

Esperienze e prospettive della Viticoltura di Precisione nel terroir del Chianti

P.P.Pagni¹, G.Spezia², M.Vieri¹

(1) DIAF - Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale, Università di Firenze

email: , marco.vieri@unifi.it, pierpaolopagni@gmail.com

(2) Istituto di Frutti-viticultura, Università Cattolica di Piacenza

email: giancarlo.spezia@unicatt.it

RIASSUNTO

La Viticoltura di Precisione (VP) rappresenta ad oggi l'insieme delle tecniche e tecnologie che possono rendere oggettivamente possibile una razionale agricoltura fortemente fondata sulla sostenibilità e sulla valorizzazione del *Terroir*. Il monitoraggio ambientale, operativo e di prodotto permette di eseguire ogni operazione colturale modulandola sulla base delle effettive necessità rilevate all'interno dell'appezzamento, con il fine ultimo dell' ecocompatibilità di processo, della valorizzazione della tipicità del prodotto e della conseguente tracciabilità.

Vengono riportate alcune esperienze applicative circa la modellizzazione degli appezzamenti tramite software CAD, l'impianto dei vigneti assistito da tecnologia GPS e l'uso razionale delle vendemmiatrici secondo tecniche di Viticoltura di Precisione.

Parole chiave: agricoltura di precisione, meccanizzazione viticola, sostenibilità, tipicità

Experiences and Prospects of Precision Viticultures on Chianti *terroir*.

SUMMARY

Precision Viticulture (PV) represents today the set of techniques and technologies that make possible a rational agriculture heavily based on sustainability and the enhancement of *Terroir*. Environmental, operational and product monitoring allows to perform each operation adjusting the crop on the basis of actual needs identified within the vineyard, with the ultimate goal of greening process, the enhancement of the typicality of the product, and the traceability.

Are some application experiences about the plots modeling by CAD software, the planting of vineyards assisted by GPS technology and rational use of harvesting techniques of Precision Viticulture.

Keywords: precision farming, vineyard mechanization, sustainability, typicality.

1. Introduzione

La Viticoltura di Precisione (VP) rappresenta ad oggi l'insieme delle tecniche e tecnologie che possono rendere oggettivamente possibile una razionale agricoltura fortemente fondata sulla sostenibilità e sulla valorizzazione del *Terroir*.

Il vigneto deve essere considerato un elemento vivo nel quale l'insieme dei vari fattori ambientali, colturali ed antropici contribuisce alla migliore espressione dei caratteri della vite e del *terroir* e conseguentemente all'ottenimento di prodotti di qualità.

La tendenza attuale del mercato verso la rivalutazione delle produzioni tipiche dei diversi areali viticoli italiani, fa sì che lo studio delle caratteristiche e della Qualità del vigneto assumano un'importanza indiscutibile al fine di preservare le caratteristiche di

identità di un territorio di produzione. La Viticoltura di Precisione è ad oggi l'insieme di strumenti e tecnologie più avanzate per raggiungere una conoscenza ampia e completa dello stato del vigneto.

Il termine Qualità del vigneto, ancora oggi pressoché assente in letteratura, diventa il concetto fulcro di tutte le tecniche e tecnologie riconducibili all'agricoltura di precisione. Il Diaf di Firenze ha per questo provato a dare una prima definizione di questo termine:

- La qualità del vigneto (QV) può essere definita come un insieme di informazioni agronomiche (pedologia, microclima, stato vegetativo, stato idrico della coltivazione, ecc.) utili ai fini della caratterizzazione di un determinato appezzamento o parti di esso. La combinazione, secondo protocolli specifici, delle diverse informazioni ottenute permette in secondo luogo l'ottenimento di una caratterizzazione quanti-qualitativa delle uve stesse (resa ad ettaro, tenore zuccherino, acidità, polifenoli, ecc.). La VP, sfruttando tecnologie geomatiche avanzate, permette di raccogliere le diverse informazioni necessarie, elaborare un quadro completo della qualità del vigneto e delle uve e di conseguenza impostare una gestione culturale razionale (concimazioni, cimature, sfogliature, diradamento grappoli, epoca di vendemmia). -

L'agricoltura di precisione, nel suo insieme, rappresenta una strategia gestionale che si avvale di tecnologie informatiche, sensoristiche e meccatroniche per:

- il monitoraggio ambientale con l'acquisizione di diversi parametri di natura fisica, come la temperatura, l'umidità, la tessitura del terreno, la radiazione solare; e/o chimica come il pH, la sostanza organica presente, connessi all'ambiente di coltivazione;

- il monitoraggio e il controllo operativo che prevede l'acquisizione dei dati relativi allo svolgimento delle attività produttive come l'organizzazione aziendale e dei cantieri di lavoro;
- il monitoraggio e il controllo del prodotto raccolto, distinto a sua volta in:
 - ⊃ monitoraggio colturale che prevede l'acquisizione di informazioni riguardanti stadi fenologici, nutrizionali, fitosanitari e produttivi
 - ⊃ monitoraggio di prodotto attuato in fase di raccolta e necessario per attribuirne i parametri di qualità.

La razionalizzazione della gestione agronomica, derivante dall'utilizzo di tecnologie di VP consente di ottenere i seguenti vantaggi:

1. utilizzare in modo innovativo gli input produttivi con notevoli risparmi di tempo, manodopera, costi di produzione e soprattutto con il raggiungimento di un processo ecocompatibile, sostenibile e di un prodotto tipico;
2. razionalizzare la gestione agronomica del vigneto per operazioni come impianto del vigneto, concimazione, sfogliature, cimature, vendemmie;
3. ottenere una completa rintracciabilità del prodotto lungo la filiera produttiva. Ciò fornisce al consumatore (oltre che alle altre figure della filiera commerciale) una documentazione comprovante l'origine e la storia completa del prodotto.

Nel 2007 il gruppo di ricerca Ingegneria delle Produzioni Viticole del DIAF (dipartimento di ingegneria agraria e forestale) dell'Università di Firenze ha svolto una ricerca mirata a verificare l'applicabilità di un sistema avanzato di controllo GPS della macchina e ad individuare il tipo di dati ottenibili da sensori applicati sulla vendemmiatrice ai fini della caratterizzazione del prodotto. In tale fase si è cercato di

capire l'importanza di un monitoraggio in continuo delle caratteristiche delle uve e, in secondo luogo, si è cercato di costruire delle mappe tematiche georeferenziate che descrivessero il monitoraggio effettuato e le relative possibilità di impiego.

2. Trapianto del vigneto con controllo automatico su base CAD e GPS

Gli attuali metodi di rilievo topografico attuati con sistemi di elevata precisione e rapidità di rilievo quali il Sistema Leica 1200, unitamente a specifici programmi CAD permettono di ottenere immagini tridimensionali vettoriali con cui valutare nel dettaglio problemi e interventi di realizzazione con le soluzioni ipotizzabili e di verificare inoltre la struttura definitiva dell'impianto potendo analizzare, attraverso simulazioni, la compatibilità ambientale in termini estetici e di erosione e l'efficienza operativa dei cantieri meccanizzati che vi dovranno operare. (Vieri et al, 2007). Nella figura 1 è possibile vedere grazie alla grafica tridimensionale come sarà l'aspetto del vigneto, con la possibilità di valutare l'impatto paesaggistico e la logistica operativa dei cantieri di lavoro.



Figura 1 - Vista tridimensionale dell'impianto

La modellizzazione del futuro impianto, unitamente allo sviluppo in agricoltura della tecnologia GPS, ha portato negli ultimi anni alla nascita di interessanti dispositivi di trapianto automatizzato che riescono a garantire rapide tempistiche di realizzazione e precisioni centimetriche di posizionamento delle barbatelle.

Le trapiantatrici più diffuse (Wagner, Clemens, Fornasier) possono essere tutte equipaggiate con i kit-GPS e software di guida assistita come il sistema *Smart Wine* di Leica Geosystem, controllato da un software che può impostare direttamente i punti di trapianto con l'acquisizione diretta dei limiti della superficie da impiantare, la impostazione delle misure di interfila e di interpianta, l'orientamento dei filari e la linea delle testate. Sulla base dei dati inseriti, il software visualizzerà la mappa georeferenziata dell'impianto indicando l'area dell'appezzamento, il numero di barbatelle e di pali necessari e mostrerà all'operatore i riferimenti guida per la navigazione lungo i filari indicando il punto di partenza di ciascuno di esso e la posizione della trattrice all'interno dell'appezzamento. Una volta all'interno dell'area d'impianto, attivati tutti i dispositivi, la ruota di posa della trapiantatrice entrerà in funzione automaticamente avviando il posizionamento delle barbatelle. L'operatore dovrà esclusivamente controllare sul display in cabina che la trattrice segua la linea ideale di lavoro evitando scostamenti troppo accentuate.

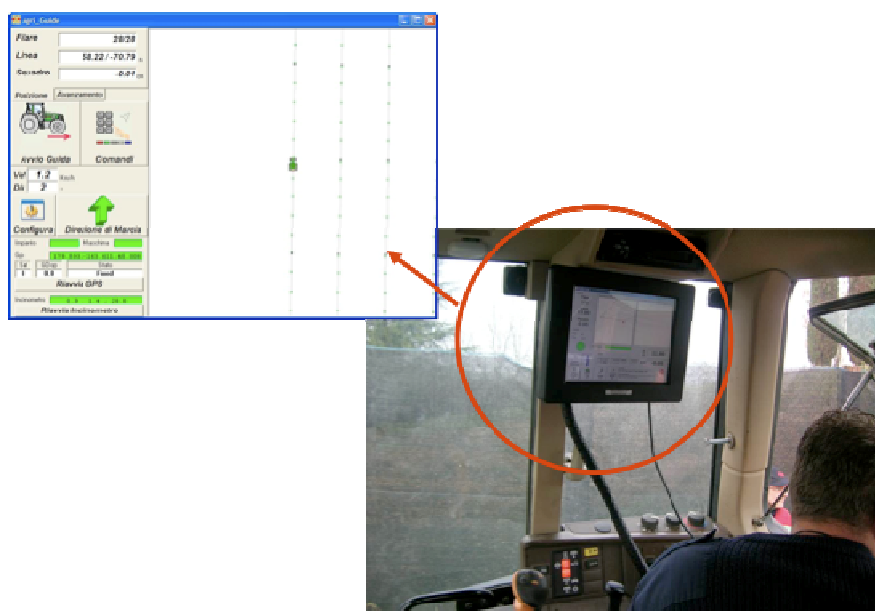


Figura 5. Schermata del monitor di controllo della trapiantatrice – Navigazione lungo i filari. (Fonte: Leica Geo)

Prove sperimentali sono state condotte in alcune aziende del comprensorio toscano, al fine di analizzare la precisione del cantiere di lavoro e i vantaggi ottenibili da un impianto meccanizzato del vigneto. L'errore planimetrico medio è risultato di $\pm 0,06$ m pari al 7,5% della distanza interpianta (0,8 m) con una deviazione standard di $\pm 0,04$. Unitamente alla precisione della macchina, si devono considerare gli importanti vantaggi derivanti dal trapianto automatico del vigneto:

- riduzione dei costi di impianto e delle tempistiche di lavoro (5-6 ore/ha per la tracciatura e l'impianto completo);
- possibilità di impiantare a "radice lunga" che si traduce in una elevata percentuale di attecchimento delle barbatelle.

3. Monitoraggio della produzione viticola

Rispetto ad altri mezzi di raccolta, quali quelli utilizzati per i cereali e il pomodoro, le vendemmiatrici ancora oggi non sono dotate di sistemi che permettano un monitoraggio in continuo delle caratteristiche del prodotto raccolto.

Le ricerche attualmente si stanno orientando sull'integrazione del sistema vendemmiatrice con quello di analisi georeferenziata del raccolto tramite sistemi GPS. Questa combinazione tecnologica, unita ad una strumentazione idonea per l'analisi in continuo delle uve, permette un controllo dinamico delle caratteristiche enochimiche della materia prima raccolta, prima che questa giunga nella zona di conferimento della cantina.

Questa integrazione consente di:

- localizzare in tempo reale la macchina a lavoro e sfruttare la tecnologia di telemetria per controllo delle flotte;
- rilevare in tempo reale parametri quali peso, grado zuccherino, acidità, polifenoli, ecc;

- differenziare la raccolta fra le due “benne di carico” in base alle differenze qualitative delle uve all’interno dello stesso vigneto;
- creare un archivio storico sui dati di raccolta di importanza fondamentale per i tecnici;
- trasmettere istantaneamente ai computer aziendali tutti i dati, utili all’organizzazione delle linee di vinificazione.

Il monitoraggio dinamico delle caratteristiche enochimiche delle uve raccolte a macchina, necessita di dispositivi e tecnologie in grado di misurare da un lato la quantità di prodotto raccolto e dall’altro di analizzare in continuo le uve.

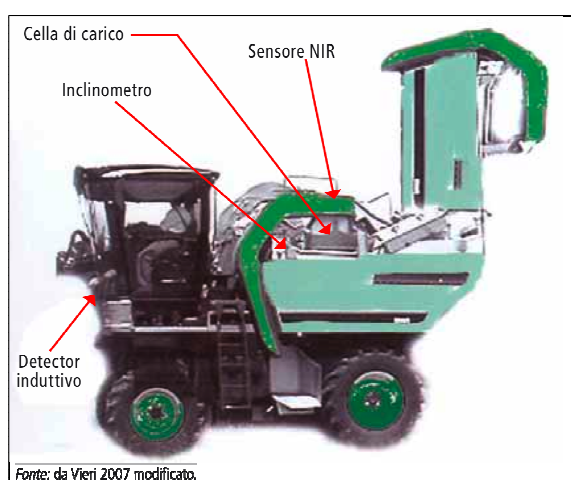


Figura 1. Ipotesi di vendemmiatrice dotata di sistema per l’analisi della quantità e della qualità delle uve raccolte

- Quantità di raccolto: esistono già in commercio dispositivi cosiddetti a “celle di carico”, applicati soprattutto sulle mietitrebbie, in grado di monitorare la quantità di prodotto raccolto.
- Qualità del raccolto: l’analisi dinamica delle uve, invece, rappresenta ancora oggi uno scoglio difficile da superare; nonostante esistano in commercio strumenti di analisi in continuo di pH, tenore zuccherino, acidità, la loro applicazione resta prerogativa dei laboratori aziendali. La tecnologia più interessante per applicazione su vendemmiatrici sembra essere la spettroscopia del vicino infrarosso (NIRS), tecnica d’analisi che si basa sulla differente risposta di un substrato dopo che è stato investito

da una radiazione incidente. Tale tecnica può essere utilizzata per correlare le proprietà chimico-fisiche del campione analizzando i dati di assorbimento o riflessione in seguito all'utilizzo di raggi infrarossi in corrispondenza di determinate lunghezze d'onda.

4. Prove in campo di monitoraggio dinamico delle caratteristiche delle uve raccolte a macchina

Nella vendemmia 2007 è stata attuata una simulazione in campo di un controllo delle uve in continuo tramite raccolta manuale di campioni dalla vendemmiatrice e analisi standard di laboratorio. In tale fase si è cercato di capire l'importanza di un monitoraggio in continuo delle caratteristiche delle uve e, in secondo luogo, si è cercato di costruire delle mappe tematiche georeferenziate che descrivessero il monitoraggio effettuato e le relative possibilità di impiego.

Le prove sono state effettuate presso l'azienda Poggio Bonelli dei Tenimenti MPS su tre vigneti a cultivar Sangiovese posti in tre altrettante differenti zone. L'azienda è situata nel comune di Castelnuovo Berardenga (Siena) all'interno della CTR numero 297020. Il monitoraggio effettuato ha riguardato tre filari per ognuno dei vigneti, per complessivi nove filari analizzati. Come unità campione si è adottata la campata (distanza fra i tutori) in cui si trovano in media cinque viti (Tabella 1)

Il giorno precedente alla vendemmia sono stati rilevati i seguenti parametri:

- Superficie fogliare;
- Indice LAI (leaf area index);
- Peso medio dei grappoli,
- numero dei grappoli per campata e produzione a filare stimata;
- FRF forza di ritenzione del frutto ovvero indice di distacco degli acini, misurato con dinamometro a forcilla.

I vigneti campione sono stati georeferenziati tramite GPS differenziale con base a terra e sulla vendemmiatrice si sono misurati i tempi di ritardo e la distanza percorsa dall’uva nel tragitto dalla pianta fino alle tramogge di carico della vendemmiatrice.

La macchina impiegata per le prove è stata una NewHolland-Braud serie VL5080 le cui caratteristiche salienti sono riassunte in Tabella 2.

Testata di raccolta oscillante	
Scuotitori (n)	14
Panieri di raccolta (n)	2 x 54
Aspiratori superiori (n)	2
Aspiratori inferiori	Optional
Serbatoio di raccolta in acciaio inox	1800/2360
Diraspatore/separatore	Optional
Tipo di vigneto idoneo	Largo
Motore	
Potenza (kw/CV)	94/128
Cilindri/aspirazione	4/ turbo intercooler
Angolo di sterzata	90
Pendenza max. longitudinale (%)	32
Pendenza max. trasversale (%)	25

Tabella 2. Caratteristiche vendemmiatrice NewHolland VL5080

Al momento della raccolta sulla vendemmiatrice, con le dovute dotazioni di sicurezza, i campioni di uva per ogni campata dei filari prescelti sono stati prelevati manualmente direttamente all’uscita dei nastri elevatori a panieri. Si è tenuto conto del ritardo tra il punto di raccolta e quello di scarico che è pari a 3 metri (lunghezza della “catenaria” a panieri). Ciascun campione prelevato, corrispondente ad ogni campata, è stato georeferenziato e memorizzato come waypoint sui sistemi GPS adottati.

I campioni sono stati immediatamente analizzati nel laboratorio aziendale con ammostamento e successive analisi dei parametri vendemmiali standard, pH, acidità totale, tenore zuccherino.

Tutte le fasi di raccolta sono state georeferenziate tramite applicazione di due diversi sistemi GPS a bordo della macchina (GPS Leica, GPS Isagri), che hanno monitorato il tracciato percorso dalla vendemmiatrice e georeferenziato ciascun campione prelevato.

Secondo la metodologia classica di analisi di VP, si è cercato di correlare i dati provenienti dal monitoraggio a bordo della qualità delle uve, con le mappe di vigore vegetativo. Le mappe dei tre vigneti campione sono state elaborate in collaborazione con Terradat a partire da ortofoto satellitari analizzate nello spettro infrarosso. L'utilizzo dei satelliti è solamente una delle metodologie di analisi disponibili per il rilievo della vigoria della parete fogliare, potendo contare infatti anche sul Telerilevamento aereo (Remote Sensing) e il Proximal sensing con sensori a terra.

Le mappe evidenziate in Figura 2 visualizzano i valori di un indice derivato dall'elaborazione spettrale delle immagini trasmesse a terra dai satelliti americani (NOAA 12,14,15,16,17).

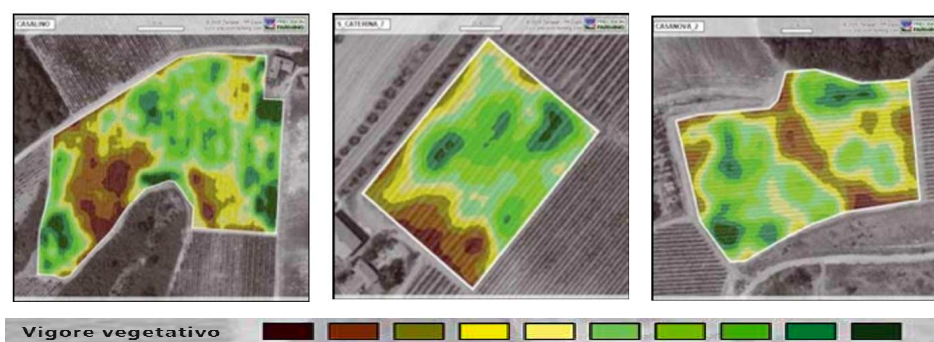


Figura 2. Mappe georeferenziate di vigore vegetativo dei tre vigneti campione. Le mappe evidenziano le diverse aree omogenee per vigore con una classificazione in 10 classi. Molte ricerche condotte in Italia e all'estero, evidenziano come alla vigoria sia associato in misura inversamente proporzionale il grado zuccherino.

Gli indici di vegetazione si basano sul principio della riflettenza che, in ottica, indica la proporzione di luce incidente che una data superficie è in grado di riflettere. È quindi rappresentata dal rapporto tra l'intensità del flusso radiante riflesso e l'intensità del flusso radiante incidente (emesso dai sensori di rilievo).

L'analisi di riflettanza permette di lavorare nelle tre regioni del visibile (400-700 nm), del vicino infrarosso (700-1300 nm) e del medio infrarosso (1300-2500 nm).

L'indice più diffuso è l'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) definito dal rapporto tra la differenza e la somma della riflettanza nel vicino infrarosso (R_{nir}) e rosso (R_r) rispettivamente influenzate dal tipo di struttura fogliare e dal contenuto di clorofilla, carotenoidi e antociani.

$$NDVI = \frac{R_{nir} - R_r}{R_{nir} + R_r}$$

Il valore ottenuto è adimensionale e assume valori nell'intervallo (-1 +1). Valori bassi di NDVI si verificano in zone a basso vigore vegetativo o dove la vegetazione è sofferente e senescente, mentre gli alti valori sono sintomo di elevato vigore vegetativo e una situazione di forte efficienza fotosintetica.

5. Risultati

L'estrema variabilità delle caratteristiche delle uve raccolte dalla vendemmiatrice (Tabella 3) dimostra quale potrebbe essere il valore del monitoraggio in continuo a bordo della macchina. La grande variabilità di valori di pH, acidità totale e zuccheri presente all'interno dello stesso filare, addirittura tra campate successive, rende ragionevolmente raccomandabile un suo controllo futuro in termini di raccolta differenziata.

Vigneto 2 filare 3				
Campata	pH	Ac.Tot (g/l)	° Babo	Quantità (kg)
1	3,58	5,00	17,75	8,90
2	3,48	6,00	19,75	6,97

3	3,42	6,20	19,75	3,68
4	3,46	6,10	20,50	3,48
5	3,48	5,80	21,50	4,96
6	3,42	6,30	20,00	6,42
7	3,19	8,70	19,50	8,20
8	3,34	6,80	18,50	7,28
9	3,45	6,10	19,75	6,45
10	3,47	6,10	18,25	18,67
11	3,44	5,80	19,75	6,48
12	3,36	7,20	17,75	10,22
13	3,51	5,60	21,50	6,05
14	3,50	5,60	18,50	12,52
15	3,37	6,70	19,25	5,52
16	3,44	6,10	18,50	6,43

Tabella 3. Risultati delle analisi sulla campata (5 viti tra palo e palo)

Il sistema di analisi dinamica georeferenziata in tempo reale permette, d'altronde, la creazione immediata di mappe tematiche del vigneto e questo è impiegabile direttamente per il controllo della destinazione del prodotto nelle due benne di carico o, anche con invio in tempo reale via GPRS o UMTS alla cantina, per prevedere la gestione delle uve raccolte e i processi di vinificazione prima del loro conferimento. Normalmente infatti il prodotto raccolto viene monitorato solamente a valle del conferimento con campionamenti a punto fisso con sonda immersa nel rimorchio, analisi visiva o, soprattutto nelle piccole realtà, con semplice misura del tenore zuccherino. Il sistema di monitoraggio in continuo permetterebbe invece una conoscenza “preventiva” delle uve in arrivo in cantina, non più solo in merito al vigneto di provenienza, ma in base alle reali caratteristiche enochimiche.

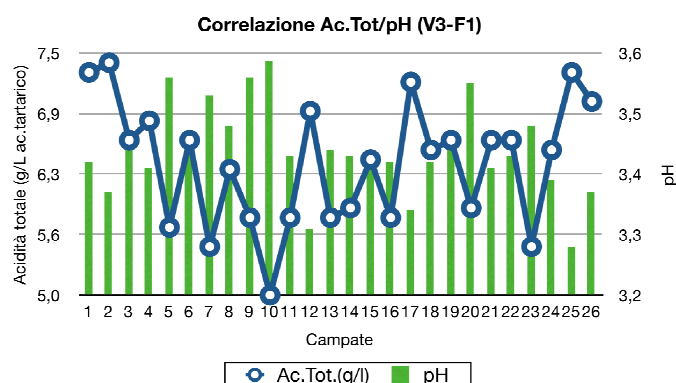


Grafico 1. Correlazione tra acidità totale e pH per evidenziare l'effetto pioggia osservato.

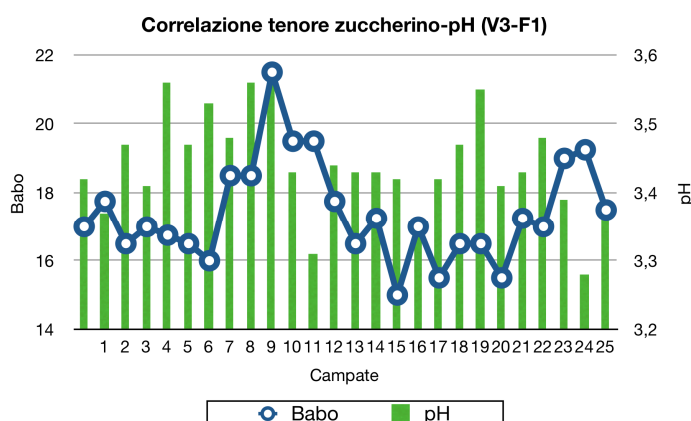


Grafico 2. Correlazione tenore tenore zuccherino-pH, per evidenziare l'effetto pioggia osservato.

I grafici 1 e 2 sopra riportati mostrano un'analisi comparativa tra i parametri vendemmiali standard dei campioni prelevati dalla vendemmiatrice, analizzati in laboratorio, riferiti al Filare 1 del Vigneto 3. Le informazioni che si possono dedurre sono:

- Su 20 campioni 7 si trovano al di sotto dei 18,5o Babo (11,10% vol.) con una media del filare di 17,4o Babo (10,44 % vol. medio). Tale grado alcolico non si presta ad una vinificazione “top di gamma” a meno di una correzione del grado zuccherino;
- i valori di pH rilevati sono abbastanza elevati. La media di pH che caratterizzano il raccolto del filare F1 si attesta su 3,44. Tale valore in letteratura viene considerato un “confine” oltre il quale si passa da un'ottimale e naturale stabilità dei vini ad una zona a rischio di contaminazione. Ribereau-Gayon afferma in merito ai rischi di contaminazione di batteri acetici: “L'acidità svolge egualmente (in riferimento alla

temperatura) un ruolo, giacchè lo spunto è praticamente impossibile a pH 3,0 e diviene agevole a pH 3,4”.

Si può presumere che con queste caratteristiche le uve raccolte meccanicamente, pur provenendo da un vigneto solitamente destinato a produzioni di alta qualità, non dovrebbero essere inserite in una vinificazione per vini di alta gamma. Poter conoscere una serie di informazioni così dettagliate prima che la materia prima giunga in cantina, grazie al monitoraggio dinamico sulla vendemmiatrice, permetterebbe di allestire un apposito processo di vinificazione che preveda, laddove necessari, le relative correzioni.

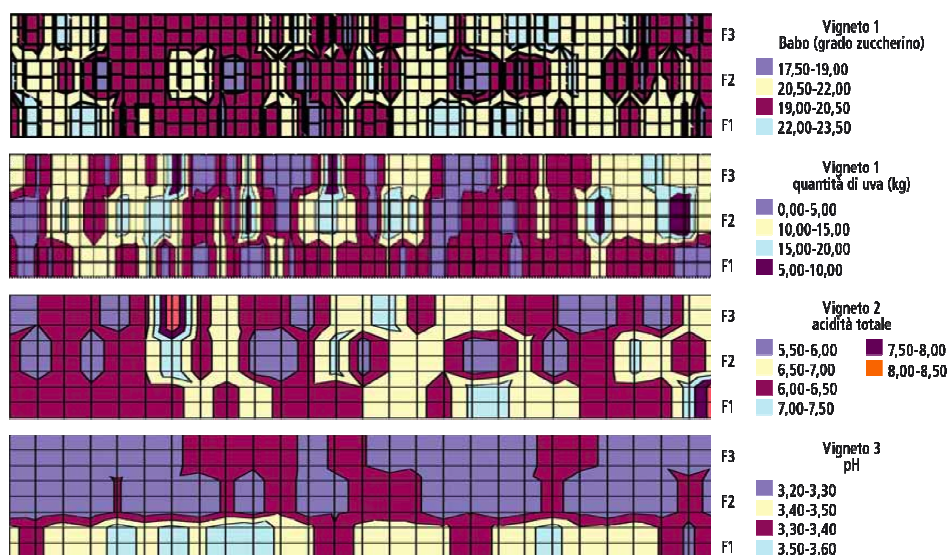


Figura 3. Mappe georeferenziate relative a grado zuccherino, pH e acidità totale. La creazione di queste mappe è stata possibile grazie al posizionamento di *waypoint* GPS per ogni campione di uva raccolto

La vendemmiatrice che si è ipotizzato in Figura 1, grazie alla strumentazione di bordo potrebbe giungere ad un risultato molto simile a queste mappe. Le caratteristiche enochimiche così visualizzate associano all'utilità di impiego dell'informazione, una elevata facilità di interpretazione.

6. Conclusioni

Il raggiungimento di una agricoltura sostenibile può trovare effettiva applicazione solamente nelle odierne e future disponibilità di tecniche e tecnologie innovative che a

livello mondiale vengono identificate nel raggruppamento della *Precision Farming* ovvero, nel nostro caso specifico, della Viticoltura di Precisione. Troppo spesso infatti le nuove tecnologie vengono identificate con una produzione (agricoltura) speculativa e di sfruttamento. L'alta tecnologia contenuta in dispositivi rappresentativi della sostenibilità quali le celle solari, ne evidenziano la profonda contraddizione di questo postulato.

La Viticoltura di Precisione (VP) rappresenta ad oggi l'insieme delle tecniche e tecnologie che possono rendere oggettivamente possibile una razionale agricoltura fortemente fondata sulla sostenibilità e sulla valorizzazione del *Terroir*. Il monitoraggio ambientale, operativo e di prodotto permette di eseguire ogni operazione colturale modulandola sulla base delle effettive necessità rilevate all'interno dell'appezzamento, con il fine ultimo dell'ecocompatibilità di processo, della valorizzazione della tipicità del prodotto e della conseguente tracciabilità.

È stata dimostrata l'importanza di un monitoraggio dinamico delle caratteristiche delle uve durante la raccolta meccanica. La combinazione delle più innovative tecnologie e tecniche nel campo della agricoltura di precisione rende possibile una conoscenza multiparametrica sulla qualità del vigneto di fondamentale importanza per la compatibilità ambientale e il rispetto della tipicità delle produzioni viticole. Lo sviluppo di un sistema di monitoraggio in continuo sulla vendemmiatrice permetterà in un futuro non troppo distante, un'importante controllo della qualità delle uve raccolte a macchina e una significativa razionalizzazione delle operazioni di ricevimento delle uve e gestione dei processi fermentativi.

7. Bibliografia

J. ARNÓ, X. BORDES, M. RIBES-DASI, R. BLANCO, J.R. ROSELL AND J. ESTEVE, *A comparison of the spatial variability of vineyard yield in European and Australian production systems.*

R. BRAMLEY, (2005). *Understanding variability in Winegrape production systems. 2. Within vineyard variation in quality over several vintages.* Aust. J. Grape and Wine Research 11: 33-42.

BRAMLEY, R.G.V. AND R.P. HAMILTON. 2004. *Understanding variability in Winegrape production systems. 1. Within vineyard variation in yield over several vintages.* Aust. J. Grape and Wine Research, 10: 33-45.

R.BRAMLEY & S.WILLIAMS, *Protocol for the construction of Yield maps from data collected using commercially available grapes yield monitors.*

L.BRANCADORO, P.DOSSO, et al. (2006), *Viticultura di precisione assistita da satellite in Franciacorta*, VQ marzo/2006, 22-33.

P.DOSSO, G.SPEZIA (2006), *Viticultura di precisione grande risorsa per il futuro*, Informatore Agrario 24/2006, 58-63.

GUIDETTI R. (2007), *Tecnologia VIS-NIR per la determinazione delle sostanze nutraceutiche della frutta*, Convegno “L’e- nell’ingegneria agraria, forestale e dell’industria agro-alimentare”. AIIA 2007: Firenze, 25-26 ottobre 2007.

A.MIGLIOLI, M.VIERI, 2008, *Vendemmiatrici di precisione per produrre vino di qualità*, Informatore Agrario, 27, 28-35.

J-N. PAOLI, B. TISSEYRE, O. STRAUSS, J-M. ROGER AND S. GUILLAUME, *Vine parcel detection in aerial images combining textural and structural approaches.*

A.G.REYNOLDS & C.DE SAVIGNY, *Use of GPS and GIS to determine the basis for terroir.*

R.G.V. BRAMLEY, D.M. LANYON AND K. PANTEN, *Generating benefits from Precision Viticulture through selective harvesting.*

R.G.V. BRAMLEY, A.P.B. PROFFITT, C.J. HINZE, B. PEARSE AND R.P. HAMILTON, *Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain).*

B.SETHURAMASAMYRAJA ET AL. (2007) *Interpolation of wine grape quality indicators (Anthocyanin and Brix) and development of differential harvest attachment,* ASABE Annual International Meeting.

J.TAYLOR, B.TISSEYRE, R.BRAMLEY AND A. REID, *Combination of heterogeneous data sets in Precision Viticulture.*