strumento sotto forma di correnti elettriche prodotte in una bobina ricevente. L'ampiezza e la fase del campo magnetico secondario (Hs) sono diverse da quelle del campo magnetico primario (Hp).

Il confronto dei segnali emessi e registrati permette di recuperare la conducibilità elettrica del suolo.

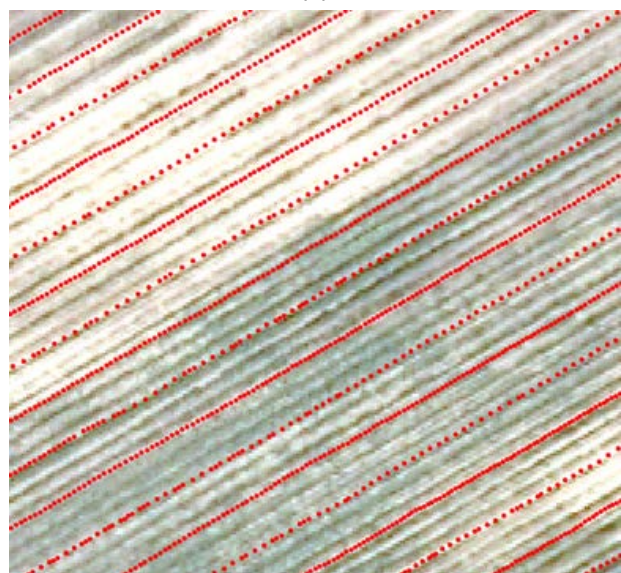
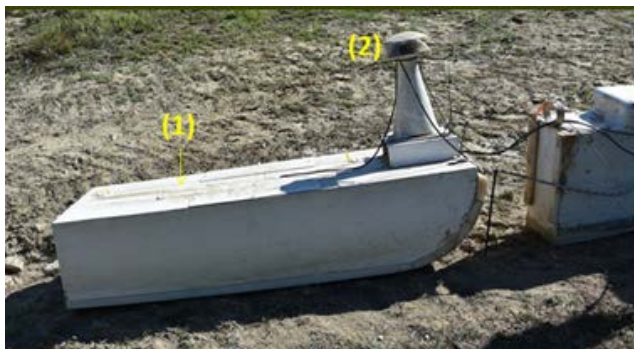
Per gli scopi del Progetto PreCiVit la resistività elettrica (inverso della conducibilità elettrica) del suolo è stata acquisita utilizzando il sistema EMAS (Electro-Magnetic Agro Scanner), costituita dai seguenti elementi (Fig. 2):

- un Quad 4X4, per la trazione,
- un elettromagnetometro, alloggiato in una struttura in legno su slitte plexiglass, per la rilevazione del dato analitico,
- un GPS, con precisione sub-metrica per la georeferenziazione dei dati.

Per ragioni operative, i vigneti oggetto d'indagine sono stati suddivisi in parcelle. La risoluzione della mappa di resistività elettrica del suolo dipende dalla spaziatura tra le linee di acquisizione e la velocità con cui il mezzo si sposta lungo la linea stessa. Nel nostro caso, sono state realizzate acquisizioni con distanza di 1.5 m lungo gli interfilari, ogni tre filari (Fig. 3a e b), a tre differenti profondità: 0-50 cm, 0-100 cm e 0-180 cm.



(a)



(b)

Fig. 3 – (a) punti di acquisizione delle misure di resistività su ortofoto a colori in uno dei vigneti del progetto PreCiVit; (b) particolare dei punti di acquisizione delle misure di resistività



Fig. 2 – Elementi del sistema EMAS (Electro-Magnetic Agro Scanner) utilizzato per la scansione geofisica dei vigneti del Progetto PreCiVit.

(1) Elettromagnetometro alloggiato in una struttura in legno su slitte di plexiglass

(2) GPS di precisione

(3) Quad

I dati acquisiti sono stati spazializzati, utilizzando il metodo geostatistico, per ottenere, per ciascuno dei tre vigneti, le relative mappe di resistività (Fig. 4).

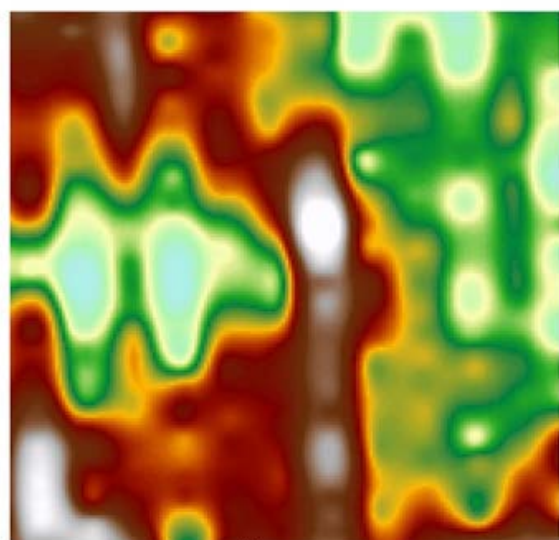
Sulla base delle mappe di resistività prodotte, sono stati ubicati e geolocalizzati, con GPS di precisione, i siti rappresentativi delle diverse "Unità cartografiche di resistività" in corrispondenza dei quali è stato eseguito il rilevamento pedologico "tradizionale" (Fig. 5 e 6), basato sulla descrizione, il campionamento e l'analisi di laboratorio degli orizzonti pedogenetici (Fig.7). I profili pedologici (sequenza verticale degli orizzonti pedogenetici) sono stati classificati in accordo con il sistema internazionale FAO-WRB (World Reference Base). In totale, per i tre vigneti esaminati, sono stati caratterizzati e classificati 30 profili pedologici.

L'analisi integrata delle mappe di resistività e dei risultati del rilevamento pedologico hanno permesso di produrre le Carte dei suoli, a grande scala di dettaglio, dei tre vigneti in questione.

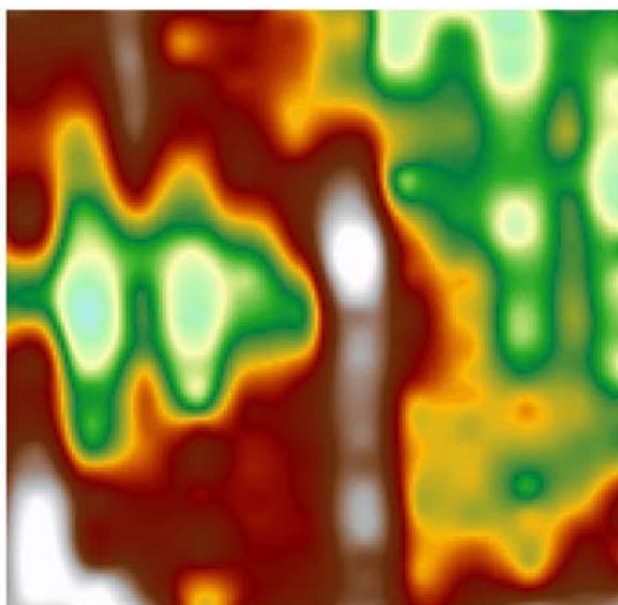
Le prossime newsletter illustreranno, nel dettaglio, i risultati della scansione geofisica per i tre vigneti dell'Azienda Mastroberardino (Santo Stefano del Sole, Mirabella Eclano e Montemarano) d'indirizzo del Progetto PreCiVit.



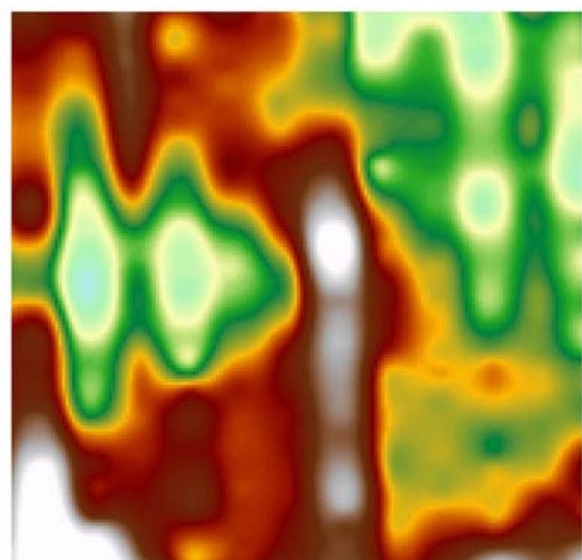
Ortofoto a colori da drone



Resistività (Oh/m) 109  
45 Profondità: 0 - 50 cm



Resistività (Oh/m) 71  
34 Profondità: 0 - 100 cm



Resistività (Oh/m) 59  
27 Profondità: 0 - 180 cm

Fig. 4 - Esempio di mappe di resistività alla differenti profondità del suolo ( 0-50, 0-100 e 0-180 cm) di una porzione di uno dei vigneti oggetto d'indagine 8 in alto a sinistra).



Fig. 5 – Esempio di profili pedologici di uno dei vigneti d'interesse del Progetto PreCiVit



Fig. 6 – Esempio di un profilo pedologici di uno dei vigneti d'interesse del Progetto PreCiVit con particolari dei differenti orizzonti pedogenetici

Orizzonte		Tessitura	Colore Primario		Scestrature primarie		Scestrature secondarie		Scheletro totale		
Ap	30	franco sabbioso argillosa	10YR 3/2	Marrone grigiastro molto scuro	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti		
Bw	70	franco sabbioso argillosa	10YR 4/2	Marrone grigiastro scuro	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti		
2Bss	85	argillosa	10YR 3/1	Grigio molto scuro	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti		
3Bw	130	franco sabbioso argillosa	10YR 5/3	Marrone	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti		
Orizzonte		Adesività - Plasticità	Sabbia	Limo	Argilla	Consistenza	Struttura				
Ap	30	adesivo plastico	55%	16%	29%	resistente	Policentrica sub-angolare grande moderatamente sviluppata				
Bw	70	adesivo plastico	59%	14%	27%	resistente	Policentrica sub-angolare medio grande moderatamente sviluppata				
2Bss	85	molto adesivo molto plastico	36%	11%	53%	molto resistente	Policentrica angolare grande fortemente sviluppata				
3Bw	130	debolmente plastico	52%	15%	29%	molto resistente	Policentrica angolare grande moderatamente sviluppata				
Orizzonte		Concentrazioni primarie	Concentrazioni secondarie		Effervescenza a HCl	Permeabilità	Pellicole primarie	Figura di pressione	Radici primarie	Radici secondarie	Attività biologica
Ap	30	Assenti	Assenti	Assenti	indivisa	Moderatamente alta	Assenti	Assenti	firmi, grossolane, 2 porche, orizzontale	3mm medie, 4 porche, orizzontale	Assenti
Bw	70	Assenti	Assenti	Assenti	debile	Moderatamente alta	Assenti	Assenti	10mm molto grossolane, 1 porche, orizzontale	3mm medie, 2 porche, orizzontale	Assenti
2Bss	85	Assenti	Assenti	Assenti	nessuna	Moderatamente bassa	comuni (10-50%) angilla sulle facce degli aggregati	comuni (11-50%) facce di pressione e sciorimento (piloclasi)	Assenti	Assenti	Assenti
3Bw	130	Assenti	Assenti	Assenti	molto debile	Moderatamente bassa	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti	Assenti

Orizzonte		Reazione in acqua pH	Carbonati liberi %	Carbonati attivi %	Carbonio organico %	Sostanza organica %	Acido lattico g/kg	Rapporto C/N	Fattore assimilabile mg/kg P	Saturazione in basi %
Ap	30	8,2 moderatamente acida	3,11 disomogeneo	1,6 bassi	1,0 medio	1,8 basso	1,1 moderatamente elevato	9,3 normale	3 molto basso	100 molto alta
Bw	70	8,1 moderatamente acida	0,0 non calcareo	0,0 assenti	Non determinabile	Non determinabile	Non determinabile	Non determinabile	Non determinabile	100 molto alta
Orizzonte		CSC meq/100g	Magnesio scambiabile meq/100g	Calcio scambiabile meq/100g	Rapporto Mg %	Sodio scambiabile meq/100g	Conduttività 1:2,5 mS/cm	ESPR %	Densità apparente stimata g/cm <sup>3</sup>	
Ap	30	16,0 moderatamente alta	0,78 basso	13,75 molto alto	0,6 basso	0,22 normale	0,179 trascurabile	1,4 trascurabile	1,33 media	
Bw	70	11,6 moderatamente bassa	0,66 basso	10,00 alto	0,9 basso	0,17 normale	0,159 trascurabile	1,5 trascurabile	1,47 alta	

**Caratteristiche chimiche del profilo**



Fig. 7 – Descrizione (parziale) del profilo pedologico riportato in Figura 6