



# LA COPPIA PERFETTA

■ GIOVANNI BITELLA\*\*,  
ROBERTA ROSSI\*,  
PIERPAOLO PAGNI\*\*\*

## L'ANALISI DELLA RESISTIVITÀ BEN SI SPOSA CON LA VITICOLTURA CHE PUNTA A UNA GESTIONE SITO-SPECIFICA DEL VIGNETO

La variabilità spaziale del suolo all'interno di un vigneto si ripercuote fortemente sulle rese e sulla qualità dei prodotti. Sebbene la percezione della variabilità sia spesso un dato acquisito per il viticoltore, la sua quantificazione è complessa e soprattutto lo è l'individuazione di meccanismi che consentano di controllarla per migliorare le performance produttive. Conoscere la variabilità

significa gestirla: aumentare l'efficienza di somministrazione di irrigazione e fertilizzanti, diminuire gli impatti ambientali e aumentare il valore delle produzioni. La ricerca in agricoltura mette a disposizione dei viticoltori una serie di tecnologie che consentono di delineare la variabilità spaziale in tempi brevi e a prezzi sempre più competitivi. Le tecnologie più usate in viticoltura si basano sull'acquisizione di misure della riflettanza spettrale, sulle mappe di resa e sull'uso di sensori di tipo geofisico. Questi ultimi sono usati per caratterizzare le proprietà del suolo, e fra essi le tecnologie basate sulla misura della resistività elettrica – o del suo inverso, la conducibilità elettrica – hanno avuto un grande successo in agricoltura.

## PERCHÉ LA RESISTIVITÀ?

La resistività elettrica ha enormi potenzialità in viticoltura ed è molto sensibile infatti a variabili legate sia alla produzione che alla qualità. Essa varia in funzione del contenuto idrico, del contenuto di argilla, della salinità e della porosità, è correlata con il contenuto di scheletro, ma anche con i contenuti di sostanza organica e calcare, nonché con la capacità di scambio cationico. Il range di resistività per le diverse variabili del suolo si sovrappone ed è frequente l'interazione fra fattori. L'interpretazione dei dati richiede dunque la raccolta di un numero minimo di campioni di suolo per effettuare la calibrazione. La resistività è un ottimo indicatore delle proprietà permanenti del suolo, come la



tessitura, che ha un ben noto effetto sul bilancio idrologico. Uno studio condotto da Costantini *et al.* nel 1996 ha mostrato come suoli a tessitura grossolana che vanno incontro a un moderato stress idrico durante la stagione estiva tendano a produrre vini con buone caratteristiche di struttura e tipicità. Molto importante è infine l'elevata sensibilità della resistività alla variazione di argilla, un parametro associato alla qualità del vino. La variazione di resistività ha mostrato forte correlazione con il contenuto di argilla e si è rivelata un buon predittore del contenuto di antociani, dell'intensità di colore e acidità del mosto.

## LA TECNOLOGIA

La finalità del presente lavoro è mostrare sinteticamente i risultati ottenuti in due casi studio che hanno avuto per obiettivo due usi complementari della mappa di distribuzione della resistività: la caratterizzazione del terroir nella fase pre-impianto del vigneto e la caratterizzazione della variabilità spaziale nel vigneto per la pianificazione di tecniche di gestione sito-specifica. Le indagini di resistività sono state effettuate con la tecnologia ARP (*Automatic Resistivity Profiling*), brevetto GEOCARTA s.a.. ARP è un misuratore della resistività elettrica in continuo che acquisisce contemporaneamente le misure di resistività a tre profondità dal piano di campagna (0-50, 0-100 e 0-170 cm). Lo strumento, provvisto di un ricevitore GPS, consente non

### COSA SIGNIFICA GESTIRE LA VARIABILITÀ?

Gestire concretamente la variabilità significa conoscere quali sono i fattori che influenzano qualità e resa e in che misura questi possono essere modificati dalla gestione agronomica. Lo stato delle chiome, così come la mappa di resa, sono il risultato dell'effetto integrato delle condizioni climatiche e pedologiche ma anche dello stato fitosanitario, della disponibilità di nutrienti e dello stress idrico. L'integrazione di questi dati con uno strato di informazione riguardante la variabilità del suolo risulta estremamente utile per separare i fattori di variazione e delineare strategie gestionali.

### IL SUOLO IN DIGITALE

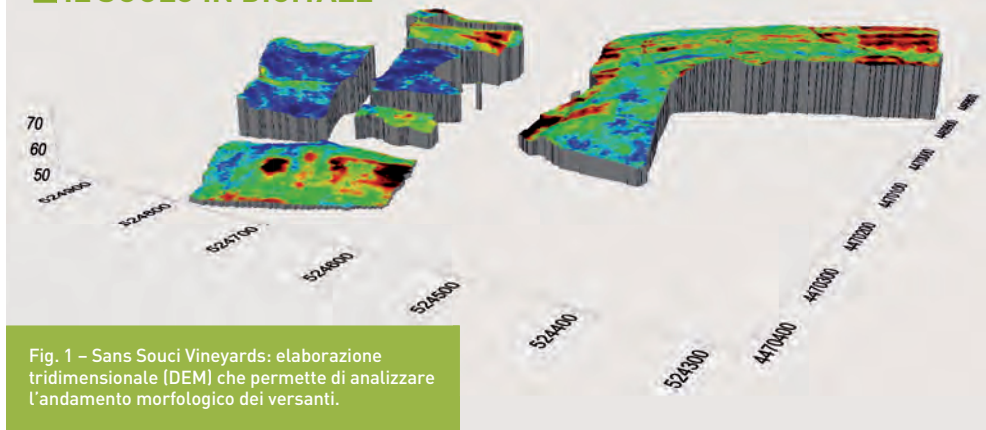


Fig. 1 - Sans Souci Vineyards: elaborazione tridimensionale (DEM) che permette di analizzare l'andamento morfologico dei versanti.

solo di localizzare con un livello di dettaglio centimetrico i valori di resistività, ma anche di ricostruire un modello digitale di elevazione del terreno (DEM). Il sistema di acquisizione è estremamente efficiente, le misure sono effettuate ogni 20 cm, in condizioni ottimali la velocità di acquisizione può raggiungere circa 20 km/h e possono essere mappati una media di 20 ettari al giorno. Sulla base della mappa di resistività sono stati effettuati campionamenti distruttivi per la determinazione dei parametri chimico-fisici del suolo e, nel caso studio n. 1, per ogni punto di campionamento individuato è stato aperto uno scavo, analizzato in seguito mediante un approccio pedologico tradizionale. Nel caso studio n. 2 le mappe di resistività sono state integrate dalle mappe di distribuzione dell'NDVI.

L'NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) è un indice di vegetazione che mette in relazione la riflettanza nel rosso e nel vicino infrarosso, ed è comunemente usato come indicatore della vigoria.

## I CASI DI STUDIO

### Caso 1: la valutazione della vocazione vitivinicola

L'obiettivo dello studio è stato la caratterizzazione della variabilità spaziale di un suolo destinato alla viticoltura nell'ambito del progetto *Sans Soucis Vineyard* dedicato alla creazione ex-novo di una azienda vitivinicola nello stato del New Jersey (Usa). Lo studio ha previsto la realizzazione di una zonazione agro-pedologica con base nella mappa di resistività.



Tecnologia ARP (*Automatic Resistivity Profiling*), esempi di configurazione utilizzabili in relazione alla densità di impianto: a sinistra, set-up abituale per interfile >1.5 m; a destra, set-up con ausilio di macchina operatrice scavallante per sesti d'impianto <1.5 m.

## RESISTIVITÀ E ZONAZIONE



Fig. 2 - Unità cartografiche di zonazione della Sans Soucis Vineyards.

## LE APPLICAZIONI

La prima fase dell'indagine è consistita nella realizzazione di mappe di resistività e di un modello di elevazione digitale del suolo (DEM), (figura 1). Il DEM è utile per individuare l'eventuale distribuzione di una rete di drenaggio nelle zone soggette a ristagno idrico, ma anche per valutare l'influenza della topografia sulla variabilità del suolo. La resistività ha presentato una variazione strutturata che ha consentito di delimitare zone a resistività omogenea. Nelle zone omogenee sono stati scelti dei punti di campionamento in cui sono stati effettuati scavi per l'analisi pedologica dei profili. Lo studio ha dimostrato che la distribuzione di resistività coincide con diverse caratteristiche dei suoli: variazioni di tessitura, contenuto idrico e porosità. Le analisi fisico-chimiche hanno evidenziato che alle differenze di tessitura corrispondono differenze di disponibilità di nutrienti e di contenuto idrico. Sulla base dei risultati ottenuti è stata effettuata la zonazione dell'apezzamento. I suoli sono stati divisi in 3

unità cartografiche ben delineate (figura 2). La sottozona 1 comprende i suoli meno profondi, ricchi di scheletro e ottimamente drenati, la 3 quelli più profondi, umidi, compatti e più soggetti a ristagno idrico. La sottozona 2 è caratterizzata da livelli intermedi di scheletro e drenaggio. Le diverse profondità indagate con il rilievo di resistività hanno permesso di valutare anche la profondità del suolo, un parametro molto importante ai fini della distribuzione degli apparati radicali e della lavorabilità dei terreni.

### Caso 2: la gestione sito-specifica

L'obiettivo dello studio è stato quello di caratterizzare la variabilità spaziale del vigneto attraverso due strati di informazione: la mappa di resistività legata alla variazione delle caratteristiche pedologiche e la mappa di NDVI indicativa della variazione di vigoria. Integrando i due strati è stata effettuata la localizzazione dei punti di campionamento per il monitoraggio della qualità e della produzione. L'uso complementare di queste tecnologie

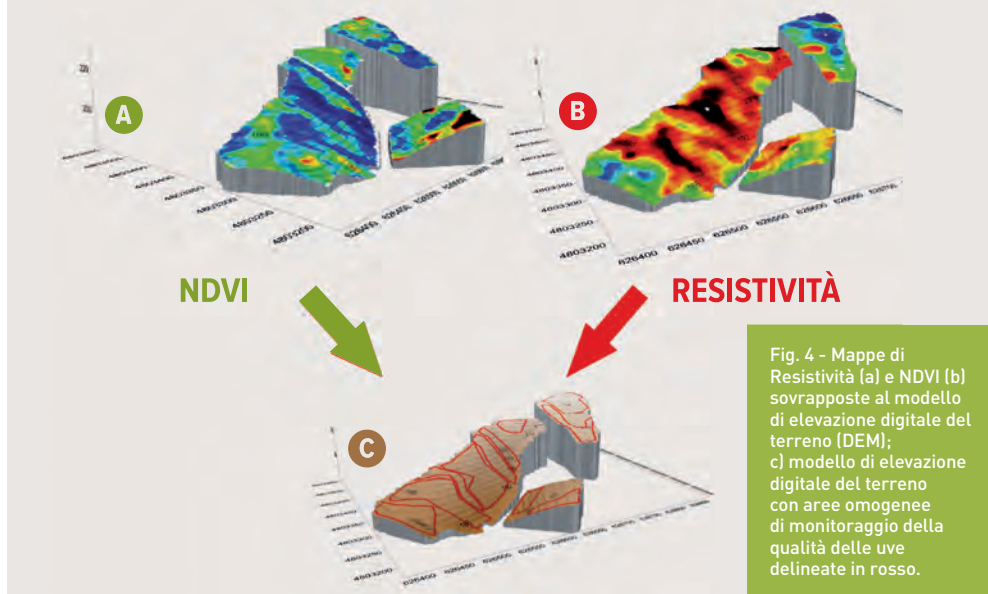
La caratterizzazione del terroir è utilissima nella fase che precede l'impianto del vigneto perché fornisce uno strato di informazione per migliorare: la scelta del portinnesto; la scelta delle varietà; la scelta della densità di impianto; la pianificazione di un sistema di drenaggio nelle aree soggette a ristagno idrologico; la pianificazione di un sistema di irrigazione ad applicazione variabile; la pianificazione di lavorazioni per migliorare la struttura del suolo nelle zone in cui il profilo si presenta compatto. Quando la coltura è in atto si possono invece considerare diverse opzioni ed effettuare una zonazione del vigneto per implementare tecniche di gestione sito-specifica che mirano ad acquisire un maggior controllo su produzione e qualità, tra cui: la concimazione differenziata; la gestione differenziata dell'impianto di irrigazione; gli interventi di gestione della chioma a rateo variabile; i campionamenti delle uve in fase pre-vendemmia, diversificati sulla base delle caratteristiche agro-pedologiche emerse; la vendemmia selettiva di uve provenienti da zone di resistività e vigoria diverse.



consente di separare, almeno in parte, le fonti di variazione della produzione. Come precedentemente riportato, la distribuzione dell'NDVI è la risposta integrata alle variabili climatiche, pedologiche e gestionali. Attraverso la co-variazione di resistività e NDVI è quindi possibile valutare il contributo del suolo alla variazione di vigore.

Lo studio ha previsto la costruzione di un sistema WebGIS denominato *AgroMap* (figura 3). Il sistema informativo computerizzato offre moltissimi vantaggi legati alla facilità di visualizzazione e alla possibilità sovrapporre diversi temi: dati da sensore, ma anche informazioni relative ai sistemi di gestione, dati di qualità e di produzione. Lo studio ha coinvolto 3 aziende vitivinicole toscane: Due Mani, Le Macchiole e Casale del Mare. A titolo esemplificativo si riporta sinteticamente una parte dei risultati ottenuti in una delle aziende. Le mappe di NDVI e Resistività (figura 4) suggeriscono una variazione strutturata delle proprietà del suolo, primo requisito necessario per poter eventualmente applicare tecniche di gestione sito-specifica. Esiste una chiara correlazione fra l'andamento della resistività e dell'NDVI: a valori più alti di resistività corrispondono elevati valori di NDVI. Il range di resistività è compreso fra i 7 e i 40 Ohm m: si tratta di valori molto bassi, corrispondenti

## L'INCROCIO DEI DATI



in letteratura a substrati argillosi, elevato contenuto idrico o ad aree caratterizzate da fenomeni di salinizzazione. La sovrapposizione della mappa di resistività alla mappa geologica conferma che si tratta di un substrato argilloso. La resistività ha mostrato un'elevata correlazione negativa con il calcare attivo ( $\rho=-0.82$ ). L'aumento del pH associato al tenore di calcare interferisce con l'assorbimento dei nutrienti e dunque comporta una diminuzione della fertilità. Ciò spiega i bassi valori di NDVI nelle zone di bassa resistività. La resistività è risultata inoltre positivamente correlata al contenuto di sabbia ( $r=0.60$ ), in questo tipo di terreno dunque le zone più produttive sono quelle che presentano una tessitura grossolana, più difficilmente soggette a fenomeni di ristagno idrologico.

## LE RICADUTE A LIVELLO PRATICO

Le informazioni ottenute con questo tipo di indagini hanno ovviamente moltissime applicazioni gestionali. In primo luogo caratterizzare la variabilità spaziale permette di valutare se l'azienda possa o meno ricorrere a tecniche di viticoltura di precisione. La possibilità di definire zone di gestione uniformi, macro-aree cioè in cui il suolo può essere ritenuto relativamente omogeneo, è infatti un requisito fondamentale per poter implementare tecniche di gestione sito-specifiche. Le diverse possibilità di applicazione dipendono dal momento culturale in cui viene effettuata l'indagine ma certamente, senza adottare alcun ulteriore investimento tecnologico, si può monitorare in maniera più efficace l'andamento della qualità selezionando – in base alla mappa di variazione del suolo – i punti di campionamento delle uve per l'analisi qualitativa.

\*Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente

Università della Basilicata - Potenza

\*\* So.In.G. Strutture e Ambiente - Livorno

\*\*\* Tecnovite Toscana - Pontassieve (FI)

Gli autori ringraziano:

L'azienda SO.IN.G. Strutture e Ambiente srl, fornitore esclusivo per l'Italia dei servizi di caratterizzazione del suolo con uso della tecnologia ARP, per l'acquisizione dei dati di resistività elettrica e di riflettanza spettrale (con sensore GreenSeeker™) in tempo reale.

L'azienda TECNOVITE Toscana srl, titolare del progetto Sans Soucis Vineyard, per aver scelto un approccio tecnologico innovativo per la realizzazione di una zonazione mirata alla creazione ex-novo di una azienda vitivinicola nello stato del New Jersey (Usa).

Il DEISTAF dell'Università di Firenze per il supporto fornito nella fase di acquisizione dei dati di riflettanza spettrale.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

## SISTEMA WEBGIS: AGROMAP

