

Istituto Tecnico Statale di Istruzione Secondaria Superiore

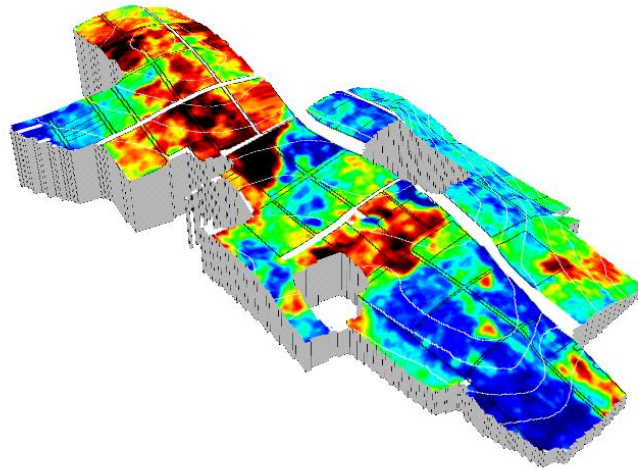
Scuola enologica "G.B. Cerletti"

ESAME DI STATO

Conegliano, a.s. 2014-2015

IL VIGNETO DEL FUTURO

VITICOLTURA DI PRECISIONE, REALTÀ O SEMPLICE
ILLUSIONE?



Allievo: Emanuele Poloni

classe 6^{VA}

INDICE

➤ OBIETTIVI.....	pag. 1
1. PREMESSA.....	pag. 1
2. INTRODUZIONE.....	pag. 2
3. PRINCIPI DELLA VITICOLTURA DI PRECISIONE.....	pag. 2
4. GLOSSARIO DELLA VITICOLTURA DI PRECISIONE.....	pag. 4
5. OSSERVAZIONE E RACCOLTA DEI DATI.....	pag. 5
5.1 <i>Remote sensing</i>	pag. 6
5.2 <i>Proximal sensing</i>	pag. 6
6. LA VARIABILITÀ DEI VIGNETI.....	pag. 7
6.1 Variabilità spaziale.....	pag. 8
6.2 Variabilità temporale.....	pag. 8
7. GESTIRE LA VARIABILITÀ.....	pag. 8
8. INTERPRETAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI.....	pag. 9
9. COSTITUZIONE DELLE MAPPE DI VIGORE.....	pag. 10
10. SENSORI OTTICI.....	pag. 12

11. SENSORI AD ULTRASUONI.....	pag. 13
12. ELABORAZIONE DELLE MAPPE GEOREFERENZIATE.....	pag. 14
13. CONCIMAZIONE SITO-SPECIFICA.....	pag. 16
14. VENDEMMIA SITO-SPECIFICA.....	pag.16
15. IRRIGAZIONE SITO-SPECIFICA.....	pag. 17
16. DIFESA FITOSANITARIA SITO-SPECIFICA.....	pag. 18
➤ FOCUS: IL CASO DELLA ZONA DEL PROSECCO DOCG CONEGLIANO VALDOBBIADENE.....	pag. 18
- Territorio e problematiche.....	pag. 18
- Rilevamento gps e piattaforma cartografica.....	pag. 19
17. CONCLUSIONI.....	pag. 21
- BIBLIOGRAFIA.....	pag. 22
- SITOGRAFIA.....	pag.22

➤ **OBIETTIVI**

- Sviluppare le conoscenze relative alla viticoltura di precisione, in relazione alle tecniche e ai metodi utilizzati.
- Elencare ed illustrare le applicazioni pratiche in vigneto.
- Utilizzo di queste tecnologie e tecniche agronomiche in alcuni ambienti viticoli con particolari problematiche sociali ambientali e di gestione del vigneto.
- Valutare i vantaggi ed eventuali svantaggi che questa metodologia può avere sulla gestione del vigneto e del territorio vitivinicolo.

1. PREMESSA

L'approfondimento di questa tesina incentrata sulla viticoltura di precisione, mira a enunciare le novità in campo dell'ingegneria viticola e gli sviluppi che essa può portare sulla gestione agronomica del vigneto finalizzata al raggiungimento di un preciso livello produttivo quanti-qualitativo.

I tecnici sono in prima fila nel monitoraggio dell'ambiente viticolo specialmente in zone come le nostre, talvolta avverse alla lavorazione, dove è necessario un maggiore occhio di riguardo. È inoltre altrettanto importante lo studio della pianta, in questo caso la vite, in quanto essa è regina incontrastata delle nostre colline. È infatti importante conoscerne al meglio la struttura e la morfologia al fine di ottenere un equilibrio e un'eterogeneità vegeto-produttiva migliore possibile. A questo proposito le tecnologie ci vengono in aiuto proponendoci dei metodi innovativi già testati e affermatesi nella gestione del vigneto. Una nuova frontiera che punta alla sostenibilità e alla salvaguardia dell'ambiente viticolo, grazie all'aiuto fornito da sensori ottici e piattaforme informatiche, assieme all'insostituibile esperienza e conoscenza umana. La viticoltura di precisione mi ha subito colpito per la vastità di aspetti che può raggiungere in questo campo, puntando all'aggregazione tra tradizione e tecnologia, binomio che sarà vincente nell'agricoltura del futuro. È stata per me una scoperta, in quanto in questi sei anni ho potuto apprendere, grazie all'esperienza e alla passione dei miei professori, una visione globale nella cura della vite, punto di partenza fondamentale per la produzione di un vino di qualità. La materia prima deve essere in tutto e per tutto salvaguardata dal viticoltore. Grazie a queste tecnologie è possibile legare parallelamente questi aspetti, al fine di creare una viticoltura che sia quanto più innovativa ragionata e compatibile con l'ambiente.

Efficienza e produttività impongono una revisione delle pratiche agricole del sistema produttivo in tutte le sue componenti; si deve superare il concetto di tradizione come vincolo dato da una consuetudine o un'abitudine, ma si deve cercare di far fronte alle nuove e alle vecchie problematiche con energia e apertura mentale, in modo da trarre tutti i vantaggi ricercati.

2. INTRODUZIONE

Il controllo della filiera produttiva, la sicurezza degli alimenti, la qualità del frutto, sono da oggi conseguibili con maggiore efficacia per mezzo di innovative tecnologie e processi produttivi. L'agronomia viticola, molta evoluta in questo senso, consente di definire pratiche colturali ottimali quali impianto, gestione del suolo, irrigazione, potatura, fertilizzazione, trattamenti fitosanitari e vendemmia non solo per interi vigneti, ma anche per singole porzioni all'interno dello stesso vigneto. In tal modo si possono modulare gli interventi a seconda delle reali esigenze delle diverse parcelle di vigneto.

Le moderne invenzioni in campo della Geomatica, come i sistemi di posizionamento satellitare GPS (Global Positioning System), telerilevamento ed appositi software e programmi informatici, danno la possibilità di ottenere una serie di dati utili e sfruttabili nel miglioramento della progettazione e gestione del vigneto.

Il controllo e il monitoraggio operativo degli interventi colturali tramite sistemi propri della viticoltura di precisione, devono essere ritenuti oggi una caratteristica fondamentale nell'attuazione effettiva e consapevole di una "viticoltura sostenibile".

Nella viticoltura, soprattutto quella collinare, si verifica di frequente che all'interno del medesimo vigneto si ritrovino aree contraddistinte da composizione, struttura del terreno, presenza di umidità, illuminazione e microclima differenti: a queste disomogeneità la vite risponde di conseguenza, evidenziando particolari stati di espressione fisiologica. Il vigore vegetativo è la più evidente di queste risposte.

Il grande traguardo della viticoltura di precisione è quello di conoscere lo stato, la salute, il vigore e le necessità fisiologiche delle viti appartenenti a differenti zone del vigneto delle quali saranno state individuate le precise coordinate geografiche (operazione detta di georeferenziazione) ed adeguare le tecniche colturali in maniera puntuale alle esigenze, in modo che siano gli strumenti informatici ad aiutarci a gestire in maniera ampiamente automatizzata un enorme numero di piante.

La precisione e l'accuratezza dei dati ottenibili da tale tecnologia permette:

- una piantagione più rapida e precisa dei nuovi vigneti;
- una gestione ragionata ed "ecompatibile" del vigneto;
- un risparmio notevole di tempo e materiale (non si opera più in modo estensivo, ben sì in modo preciso ed accurato);
- riduzione degli interventi in vigneto;
- controllo sinergico della filiera vigneto-cantina;
- miglioramento della qualità dell'uva e del vino;
- operazione e lavorazioni sito-specifiche;

3. PRINCIPI DELLA VITICOLTURA DI PRECISIONE

La viticoltura di precisione è una novità, e come tale è spesso vista con diffidenza dai viticoltori, ma non per questo significa che non debba essere efficace.

I vigneti, come altri ambienti agrari, presentano un'elevata variabilità delle proprie caratteristiche biofisiche ed i numerosi fattori che le definiscono possono essere classificati in “statici”, come il clima ed alcune grandezze che descrivono le proprietà di un suolo (ad esempio: tessitura, pH, contenuto in carbonati, profondità, ecc...), e “dinamici”, come i valori termici ed idrici dei suoli, il contenuto di elementi nutritivi e l'andamento climatico annuale.

Il concetto di viticoltura negli ultimi anni ha variato il suo concetto tradizionale, cambiando soprattutto per il concetto della produttività, e della progressiva evoluzione delle forme di conduzione aziendale. Nel passato la coltivazione della vite aveva un ruolo complementare: le piccole superfici vitate e le basse densità d'impianto richiedevano una gestione per lo più manuale del vigneto e della singola pianta. Il progressivo incremento della meccanizzazione ha portato ad una realtà contraddistinta da maggiori estensioni, con modalità di gestione volte per lo più al raggiungimento di un ideale compromesso tra esigenze colturali e massimizzazione del reddito.

La viticoltura di precisione in estrema sintesi, può essere definita come un insieme di tecnologie e conoscenze che, sulla base della variabilità osservata, permette di monitorare le risposte vegeto-produttive delle piante e, in base ad esse, adeguare la gestione agronomica dell'appezzamento finalizzata al raggiungimento di un determinato livello produttivo.



Da ciò emerge chiaramente come il punto fondamentale per il raggiungimento di risultati prefissati sia la necessità di monitorare e misurare la variabilità. In aggiunta è possibile affermare che tali sistemi di monitoraggio devono avere alcuni presupposti fondamentali: è necessario che essi siano non-distruttivi, che garantiscano una notevole tempestività e precisione nell'acquisizione delle informazioni, che abbiano una buona ripetibilità e che siano economicamente poco onerosi.

Le nuove frontiere sono rappresentate da un lato dal telerilevamento, sulla scorta del quale possono essere costruite mappe tematiche georeferenziate indicative dello stato vegetativo del vigneto (e di conseguenza carte di prescrizione di operazioni colturali di diverso valore in zone del vigneto non omogenee tra loro), dall'altro dalla possibilità di gestire queste operazioni

colturali a rateo variabile in maniera automatica attraverso la comunicazione con il GIS aziendale condotta con i moderni mezzi telematici quali GPRS od altri.

Sempre più questa gestione 'di precisione' nelle zone omogenee degli appezzamenti prevedrà l'impiego di tecnologie mirate all'esecuzione di interventi agronomici ad intensità variabile possibili grazie alla realizzazione di mappe georeferenziate elaborate sulla base di indici di vigore che vanno poi correlati con rilevazioni puntuali nel vigneto e interpretati dagli agronomi e dagli enologi in funzione degli obiettivi.

4. GLOSSARIO DELLA VITICOLTURA DI PRECISIONE

Georeferenziazione: è una procedura che permette di assegnare delle coordinate (secondo una data proiezione cartografica) ai punti di un'immagine, utilizzando dei punti di controllo prelevati da una carta topografica o di un'immagine già georeferenziata oppure direttamente in campo con il GPS. Applica una trasformazione all'immagine che ha lo scopo di riportare i punti di controllo al posto giusto, cioè di adattare l'immagine grezza alle coordinate geografiche attribuitele con i punti di controllo e di restituire agli oggetti le dimensioni reali in scala.

GIS: abbreviazione di *Geographic Information System*, traducibile in sistema informativo geografico (o territoriale), è un sistema per la gestione, l'analisi e la visualizzazione di informazioni con contenuto geografico-spaziale. L'informazione geografica è gestita tramite insiemi di dati (data-set geografici) che costituiscono modelli di fenomeni geografici, cioè riferibili al territorio, utilizzando strutture di dati semplici e generiche. Il GIS è corredato da un insieme completo di strumenti (tool e funzionalità) per lavorare con i dati geografici.

GPS: abbreviazione di *Global Positioning System* (Sistema globale di rilevamento della posizione) si tratta un sistema mediante cui un idoneo apparato è in grado di rilevare le proprie coordinate geografiche in qualunque punto della Terra si trovi. I principi su cui si basa il GPS sono in realtà piuttosto semplici, anche se il sistema fa uso di tecnologie estremamente avanzate. Il sistema è costituito da una sezione orbitante (un gruppo di satelliti in orbita terrestre), una sezione terrestre (un idoneo apparato costituito da antenna e ricevitore), oltre alla stazione di controllo (le parti preposte al mantenimento del perfetto funzionamento del sistema).

GPS differenziale: tecnologia nata per ridurre notevolmente gli errori a cui sono soggette le misurazioni mediante tecnologia GPS semplice (in particolare gli effetti legati alla distorsione del segnale elettromagnetico da parte della ionosfera). È basata sulla registrazione del segnale GPS ricevuto da stazioni fisse, di posizione nota con estrema precisione, in contemporanea con un rilievo GPS mediante stazione mobile. È poi possibile «correggere» le misurazioni GPS effettuate dalla stazione mobile grazie ai dati rilevati in contemporanea dalla stazione fissa. In questo modo è possibile ottenere precisioni di posizionamento decimetriche o anche centimetriche.

Indice NDVI: A partire dai dati multispettrali, è possibile ricavare una serie di indici sintetici in grado di descrivere in modo preciso le caratteristiche della vegetazione presente al suolo. Tra

questi indici di vegetazione, il più noto è l'NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), che si basa su una differenza normalizzata tra le bande dell'infrarosso vicino e del rosso. Come testimoniato da innumerevoli studi svolti nel corso degli ultimi 20 anni, l'NDVI si dimostra molto affidabile nel descrivere l'entità della biomassa fotosinteticamente attiva presente sulla superficie investigata.

Mapa tematica: mappa che rappresenta qualitativamente o quantitativamente, su una carta di base, fenomeni specifici che costituiscono il tema di una determinata indagine.

Mapa di prescrizione: mappe tematiche che descrivono in maniera puntuale i fabbisogni delle differenti porzioni di un appezzamento, da utilizzarsi come input di sistemi basati su tecnologia a rateo variabile.

Multispettrale: termine che indica una delle caratteristiche principali delle tecniche di telerilevamento e che si riferisce alla capacità dei sistemi di elaborazione e dei sistemi di ripresa di raccogliere la radiazione proveniente dalla superficie investigata contemporaneamente in più bande spettrali. La radiazione, utilizzando un sistema di filtri e di sensori diversi, viene suddivisa in intervalli più o meno larghi dello spettro elettromagnetico centrati su lunghezze d'onda che normalmente vanno dall'ultravioletto alle microonde.

Sensore: qualsiasi dispositivo che raccoglie l'energia elettromagnetica proveniente dalla superficie investigata e la converte in un segnale elettrico che porta informazioni relative alla superficie stessa.

Telerilevamento: insieme di tecniche, strumenti e mezzi interpretativi che permette l'acquisizione a distanza di informazioni qualitative e quantitative su fenomeni od oggetti, senza entrare in contatto con essi.

VRT (*Variable Rate Technologies*, tecnologia a rateo variabile): tecnologia che consente di applicare i diversi fattori della produzione (fertilizzazione, trattamenti fitosanitari, irrigazione e, entro certi limiti, la vendemmia) in modo differenziato all'interno di ogni singolo appezzamento, con l'obiettivo di ottimizzare il loro utilizzo in modo puntuale e ottenere, quindi, il migliore risultato produttivo in termini qualitativi, minimizzando al contempo i costi grazie all'abbattimento degli sprechi legati all'utilizzo di una dose fissa, come comunemente si opera.

5. OSSERVAZIONI E RACCOLTA DEI DATI

Il processo dell'applicazione delle strategie di gestione sito-specifica incomincia con le osservazioni su come si sono sviluppate e come producono le piante utilizzando a tale scopo le informazioni già in possesso delle aziende o raccogliendo nuovi dati che possono essere acquisiti

con diversi strumenti e tecniche disponibili in agricoltura. La scelta degli strumenti più idonei per le osservazioni dipende dalla loro disponibilità, dal loro costo e dalla difficoltà di utilizzo. La tipologia di dati, le modalità ed il tempo necessario per la loro acquisizione sono fattori che incidono notevolmente sulla validità degli stessi e sull'interpretazione dei risultati delle analisi. Se un tempo gli agricoltori basavano tutto il proprio lavoro su osservazioni empiriche che gli permettevano di scegliere i giusti momenti per effettuare le operazioni agronomiche indispensabili per ottenere un'uva idonea a soddisfare gli obiettivi enologici prefissati, oggi nelle realtà aziendali che introducono la strategia di gestione sito-specifica, l'osservazione diretta è sempre più integrata con strumenti che vanno dalle semplici stazioni meteorologiche a sofisticati strumenti di acquisizione dei dati a diversa scala spazio-temporale. La tecnologia di rilevazione, sia dei parametri meteorologici sia di altri fattori biofisici impiegata in viticoltura, ha compiuto un notevole balzo in avanti negli ultimi decenni.

La raccolta dei dati può essere fatta da un aeromobile (aereo, elicottero, satellite spaziale, drone), viene ripresa un'immagine del suolo con una speciale fotocamera multispettrale: per ogni pixel (elementi puntiformi che compongono la rappresentazione di una immagine digitale) dell'immagine, si rileva, grazie ad appositi sensori, l'intensità di riflessione della luce solare da parte della vegetazione. Lo scopo del telerilevamento iperspettrale è quello di riuscire a stabilire una corrispondenza tra la quantità e la qualità dell'energia riflessa o emessa e la natura o lo stato dei corpi, o delle superfici, dai quali l'energia proviene.

La percentuale di energia radiante incidente che viene riflessa (riflettanza) è determinata dalla struttura geometrica delle superfici, dalla natura e dalla composizione dei corpi (influiscono sulla riflettanza, per esempio, il contenuto in acqua di un terreno o di un vegetale oppure il contenuto di particelle solide in sospensione in un corpo idrico) e dall'eventuale presenza di pigmenti. La clorofilla assorbe fortemente l'energia radiante a lunghezza d'onda intorno a 0,45 μm (blu) e a 0,65 μm (rosso), mentre riflette la radiazione verde, intorno alla lunghezza d'onda di 0,55 μm e, in misura ancora maggiore, nella regione dell'infrarosso vicino.

I metodi di monitoraggio sono dettati da una serie di considerazioni riguardanti la superficie da osservare, il grado di precisione che si vuole ottenere e la forma di allevamento del vigneto stesso.

Si possono attuare due tipologie di rilevamento: *remote sensing* e *proximal sensing*.

5.1 REMOTE SENSING

I sistemi di “*remote sensing*” permettono la cattura di immagini su porzioni di territorio più o meno estese in funzione della distanza da cui si effettua tale acquisizione: di norma si passa da alcuni km^2 di aerei e droni a poche centinaia di km^2 di satelliti. Com'è facile intuire, dall'altezza dell'osservazione dipende anche la risoluzione spaziale ottenibile, per cui all'aumentare della superficie diminuisce il dettaglio dell'immagine acquisita. Generalmente si parla di risoluzioni spaziali di 2,4-4 m nel caso dei satelliti più comunemente utilizzati (quali Ikonos e Quickbird) e da 30 cm a 1 m nel caso di droni ed aerei.

5.2 PROXIMAL SENSING

Un discorso differente va affrontato per i sistemi di “*proximal sensing*” che utilizzano sensori con acquisizione ad altissima frequenza a cui si aggiungono GPS ad alta precisione e PC

portatili, per la georeferenziazione e la registrazione delle letture; conseguenza diretta di ciò sta nel fatto che gli unici limiti, relativi alla risoluzione spaziale delle informazioni, sono da considerarsi il grado di precisione del GPS utilizzato e la velocità di avanzamento del mezzo mobile con cui i rilievi sono stati effettuati. Di norma, si è in grado di scendere fino a risoluzioni di 10 cm, anche se di solito si tende ad adattare la risoluzione in funzione delle distanze di impianto del vigneto da monitorare. Alle velocità comunemente adottate per l'esecuzione delle operazioni meccanizzate in pieno campo si effettuano rilievi su superfici di circa 20 ha/giorno.

Altra differenza sostanziale tra le due tipologie di monitoraggio è data dal tipo di sensori utilizzati; nel caso del “*remote sensing*” si utilizzano solitamente sensori di tipo passivo, che sfruttano cioè la luce solare calcolandone la quantità riflessa dalla vegetazione, mentre i sensori ottici portatili sono caratterizzati da un'emissione attiva di luce, attraverso sistemi a fotodiodi (particolare tipo di fotorilevatore che funziona come sensore ottico in grado cioè di riconoscere una determinata lunghezza d'onda): ciò non comporta differenze sostanziali nella possibilità di confrontare i dati acquisiti con i due sistemi, ma pone dei limiti all'utilizzo del monitoraggio da remoto. La quantità di radiazione riflessa dalla superficie osservata dipende fortemente dalla quantità di luce solare diffusa nell'atmosfera; ne deriva che osservazioni effettuate in giorni con forte copertura nuvolosa e altre con cielo limpido e perfetto irraggiamento non siano perfettamente confrontabili tra loro. Nel caso del rilevamento da satellite, un'ulteriore complicazione è data dal fatto che, in condizioni di forte copertura nuvolosa, essendo il punto di ripresa ad altitudine superiore all'atmosfera, si rischia di avere il bersaglio nascosto dalle nuvole, vanificando di fatto il rilievo effettuato. Tali inconvenienti non si presentano nel caso di osservazioni di tipo *proximal sensing*.



Osservazione e rilevazione *remote sensing* di un vigneto

6. LA VARIABILITÀ DEI VIGNETI

Conoscere la variabilità significa saperla gestire ovvero essere in grado di aumentare l'efficienza nella somministrazione dell'irrigazione e dei fertilizzanti, diminuire gli impatti ambientali e

aumentare il valore delle produzioni. All'interno di uno stesso vigneto possiamo distinguere due tipi di variabilità: la variabilità spaziale e la variabilità temporale.

6.1 VARIABILITÀ SPAZIALE

La variabilità spaziale può essere imputata a molti fattori di natura fisica, chimica e ambientale. Fra i fattori che determinano la variabilità spaziale distinguiamo la morfologia del territorio (esposizione, pendenze), le caratteristiche dei suoli, le pratiche di gestione agronomica, lo stato fitosanitario delle piante, il micro-clima. La variabilità spaziale influenza lo sviluppo delle piante e le pratiche di gestione.

In sintesi possiamo dire che la conoscenza della variabilità spaziale dei vigneti ha influenza su:

- preparazione del terreno per l'applicazione delle tecniche agronomiche;
- scelta del sesto di impianto;
- sviluppo degli apparati radicali delle piante;
- scelta dei sistemi di irrigazione in funzione alle caratteristiche dei suoli;
- quantità di fertilizzanti e modo di somministrazione;
- gestione agronomica e controllo delle infestanti;
- sui rendimenti e qualità della produzione.

6.2 VARIABILITÀ TEMPORALE

La variabilità temporale è invece riconducibile a fattori quali l'andamento delle condizioni meteorologiche fra annate diverse e all'interno del medesimo anno o al manifestarsi di fenomeni eccezionali e/o occasionali quali ad esempio brinate, grandinate o fenomeni di stress idrico. Anche l'incidenza delle malattie delle piante e degli attacchi di fitofagi, il cambiamento delle tecniche di gestione del vigneto in diverse annate sono fenomeni che influiscono sulla variabilità temporale dei vigneti. Chiaramente le condizioni meteorologiche sono strettamente correlate anche allo sviluppo degli agenti patogeni e quindi alle rese delle colture ed in generale su tutto il ciclo di sviluppo delle piante. La variabilità temporale ha forti ripercussioni sulle qualità delle uve (contenuto zuccherino, acidità totale, colore, peso delle bacche...).

7. 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 stato di informazione riguardante la variabilità spaziale, specialmente quella del suolo, risulta estremamente utile per separare i fattori di variazione. 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 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 colturale 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.

8. INTERPRETAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Una volta che i dati vengono raccolti, questi devono essere valutati e interpretati. Mentre un'analisi esplorativa può essere condotta con semplici software di elaborazione dati come i fogli di calcolo, le analisi di dati spaziali, insieme alla loro contestuale visualizzazione, richiedono l'utilizzo di software più professionali, quali ad esempio i software GIS o software ancora più mirati all'elaborazioni di immagini telerilevate acquisite da diverse piattaforme. I software GIS ed i processi di elaborazione ed analisi dei dati spaziali sono ormai correntemente utilizzati nella pratica professionale e nelle attività di ricerca in viticoltura. I software GIS negli anni sono diventati sempre più utilizzabili per operatori anche non specializzati in scienze geomantiche ma ciò non toglie che si possono raggiungere gradi avanzati di analisi a seconda delle funzioni disponibili nella piattaforma informatica utilizzata.

Negli ultimi anni si è inoltre assistito alla diffusione di Software *Open Source* quali ad esempio GRASS, QGIS, GVSIG (software utilizzati per la gestione dei dati geospaziali e di analisi, elaborazione di immagini, grafica, produzione di mappe, modellazione spaziale, e visualizzazione) con diverso grado di complessità a seconda delle funzioni di analisi geospaziali disponibili. Questo fenomeno ha sicuramente contribuito ad ampliare notevolmente gli utilizzatori e a far comprendere meglio i vantaggi nella gestione e rappresentazione geografica delle informazioni in agricoltura. Siamo comunque in un'era in cui le funzioni proprie dei software desktop GIS, almeno quelle che possiamo definire di base si stanno espandendo verso piattaforme distribuite su web. La tecnologia dell'informazione e delle comunicazioni hanno sicuramente aperto la strada alla evoluzione delle applicazioni geomatiche ad un largo pubblico di utenti e facilitato l'inter-operabilità di sistemi e dati.

Già da molti anni ricercatori statunitensi hanno proposto un indice (NDVI = *Normalized Differential Vegetation Index*, indice normalizzato di differente vegetazione) che si è rivelato uno strumento solido e sufficientemente affidabile per rappresentare la situazione fisiologica della vite ed è quello oggi più largamente utilizzato nelle applicazioni commerciali.

Normalmente a zone di basso vigore corrisponde una produzione in uva più bassa quantitativamente, con migliore qualità e maturazione anticipata, il contrario nelle zone ad alto vigore.

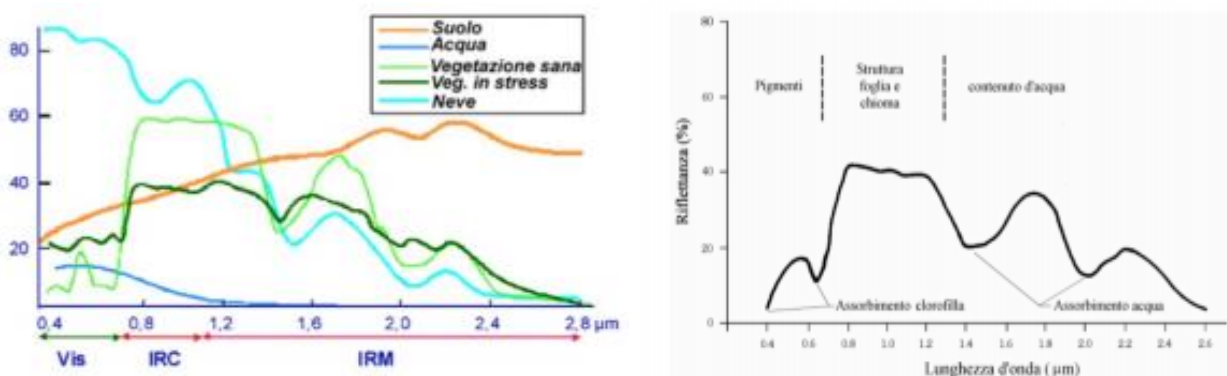
C'è da considerare che gli strumenti di elaborazione dei dati, da soli non servono a dare delle corrette interpretazione dei fenomeni osservati. Spesso sono il solo mezzo attraverso il quale è possibile estrarre delle informazioni da data-set molto complessi, ma la correttezza del processo di elaborazione e la valutazione dei risultati ottenuti dipende in gran parte dall'esperienza di campo e dalla conoscenza agronomica degli aspetti legati allo sviluppo della coltura. Nel processo di interpretazione e valutazione oggi più che mai, il viticoltore riveste un ruolo

fondamentale, il quanto basandosi sulle proprie osservazioni empiriche e sulle conoscenze acquisite nel corso degli anni, ha da sempre deciso quali interventi agronomici effettuare per ottimizzare le produzioni.

9. COSTITUZIONE DELLE MAPPE DI VIGORE

Le mappe di vigore possono essere utilizzate per effettuare scelte vendemmiali in un vigneto oppure in un grande comprensorio (per esempio per i soci di una cantina sociale ove la programmazione della vendemmia è sempre un annoso problema di difficile soluzione). Le mappe tematiche di interesse del viticoltore (oltre all'indice di vigore NDVI) possono essere le più svariate e riguardare le rese per superficie, acidità, zuccheri, polifenoli, antociani, ecc.

Il contributo di specifici indici vegetazionali all'agricoltura è stato ampiamente studiato e dimostrato. Generalmente gli indici relativi alla vegetazione sono legati alla lunghezza d'onda relativa ai pigmenti fotosintetici nella porzione Rosso del visibile, e all'Infrarosso vicino. Gli indici spettrali vegetazionali riducono i valori multispettrali di ogni pixel dell'immagine a un singolo valore numerico (index), e ne sono stati sviluppati con lo scopo di evidenziare i cambi delle condizioni vegetative.

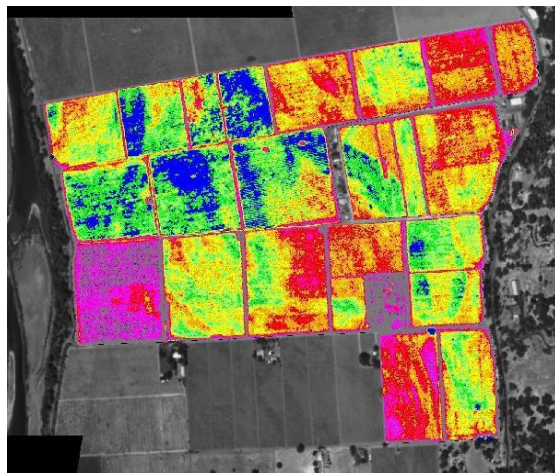


Grafici con esempi di rilevazioni di indici in un vigneto (riflettenza)

I sensori rilevano e memorizzano in forma di immagine l'energia elettromagnetica riflessa dagli oggetti, nel nostro caso le foglie, presenti sul territorio investigato.

Molto interessanti, per l'analisi delle immagini multispettrali, sono gli indici vegetativi definiti da varie combinazioni matematiche della riflettanza (R) della vegetazione nelle diverse bande dello spettro. I due indici più utilizzati sono l'NDVI e il Red/NIR (assorbimento elettromagnetico vicino all'infrarosso) che combinano la riflettanza nelle bande del rosso e dell'infrarosso. L'indice NDVI è correlato positivamente con la quantità di biomassa vegetale per unità di superficie (LAI, indice di area fogliare) e, dunque, col vigore della coltura. L'indice assume valori tra +1 e -1. In particolare da 0,1 a 0,3 indica un suolo nudo o poco inerbato, mentre nel caso sia presente biomassa vegetale l'indice assume valori maggiori di 0,5. Il Red/NIR è messo in relazione allo stato fisiologico della coltura: valori alti di Red/NIR (ossia > di 1) indicano un peggioramento delle condizioni di salute della pianta. Le immagini NDVI possono essere utilizzate sia in modo diretto per l'identificazione delle aree a differente vigore vegetativo

sia come base per successive elaborazioni attraverso la costruzione di mappe tematiche così come illustrato nell'immagine. Un problema legato al telerilevamento è dato dalla risoluzione



**Example Vineyards
Standard NDVI**



temporale. La risoluzione temporale dipende dall'intervallo di tempo intercorrente tra due passaggi successivi del satellite sulla stessa area o dalla frequenza dei voli aerei. Quindi, soprattutto nel telerilevamento satellitare, accade che le immagini ottenute non coincidano con le fasi fenologiche di interesse o, addirittura, che la loro acquisizione sia compromessa da condizioni meteorologiche sfavorevoli, per esempio a causa della nuvolosità. Un ultimo aspetto, rilevante nel settore agricolo, è dato dalla difficoltà nell'elaborazione delle immagini multispettrali per la mancanza di un idoneo sistema informativo aziendale. La possibilità di valutare otticamente lo stato fisiologico delle colture è basata sulle modificazioni che la radiazione luminosa subisce quando va a incidere sulla pianta e

interagisce con i suoi tessuti. Ogni corpo, infatti, è caratterizzato da una "firma spettrale", che deriva dal rapporto tra la radiazione incidente e quella riflessa dal corpo stesso chiamata riflettanza. La firma spettrale del tessuto fogliare di una pianta si concentra nell'intervallo dello spettro tra 200 e 2500 nm. Il tessuto vegetale riflette poco nel rosso, poiché queste lunghezze d'onda vengono assorbite maggiormente dalla clorofilla e da altri pigmenti, mentre riflette di più nel verde, motivo per cui appare di questo colore. La riflettanza nell'infrarosso è dovuta alla struttura cellulare del tessuto vegetale e al suo contenuto d'acqua. A livello di chioma, tuttavia, la riflettanza totale deriva dalla somma dei contributi dovuti al tessuto fogliare, alle parti legnose e al terreno. A partire dai dati di riflettanza in determinate lunghezze d'onda possono essere calcolati gli indici vegetativi, come combinazione algebrica dei valori spettrali misurati.

L'impiego del telerilevamento per il monitoraggio nel contesto viticolo nazionale ha portato, negli ultimi anni, alla sperimentazione di sistemi per effettuare rilievi da terra. Queste tecnologie permettono il rilievo delle proprietà ottiche delle colture, sia mediante postazioni a punto fisso posizionate in zone particolarmente rappresentative del vigneto, sia attraverso sistemi mobili montati direttamente su trattore agricolo (o su veicoli dedicati, come quad o drone). In questi casi i mezzi devono essere dotati anche di ricevitore GPS per poter collegare i dati rilevati con la loro posizione all'interno dell'appezzamento. I rilievi a "punto fisso" si caratterizzano per un'elevata sensibilità delle misure e una bassa rappresentatività spaziale. I "rilievi mobili", al contrario, hanno una bassa sensibilità e un'elevata rappresentatività spaziale, poiché considerano l'intera superficie dell'appezzamento. Questi ultimi sono pensati per un utilizzo durante lo svolgimento delle normali operazioni meccanizzate di campo, così da interferire nel minor modo possibile con le normali pratiche aziendali. Le tecnologie impiegabili in rilievi da terra sono di diverso tipo. In particolare, sono state sperimentate soluzioni che implementano sensori ottici e sensori analogici (es. sensori a ultrasuoni). In entrambi i casi, il vantaggio risiede nell'opportunità di ottenere un elevato dettaglio spaziale delle informazioni, unito alla massima

tempestività dato che i rilievi possono essere concentrati nelle fasi fenologiche più delicate. Queste tecnologie permettono di valutare lo stato fisiologico della vegetazione in funzione delle proprietà dei sensori:

- consentono misure non distruttive che possono essere ripetute anche nel periodo di riposo vegetativo
- non richiedono il contatto con la coltura
- si basano su fenomeni istantanei, permettendo misure rapide e idonee a essere effettuate anche da veicoli in movimento.

Le informazioni ricavate attraverso l'impiego di sensori ottici ricalcano in parte quelle ottenibili attraverso il *remote sensing*. I sensori a ultrasuoni si configurano, invece, come un sistema automatico per la misura del volume della chioma.



Sistemi di rilevamento ottico direttamente montati su trattore agricola

10. SENSORI OTTICI

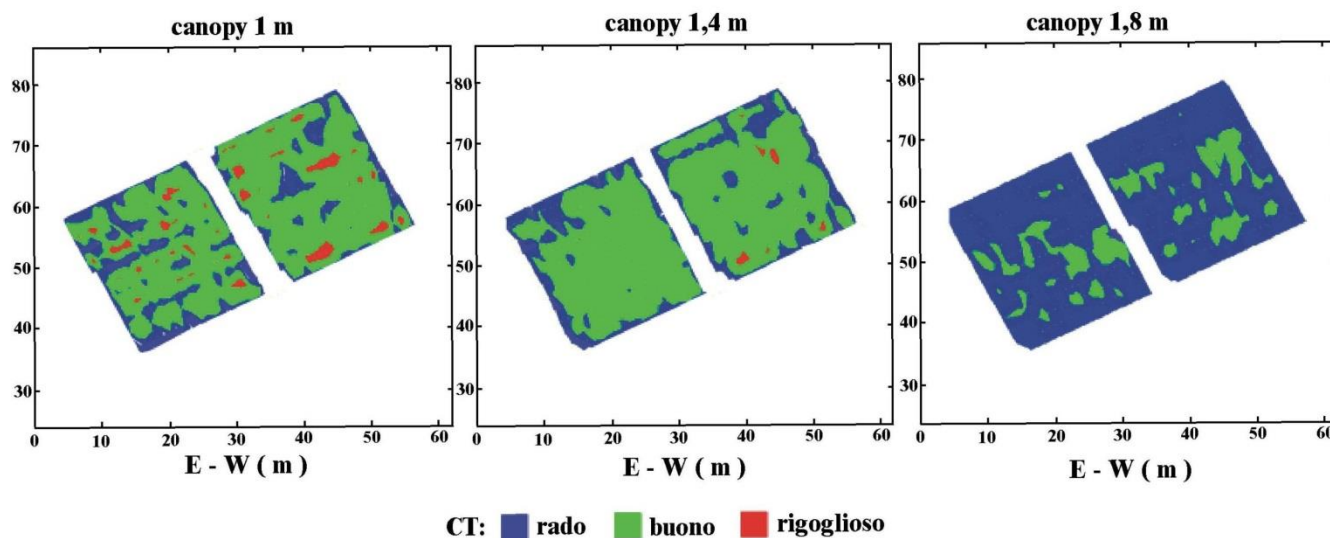
In merito alle tecnologie impiegabili in un sistema terrestre per il monitoraggio colturale, occorre precisare che gli strumenti più facilmente applicabili nel breve/medio periodo sono quelli basati sulla tecnologia a base di silicio, sensibili nell'intervallo spettrale dal visibile all'infrarosso vicino (400-1100 nm). Nell'ambito dei rilievi mobili da trattore o quad, è stata studiata l'applicazione in viticoltura di uno strumento commerciale, il GreenSeeker (NTech Industries, Usa), già normalmente utilizzato su colture di pieno campo quali il mais, il frumento e la barbabietola da zucchero. Il GreenSeeker è un sensore dotato di una propria fonte luminosa, costituita da un led che emette una lama di luce nel rosso e nell'infrarosso vicino. La luce riflessa dalla vegetazione è catturata da un fotodiode presente nella parte anteriore del dispositivo e, in base a essa sono calcolati, in tempo reale, gli indici vegetativi NDVI e Red/NIR. Il GreenSeeker

è stato impiegato per una serie di prove di monitoraggio colturale in un vigneto sperimentale. In questo caso sono stati usati contemporaneamente due sensori in modo da monitorare in un unico passaggio due pareti vegetali contrapposte. Per collegare gli indici vegetativi alla loro posizione nel vigneto, il sistema è stato dotato di ricevitore DGPS (sistema di fari che trasmette segnali per contribuire ad aumentare la precisione di posizionamento GPS) preciso. Dai dati NDVI raccolti dal GreenSeeker è stata elaborata una mappa tematica, mediante la quale è possibile suddividere il vigneto in varie classi, in base al differente vigore vegetativo. La mappa mostra un'elevata corrispondenza con la situazione reale del vigneto che, al momento della prova, si presentava in condizioni omogenee e di buon vigore vegetativo. Mappe di questo tipo si possono configurare come un efficace strumento gestionale poiché, evidenziando aree a differente vigore, permettono di indirizzare verso di esse le eventuali operazioni di monitoraggio, fino a pianificare interventi gestionali differenziati.

11. SENSORI AD ULTRASUONI

In viticoltura, lo sviluppo della chioma assume un ruolo fondamentale ai fini della produttività in termini sia quantitativi, sia qualitativi. È importante, quindi, avere a disposizione metodi che possano permettere di stimarne e mapparne le caratteristiche. Le misurazioni manuali del volume della chioma o di parametri a essa collegati, tuttavia, sono laboriose e richiedono un notevole impiego di tempo. Un possibile metodo, rapido e relativamente poco costoso, è rappresentato da un sistema distanziometrico a ultrasuoni. I sensori a ultrasuoni misurano una distanza rispetto a un oggetto bersaglio, attraverso il tempo di volo del segnale emesso dai sensori e riflesso, nel caso in questione, dalla parete fogliare. Il rilievo è simultaneamente svolto a tre diverse altezze da terra (scelte in funzione dello sviluppo verticale del vigneto), in modo tale da poter calcolare, ricostruendo la sequenza delle misure stesse, il volume della chioma del filare. Un prototipo di lettore ad ultrasuoni per misurazioni da terra è stato sperimentato e messo a punto dal Dipartimento di Ingegneria agraria dell'Università degli studi di Milano con lo scopo di individuare soluzioni per il monitoraggio colturale in vigneto facilmente trasferibili al settore operativo. È stato possibile stimare lo spessore della chioma (*Canopy thickness*, Ct) lungo tutti i filari, in un vigneto nell'Oltrepò Pavese, allevato a cordone speronato, in base alle misure di distanza restituite dai sensori rispetto a entrambi i lati di ciascun filare. Nella letteratura di settore sono riportate relazioni tra la densità della chioma e alcuni parametri qualitativi delle uve (contenuto zuccherino in grado Brix; acidità titolabile in mg di acido tartarico). Il valore di Ct ottenuto dai dati rilevati dagli ultrasuoni è stato messo in relazione con la misura degli strati fogliari effettuata con il metodo del Point Quadrat, permettendo così la realizzazione di mappe tematiche, come in figura, attraverso la classificazione dei differenti spessori della chioma in tre gruppi, come riportato in tabella.

STATO DEL FILARE	SPESSORE DELLA CANOPY (Ct)	NUMERI STRATI FOGLIARI
Rado	Inferiore a 0.25 m	Inferiori a 2
Buono	Tra 0.25m e 0.35 m	Tra 2 e 3
Rigoglioso	Maggiore 0.35 m	Superiori a 3



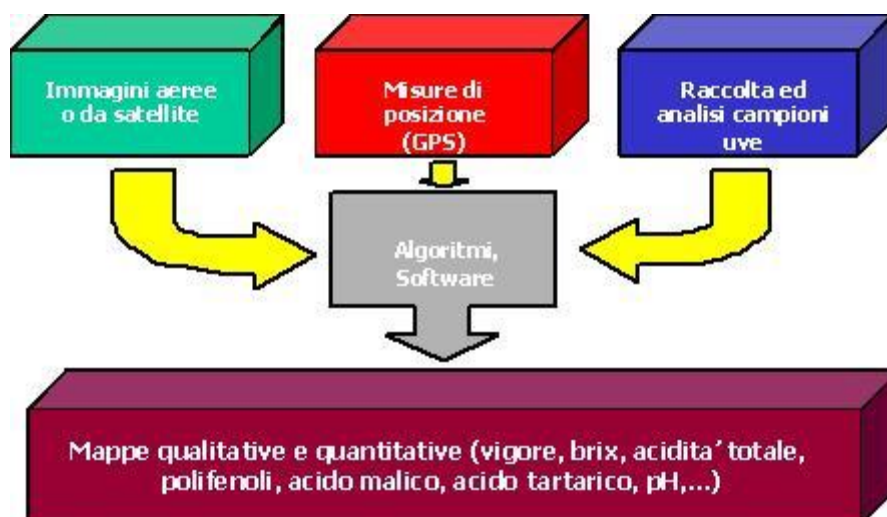
Mappe con elaborazione del grado di spessore della chioma Ct

Questo tipo di mappe può fornire al viticoltore indicazioni diagnostiche e/o prescrittive poiché rendono disponibili utili informazioni per la gestione sitospecifica della chioma, di supporto a operazioni di potatura verde indicando le zone dove è necessario intervenire maggiormente rispetto ad altre.

12. ELABORAZIONE DELLE MAPPE DI GEOREFERENZIATE

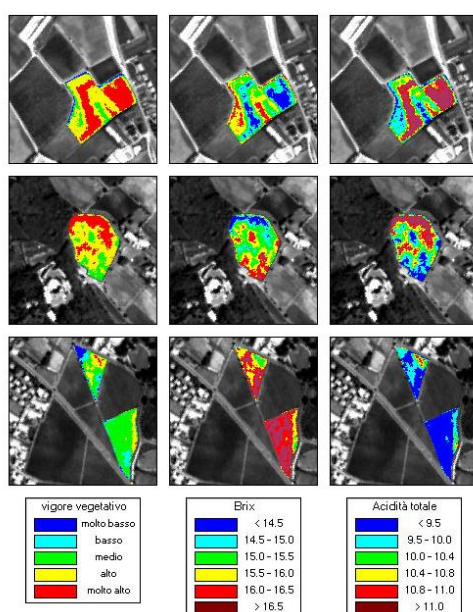
A prescindere dal metodo di esecuzione dei rilievi, il risultato di tali letture è la produzione di mappe georeferenziate che descrivono la variabilità osservabile: le differenti aree, evidenziate generalmente da scale di colore, sono caratterizzate da “performance” vegeto-produttive diverse tra loro che, in seguito alla loro identificazione, necessitano di ulteriori approfondimenti mediante una caratterizzazione produttiva quantitativa e qualitativa.

Il primo vantaggio di una suddivisione dell’appezzamento in zone omogenee risiede nella possibilità di effettuare un numero ridotto di misurazioni dirette in campo, con un evidente risparmio di tempi e mezzi: un esempio applicativo è la valutazione delle cinetiche di maturazione, per la quale solitamente vengono selezionati dei filari da cui si effettuano dei prelievi di uva, a cadenza fissa, da destinare alla quantificazione dei principali parametri tecnologici e fenolici; in tale modo si ottengono campioni che provengono da zone differenti e rappresentano una stima generale del vigneto, mentre operando in base a mappe di NDVI è possibile effettuare prelievi in aree specifiche, avendo risultati più significativi del reale decorso di maturazione delle uve in ogni zona.



Procedimento per l'ottenimento delle mappe georeferenziate

Per effettuare una caratterizzazione delle differenti zone individuate si procede al campionamento solo all'interno delle stesse, selezionando dei punti campione (il cui numero cresce all'aumentare della variabilità riscontrata) ed allargando i risultati alle altre aree con indice di vigore analogo. Correlando statisticamente i parametri misurati con i valori di NDVI rilevati si ottengono le cosiddette "mappe derivate"; queste ultime fungono da base per le decisioni strategiche di intervento che vengono tradotte graficamente in "mappe di prescrizione" contenenti le indicazioni per effettuare una gestione sito-specifica, ovvero la somministrazione dei fattori produttivi o delle operazioni colturali in modo differenziato in base alle reali esigenze delle differenti aree riscontrate. Tale tipologia di gestione può essere effettuata in modo manuale o meccanico, in funzione della disponibilità di macchine specifiche sul mercato: in quest'ultimo caso si parla di macchine VRT (*Variable Rate Technologies*), cioè dotate di strumentazioni che le rendono in grado di effettuare un dosaggio variabile in funzione delle informazioni caricate nelle mappe di prescrizione.



Esempio di mappa georeferenzata

13. CONCIMAZIONI SITO-SPECIFICHE

Una delle attività colturali che maggiormente interessa il comparto viticolo è la concimazione, sia per quanto concerne il fattore costi attribuibile a questa pratica, sia per l'influenza che questa operazione ha nell'ottica della gestione sostenibile delle produzioni agricole.

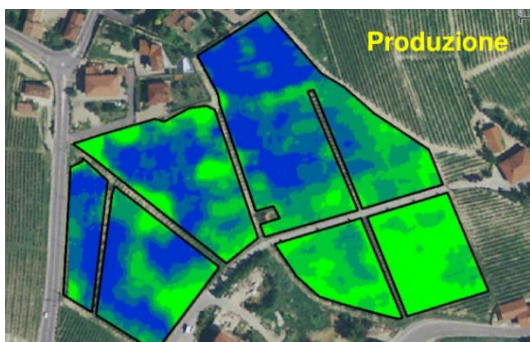
La concimazione viene normalmente dimensionata in base alla restituzione degli elementi nutrizionali asportati con le produzioni.

In assenza delle mappe di produzione sito-specifiche il quantitativo di concime da somministrare viene calcolato in base alla produzione media per ettaro distribuendolo in maniera omogenea su tutto l'appezzamento, senza quindi seguire una corretta restituzione. Con le informazioni messe a disposizione dalla viticoltura di precisione la pratica della concimazione può finalmente essere modulata in funzione degli obiettivi quanti-qualitativi che si vogliono ottenere. Le decisioni che si prendono in base alle informazioni evidenziate dalle mappe derivate possono essere molteplici e finalizzate o a uniformare una determinata variabilità rilevata, avendo chiaro il "range" di performance in questo ottenibile, oppure di gestire e incrementare questa variabilità.

Con questa operazione si è calcolato che con la metodica di concimazione VRT si arriva ad un risparmio di fertilizzante che va da un minimo del 24 ad un massimo del 43%.



14. VENDEMMIA SITO-SPECIFICA

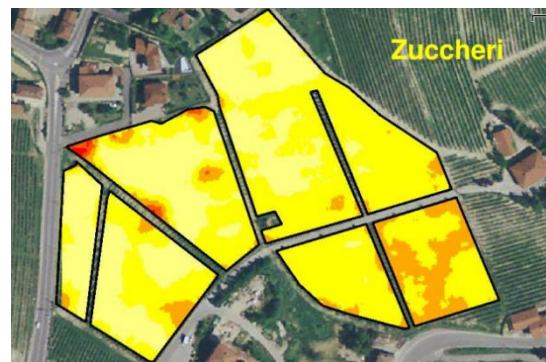
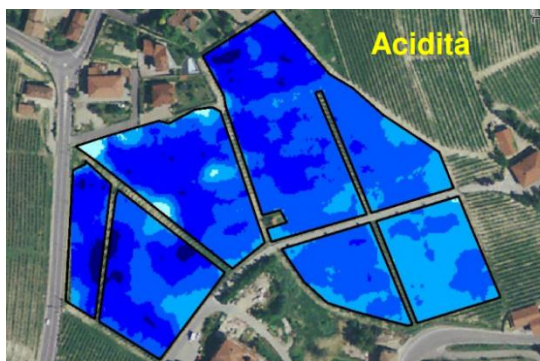


Altra importante fase è quella relativa alla selezione delle uve e alla loro vendemmia al fine di tenerle separate in base ai differenti livelli qualitativi. Fino ad oggi ciò poteva essere realizzato esclusivamente attraverso la raccolta manuale dei grappoli ed una successiva cernita in cantina supportata da attrezzature automatizzate, pratica generalmente poco conveniente a causa degli alti costi. In tale ottica, l'utilizzo delle mappe derivate permette di valutare

anticipatamente la variabilità qualitativa e quantitativa nel vigneto, al fine di poter ottimizzare le operazioni di cantina in funzione degli obiettivi enologici prefissati, avendo la possibilità di programmare in modo preventivo tutte le fasi operative di raccolta ed organizzare la logistica delle lavorazioni in cantina.

Tutte queste informazioni permettono di realizzare delle mappe di prescrizione in cui vengono individuate all'interno del vigneto le partite di uva con le caratteristiche volute. Queste mappe possono essere utilizzate per la vendemmia manuale (in aziende non particolarmente estese ed in cui si opta per una differenziazione dei prodotti) o direttamente su vendemmiatrici a rateo variabile (nel caso di realtà di maggiori dimensioni ed in cui si ricorre alla raccolta meccanica); in particolare queste ultime, partendo da mappe di prescrizione precaricate, consentono la vendemmia meccanica differenziata direttamente in vigneto.

Alcuni studi hanno messo in luce come la differenziazione delle produzioni e, di conseguenza, dei vini ottenibili da singoli appezzamenti sia economicamente e qualitativamente vantaggiosa.



15. IRRIGAZIONE SITO-SPECIFICA

Un ulteriore impulso all'adozione delle tecniche di gestione sito-specifica viene dall'irrigazione, pratica sempre più presente in ambito viticolo: l'ormai riconosciuto effetto positivo sulle produzioni di irrigazioni in particolari momenti fisiologici e l'aumento delle annate calde e siccitose, hanno sortito l'effetto di un notevole incremento di vigneti di nuovo impianto dotati di irrigazione. Ciononostante, le conoscenze legate alle reali esigenze della coltura non sono state così approfonditamente indagate, per cui si assiste alla realizzazione di impianti di irrigazione sulla base delle dimensioni e della forma del vigneto, non considerando aspetti fondamentali quali le specifiche esigenze dei differenti vitigni, giacitura dei terreni e tessitura dei suoli oltre alle loro variazioni spaziali all'interno degli stessi appezzamenti. L'implicazione immediata di tale impostazione è una fornitura idrica che non rispecchia le reali esigenze della coltura. In ambito viticolo, la possibilità di adottare impianti di irrigazione a rateo variabile è resa difficoltosa dal fatto che si tratta quasi sempre di impianti fissi, di norma ali gocciolanti, che necessiterebbero di un'attenta progettazione in funzione delle caratteristiche di vitigni e suoli, in modo da soddisfare le reali esigenze idriche e garantire maggior rendimentodi tale pratica e notevoli risparmi di acqua.

16. DIFESA FITOSANITARIA SITO-SPECIFICA

È importante infine, soffermare la nostra attenzione sui trattamenti fitosanitari. È innegabile come tale aspetto sia un punto chiave nel dibattito sulla sostenibilità delle colture agrarie. Una delle questioni più trattate in agricoltura sito-specifica è la possibilità di effettuare distribuzioni non in relazione alla superficie da trattare, ma sulla base del volume di biomassa effettivamente presente. Tale obiettivo è stato ultimamente raggiunto tramite la realizzazione di irroratrici in grado di operare in tal senso: queste strumentazioni non lavorano sulla base di mappe precaricate, ma sfruttano sensori di differente tipologia (sensori ad ultrasuoni) direttamente montati sulla macchina operatrice, i quali sono in grado di “leggere” i volumi e le conformazioni delle chiome e, in tempo reale, variare la dose di prodotto da distribuire ed il numero di ugelli attivi in base alla loro posizione sulla barra. Secondo quanto riportato dagli autori delle pubblicazioni relative a tali macchine, questo modo di operare permette risparmi di prodotti fitosanitari nell’ordine del 40%, con evidenti risvolti ambientali (diminuzione della deriva) ed economici.

➤ FOCUS: IL CASO DELLA ZONA DEL PROSECCO DOCG CONEGLIANO VALDOBBIADENE

- TERRITORIO E PROBLEMATICHE

Il territorio della DOCG Conegliano Valdobbiadene si estende per 15 comuni, e la zona di produzione comprende circa 6000 ettari. L’area si trova in Veneto, in una zona intermedia tra le Dolomiti e il mar Adriatico, modellata dal fiume Piave. Il territorio risulta di difficile coltivazione, data la caratteristica collinare che lo contraddistingue. È in questa ardua situazione che nasce l’apprezzatissimo Prosecco DOCG, con la finezza e la sua eleganza di aromi. La vite è coltivata dai 50 ai 500 m sul livello del mare, sul versante collinare esposto a Sud.



In questa realtà di produzione di alta qualità si possono rilevare alcune problematiche legate alle caratteristiche fisiche e funzionali della viticoltura della zona.

Il paesaggio agrario costituisce una rappresentazione dinamica di un ambiente nel quale eventi storici, economici e sociali continuamente rimodellano il territorio. Anche il vigneto non sfugge a tale regola, tuttavia i cambiamenti sono più lenti ed in alcuni casi poco evidenti.

La nostra zona si compone di una serie di rilievi allungati, disposti con direzione nord-sud nella parte più meridionale e est-ovest nella parte settentrionale, separati da profonde incisioni; a queste si aggiungono i versanti meridionali della dorsale prealpina. Dal punto di vista pedologico l'area presenta una notevole eterogeneità che deriva chiaramente dalla complessità litologica e morfologica. I fattori che più influenzano la pedogenesi in ambito collinare e prealpino sono la litologia del materiale di partenza. L'acclività delle superfici, l'esposizione e l'altitudine sono caratteristici dei versanti inclinati e molto ripidi della lunga dorsale del Col Visentin, che poi si sviluppano verso il sistema collinare vero e proprio, che vede l'alternarsi di forme più morbide ed altre più accidentate.

Le problematiche legate alla coltivazione della vite in quest'area sono dovute a diversi fattori. Il primo elemento di criticità è dato indubbiamente dalla scarsa e talvolta nulla meccanizzazione che questi areali permettono. Risulta infatti difficoltosa la lavorazione di questi vigneti, sia per la conformazione stessa del terreno, sia per la disposizione dei vigneti. È importante sottolineare questo elemento, in quanto in questa zona sono ancora in produzione molti vigneti con sesti d'impianto datati, che non tengono in considerazione le attuali pratiche di gestione dell'apezzamento.

Il secondo elemento di criticità è dato sicuramente dal numero elevato di piccoli appezzamenti. La media della proprietà terriera nella zona della docg Conegliano Valdobbiadene non supera i due ettari.

Altro elemento problematico insito in questa zona è sicuramente la vicinanza con i centri urbani, in cui una viticoltura così sviluppata crea non pochi attriti con la cittadinanza.

Sembra perciò che in un tale contesto una viticoltura di precisione non possa trovare alcun termine di sviluppo. Contrariamente è invece molto attivo il Consorzio di tutela del prosecco di Conegliano Valdobbiadene DOCG, il quale sta portando avanti con successo e determinazione diverse attività che vedono una interazione delle tecnologie di precisione sopra descritte in questo contesto vitivinicolo.

- RILEVAMENTO GPS E PIATTAFORMA CARTOGRAFICA

Un'attività già da alcuni anni avviata dal Consorzio di tutela è il rilevamento con GPS che permette di acquisire informazioni tecnico colturali



direttamente in vigneto, e caricarle in piattaforme e moduli cartografici. Questa attività è svolta in collaborazione con alcune aziende agricole di zona e con Con.Difesa di Treviso.

La piattaforma dispone di un modulo GIS Cartografico integrato in cui vengono caricate ed eventualmente elaborate le mappe dei terreni aziendali. Le mappe sono in formato standard e possono essere importate da sistemi esistenti, o create attraverso rilievi diretti in campo con

Palmare con installato il module GIS-GPS

il modulo GIS-GPS per palmare. La cartografia, gestita e storicizzata su sistema e integrata alla gestione colturale, può essere esportata in qualsiasi momento per i supporti esterni di guida parallela e assistita e lavorazione di precisione. Attraverso la gestione tecnica-culturale e le banche dati di supporto (piogge e dati meteo, analisi del terreno, cartografie e foto satellitari, prodotti fitosanitari dettati dal disciplinare, piano di concimazione), possono essere create mappe tematiche di prescrizione da elaborare ed esportare per le successive lavorazioni che in questo caso non sono sito specifiche, ma guidate. Questi dati infatti possono essere resi disponibili dal Consorzio o da Con.Difesa agli associati tramite dei bollettini che in tempo reale vengono recapitati agli associati, i quali possono intervenire in modo mirato sulle ampelopatie, scongiurando la famigerata lotta a calendario.

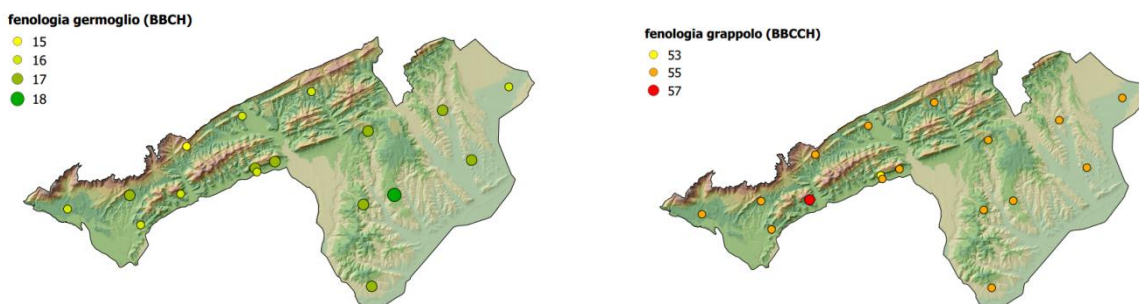
Il modulo GIS Cartografico è integrato nella piattaforma GIAS. Qui sono caricate (disegnate o rilevate con strumenti GPS) le mappe dei terreni aziendali ed eventualmente elaborate. Utilizza lo sfondo di Google map a cui sono sovrapposti tutti i layer utili e sviluppati dagli utenti: catasto, rilievi fenologici o fitopatologici, analisi del terreno, campionamenti

Il modulo GIS-GPS per palmare può essere installato su palmari di precisione con sistema Windows Mobile, ed è interfacciabile con dispositivi di bordo delle macchine operatrici.

E' impiegato a supporto di tutte le attività che richiedono misurazioni o punti GPS in campo:

- misurazione appezzamenti e definizione in tempo reale di aree, perimetri, distanze e georeferenziazione di varie entità aziendali;
- punti di prelievo di campioni, di rilievo fasi fenologiche, avversità (con annessa possibilità di compilazione di relativa scheda di rilievo).

In ausilio a queste tecniche sono state installate nell'anno corrente 10 capannine meteorologiche fisse, di qui quattro con tecnologia di rilevamento dei dati biotici di sviluppo delle malattie fungine.



Mappe che indicano lo sviluppo fenologico di germoglio e grappolo (scala BBCH)

È evidente che questo è un esempio funzionale di come, anche in una viticoltura che si può definire difficile, l'interazione di queste tecnologie di precisione sia possibile con successo.



CONSORZIO TUTELA CONEGLIANO VALDOBBIADENE

7° Bollettino Agronomico del 22/05/2015

Si informa che è attivo lo Sportello Viticolo con il cell 389 5220220 e la mail gruppotecnico@prosecco.it al quale potete chiamare dalle 8.30 alle 18.00, se non ricevete alcuna risposta, Potente verrà ricontattato, oppure inviare fotografie relative a qualsiasi problematica fitosanitaria.

Errata corrige Protocollo Viticolo: a pag. 14 il prodotto LBG-01F34 è stato inserito (segno del destino) per un macro errore di impaginazione fra i prodotti biologici, quando in realtà NON È AMMESSO IN AGRICOLTURA BIOLOGICA.

La nuova classificazione CLP ha determinato nelle nuove etichette di MYSTIC PLUS S e TRIDAN COMBI T, a base di selenio e zolfo un livello di tossicità intrinseca che richiede un livello di attenzione maggiore rispetto a quello operante nel Protocollo Viticolo. Attenersi quindi alle indicazioni in etichetta.

Andamento climatico e fenologico

□ Ultima settimana è trascorsa all'insegna dell'instabilità che, solo con una pausa fra domenica e lunedì, permarrà nell'area con rovesci e piogge sparse come indicano i dati in tabella riferiti agli ultimi giorni. Regnerà comunque un alto livello di bagnatura ed umidità nell'aria.

Di seguito gli ultimi rilievi fino all'altro ieri (fonte Consorzio di Tutela)

data	Conegliano					Fara di Soligo					Valdobbiadene			
	1°C media	1°C min	1°C max	1°C min	1°C max	1°C media	1°C min	1°C max	1°C min	1°C max	1°C media	1°C min	1°C max	1°C min
13/05/2015	20,41	19,56	21,48	0,00	35,18	18,59	19,82	0,00	19,13	18,43	19,00	0,00		
14/05/2015	20,30	19,76	21,24	0,00	35,54	19,02	20,16	0,00	19,52	18,98	20,22	0,00		
15/05/2015	15,30	14,77	15,64	0,00	35,31	14,87	15,73	17,20	16,12	15,62	16,62	17,00		
16/05/2015	20,86	20,13	21,78	0,00	20,03	19,23	20,75	0,00	20,23	19,59	20,91	0,00		
17/05/2015	22,49	21,77	23,68	0,00	21,40	21,10	22,44	0,00	21,63	20,90	22,23	0,00		
18/05/2015	21,03	20,30	23,08	0,00	21,41	20,90	22,10	0,00	21,08	20,34	21,85	0,00		
18/05/2015	21,76	21,00	22,57	0,00	20,78	20,03	21,61	0,00	20,68	19,96	21,59	0,20		
20/05/2015	16,80	16,07	17,54	1,40	16,22	15,70	16,72	16,20	15,65	15,05	16,55	17,00		
21/05/2015	16,80	15,36	16,78	2,20	16,26	15,78	16,23	0,0	16,00	15,62	16,60	0,20		

Modello di bollettino meteo emanato dal Consorzio di Tutela del prosecco Conegliano Valdobbiadene

17. CONCLUSIONI

Posso affermare che questo argomento mi ha molto interessato e coinvolto. È stato reso noto in questo elaborato come la tecnologia abbia oramai fatto passi da giganti, intaccando anche l'agricoltura. Questo però non deve essere assolutamente visto come fattore negativo, in quanto sono state descritte tecniche a basso impatto ambientale, e che in certi casi possono integrarsi con una viticoltura di tipo tradizionale. È chiaro però che un livello troppo esasperato di queste tecnologie potrebbe stravolgere in modo significativo tutta la tradizione e la cultura che ha reso grande l'agricoltura di qualità. Potremmo perdere quel legame indissolubile che c'è tra uomo e territorio in modo irrimediabile, con le conseguenze purtroppo ben note di un'economia basata solamente sullo sfruttamento del suolo.

La viticoltura di precisione non è quindi un'illusione bensì una realtà che sta a noi uomini gestire nel migliore dei modi.

Io da futuro tecnico vedo in tutto ciò un grande potenziale, che potrebbe essere e anzi, deve essere seguito con un particolare riguardo per le enormi potenzialità che esso permette.

BIBLIOGRAFIA

Consorzio di tutela Conegliano Valdobbiadene Prosecco, 2014, *Progetto Vitinnova*, progetto verde.

D. Tomasi, F. Gaiotti, *I terroirs della denominazione Conegliano Valdobbiadene*.

Informatore agrario, Ed. 24/2006, *Viticoltura di precisione grane risorsa per il futuro*.

Corriere Vinicolo, N.6, 24 Febbraio 2014, *Droni e robot per la gestione delle produzioni viticole*

Vigne vini, N. 1/2 gennaio-febbraio 2014, *Viticoltura di precisione: obiettivi e applicazioni sito-specifiche*

SITOGRAFIA

<http://www.teatronaturale.it> QualeVigna- “Sostenibilità e qualità solo grazie alla viticoltura di precisione”

<http://www.teatronaturale.it>- “Nel vigneto entra l’high tech”

<http://www.soing.eu/>- “Agricoltura e viticoltura di precisione”

<http://www.agercoop.it>- “Viticoltura di precisione”

<http://www.ricercasit.it/>- “Smart vineyard”