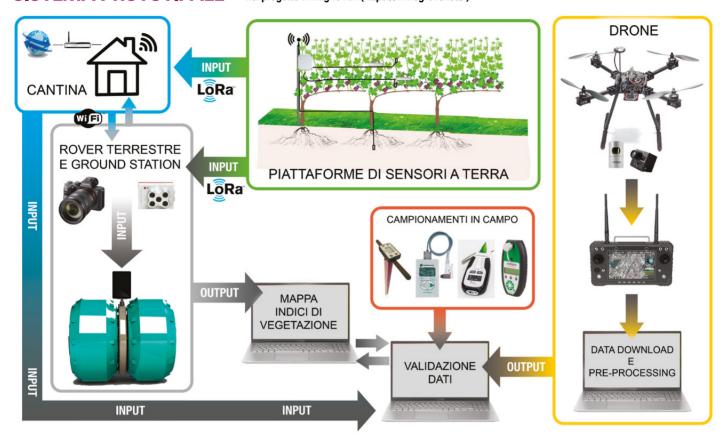
## SISTEMA PROTOTIPALE

Figura 1 - Schema del sistema prototipale proposto nel progetto WINEqROVER (https://wineqrover.eu/)



## Per una viticoltura conservativa che innova nella tradizione

Elena Brunori, Mauro Maesano, Federico Valerio Moresi, Rita Biasi, Giuseppe Scarascia Mugnozza - Università degli studi della Tuscia di Viterbo - Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF)

**Pasquale Cirigliano, Andrea Rengo** - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria. Centro di ricerca Viticoltura ed Enologia - Sede di Arezzo

Eduardo di Francesco, SeTeL - Servizi Tecnici Logistici s.r.l.

Le attuali sfide in tema di clima e ambiente – promosse nel Green Deal dall'UE, sono al centro delle politiche agricole Europee che a partire dagli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030 alle strategie promosse dall'UE (farm to fork, carbon farming, Biodiversità 2030, Piano d'azione rurale dell'UE, PAC post-2020, etc.) evidenziano la necessità di perseguire obiettivi agro-climatico-ambientali al fine di garantire al consumatore prodotti sani e sostenibili, affrontare i cambiamenti climatici, salvaguardare il

capitale naturale, assicurare un giusto compenso alla filiera sostenendo la transizione ecologica ad un'viticoltura sostenibile, resiliente e digitale.

L'innovazione tecnologica dei sistemi viticoli costituisce un fattore determinante per affrontare le sfide del futuro in termini di sostenibilità ambientale e incremento della produttività e dell'efficienza e non si contrappone alla pratica viticola tradizionale, ma al contrario rappresenta il ritorno al rapporto "uomopianta" con gli strumenti offerti

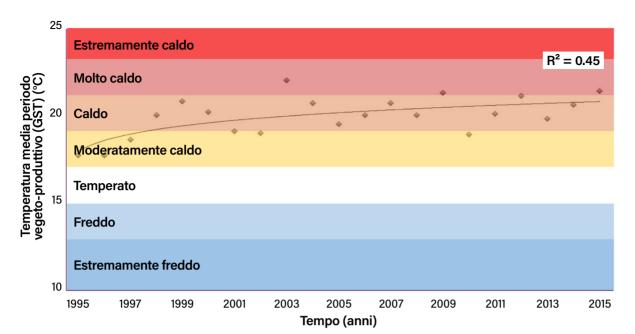


Figura 2 Andamento della
temperatura media
della stagione
di crescita (GST)
(°C) nell'area
di coltivazione
(ORVIETO DOP).
Limiti della classe
climatica secondo
Nesbitt (2016).
Figura modificata
da Biasi et al. 2019

dall'innovazione scientifica.

In tale contesto si inserisce il progetto il progetto Life WINEgRO-VER (Precision Agriculture System to limit the impact on the environment. on health and on air quality of grape production - https://winegrover.eu/) coordinato dal Dipartimento per la Innovazione nei sistemi biologici, agroalimentari e forestali (DIBAF) - dell'Università degli Studi della Tuscia, che coinvolge la Libera Università Internazionale degli Studi Sociali - LUISS, il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'economia agraria - CREA Centro di ricerca in Viticoltura ed Enologia, 4 aziende attive nel mondo della comunicazione e della robotica (SETEL Servizi Tecnici Logistici Srl, Inova+ Innovation Services, Wellness Telecom S.L., e Asociacion Multisectorial Innovadora para las Ciudades Inteligentes) e 2 aziende vitivinicole - l'Azienda Famiglia Cotarella (Montecchio -Umbria) e l'Azienda Bodega Conrad (Ronda - Spagna).

WINEgROVER ha come obiettivo l'introduzione di un modello di innovazione proiettato verso una viticoltura non solo conservativa e sostenibile ma innovativa e am-

WINFGROVFR HA COMF ORIFTTIVO **L'INTRODUZIONE** DI UN MODFI I O DI INNOVAZIONE PROIFTTATO VFRSO UNA VITICOITURA NON **SOLO CONSERVATIVA E SOSTENIBILE** MA INNOVATIVA F AMRIFNTAI MFNTF COMPETITIVA BASATA SULLA CONOSCENZA DFI I'AMBIENTE FISICO **DEL VIGNETO E DEL** SISTEMA BIOLOGICO VITF/SUOI O

bientalmente competitiva perché basata sulla conoscenza dell'ambiente fisico del vigneto, del sistema biologico vite/suolo, e quindi su un sistema gestibile con strategie di precisione e volto a massimizzare i benefici ambientali offerti a scala territoriale. WINEgROVER si colloca nel contesto della *Precision Farming* e riguarda la realizzazione di

un sistema integrato terra-aria basato sull'acquisizione, integrazione e elaborazione di dati provenienti da due prototipi di drone aereo UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e rover terrestre UGV (Unmanned Ground Vehicle) e da dati climatici real-time provenienti da sensori di prossimità posti in vigna al fine di migliorare il monitoraggio continuo e puntuale che fornisce la base di informazione per piani agronomici e colturali mirati ad interventi sito-specifici (Figura 1).

## La procedura

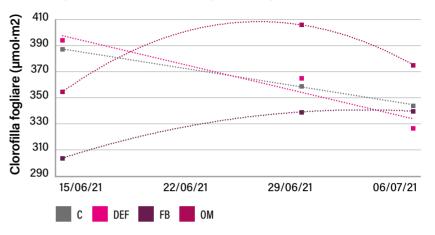
Preliminarmente alla definizione delle strategie colturale da adottare è stato avviato un protocollo di caratterizzazione sito-specifica che ha riguardato l'analisi di serie storiche di dati climatici funzionali a determinare le dinamiche climatiche in corso, la frequenza degli eventi estremi responsabili dei fenomeni foto-ossidativi e rilievi pedologici funzionali anche alla valutazione del deficit idrico.

Da questa indagine emergono regimi termici che definiscono l'areale di coltivazione (ORVIETO DOP) come "caldo" e con una tendenza



verso un regime "molto caldo" (Biasi et al. 2020, Nesbitt et al. 2016) Figura 2 e allo stesso tempo si ha un aumento della quantità di precipitazioni invernali e periodi prolungati di deficit idrico. L'areale inoltre evidenzia un aumento della presenza della Tignoletta della vite (Biasi et al. 2019). Le tecniche di gestione colturale messe in atto nella stagione 2021 nel vigneto pilota in Italia (cvs Chardonnay, sistema allevamento guyot, portinnesto 1103P) per ovviare a ridurre effetti dei fattori biotici e abiotici sono state: (i) concimazione organo-minerale (OM), (ii) defogliazione precoce (DEF) e (iii) trattamenti fogliari con farina di basalto (FB) (https://www.farinadibasalto.it/) e una gestione ordinaria del vigneto secondo i protocolli aziendali (C). Durante la stagione è stato monitorato lo stato eco-fisiologico delle piante mediante monitoraggio di prossimità (rete di sensori ad alta risoluzione posti in chioma e nel suolo, conduttanza stomatica, fluorescenza fogliare) e parallelamente alle misure non distruttive, è stata utilizzata come analisi di riferimento la camera a pressione di Scholander, strumento che richiede una messa a punto complessa in grado di misurare il potenziale di estrazione dell'acqua da una foglia. Infine, da remoto con UAV e UVG equipaggianti

Figura 3 - Contenuto di clorofilla fogliare (µmol· m-2) per cvs Chardonnay in funzione delle tesi a confronto [C: gestione ordinaria del vigneto (controllo); DEF: defogliazione precoce; FB: trattamento con farina di basalto; OM: concimazione organo-minerale e della fase fenologica - dati stagione 2021



con sensori RGB, multi-spettrali e termici è stato possibile caratterizzare la risposta vegeto-produttiva ed eco-fisiologica delle piante e fornire indicazioni sullo stato nutrizionale, sugli stress abiotici rilevati in pianta e quindi di supportare le decisioni aziendali nella gestione agronomica, colturale e di difesa.

## I risultati

Lieve lo stress idrico registrato nella stagione 2021 per tutte le tesi a confronto, sebbene con piccole differenze significative in funzione della fase fenologica (Tabella 1). Durante la fase di allegagione della bacca la strategia di gestione della chioma con FB concorre a preservare la funzionalità stomatica rispetto alle altre strategie. La rimozione di circa 1 m<sup>2</sup> di superficie fotosintetizzante mediante DEF applicata tra fioritura e inizio allegagione (BBCH071) e il trattamento con FB rallentano la senescenza delle foglie, mentre la concimazione OM mostra durante tutta la fase di crescita delle bacche un'intensa attiva di sintesi di clorofilla fogliare (µmol m-2) (Figura 3), raggiungendo valori alla raccolta e in fase di ripristino delle riserve significativamente più elevati delle altre strategie proposte.

Il monitoraggio sito-specifico con tecnologia proximal sensing e remote sensing ha permesso nella stagione 2021 la valutazione dell'effetto delle strategie di gestione colturale sulla ecofisiologia della vite e sulla qualità della produzione, e la mappatura dello stato di vitalità delle piante determinato mediante indici vegetazionali dai dati raccolti con i sensori multispettrali. In Figura 4 è riportata la mappa relativa all'indice Visible Atmospherically Resistant Index (VARI), progettato per enfatizzare la vegetazione nella porzione visibile dello spettro, attenuando le differenze di illuminazione e gli

TABELLA 1 - VALORI MEDI DI CONDUTTANZA STOMATICA PER CVS CHARDONNAY IN FUNZIONE DELLE TESI A CONFRONTO

CONDUTTANZA (mmol/m²•s)				
Fase fenologica	С	DEF	FB	ОМ
BBCH065	339,9 a	464,1 <i>a</i>	311,8 <i>a</i>	330,3 <i>a</i>
BBCH071	524,7 b	569,1 <i>ab</i>	673,4 <i>a</i>	645,9 <i>ab</i>
BBCH079	486,5 <i>b</i>	355,0 <i>c</i>	576,9 <i>a</i>	446,7 <i>ab</i>
BBCH085	356,9 <i>b</i>	398,5 <i>b</i>	456,4 <i>a</i>	385,9 <i>b</i>
BBCH089	333,9 <i>b</i>	329,0 <i>b</i>	248,0 <i>a</i>	434,3 <i>a</i>

[C: gestione ordinaria del vigneto (controllo); DEF: defogliazione precoce; FB: trattamento con farina di basalto; OM: concimazione organo-minerale e della fase fenologica – dati stagione 2021]; [BBCH065: Piena fioritura; BBCH071: I giovani frutti iniziano ad ingrossarsi; BBCH 077: Gli acini cominciano a toccarsi; BBCH 079: La maggior parte degli acini si tocca; BBCH 085: Addolcimento degli acini (15°Brix); BBCH 089: Maturazione di raccolta (18°Brix Chardonnay)]



effetti atmosferici. VARI deriva da processamento di immagini RGB e utilizza tutte e tre le bande di colore secondo la formula di proposta da Gitelson (2018).

Tale mappa può essere fornita rapidamente, in quanto l'applicazione della tecnologica remote sensing consente di operare con elevata flessibilità operativa temporale e spaziale, ma al tempo stesso con un'alta risoluzione spaziale delle immagini (centimetrica).

La valutazione sito-specifica della vitalità, della vigoria delle piante e del loro stato di stress determinabile con indici derivanti da termografia IR e immagini iper-spettrali può rappresentare uno strumento utile al produttore per adottare tempestivamente strategie di adattamento - rimozione delle foglie, trat-

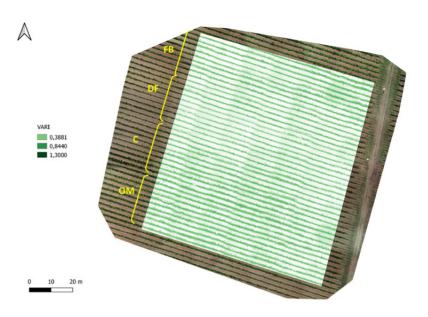


Figura 4 -Spazializzazione dell'Indice Visible Atmospherically **Resistant Index** (VARI) nel vigneto pilota del progetto WINEgROVER (https://winegrover. eu/) [C: gestione ordinaria del vianeto (controllo); DEF: defogliazione precoce: FB: trattamento con farina di basalto: OM: concimazione organo

tamenti antitraspiranti o caolino o farina di basalto, etc. – di quantificazione i danni alla produzione per agenti avversi (Brunori et al., 2020) e si conferma strumento di supporto economico e decisionale fondamentale per assistere i viticoltori.

I riferimenti bibliografici sono disponibili su richiesta alla redazione

