



REGIONE AUTÓNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



Database delle variabili pedologiche e vegetali

Advanced Technologies for LANds management and Tools for Innovative
Development of an EcoSustainable agriculture

Acronimo: Atlantide

Codice di intervento: RC_CRP_068

CUP: J88D20000070002

Deliverable: D7.1.2/M1.2

Informazioni sul deliverable

Numero e nome del deliverable	D7.1.2/M7.1.2 Database delle variabili pedologiche e vegetali.
Da consegnare entro	3 settembre 2021
Consegnato	17 dicembre 2021
Work Package	WP 7
Partner coinvolto	Uniss (Odr) Impresa capofila (IC) TopCON, Partner (PP) Abinsula
Autore	Filippo Gambella (Odr)
Revisori	Uniss, TopCon, Abinsula
Approvato da	Uniss, TopCon, Abinsula
Livello di disseminazione	Pubblico
Tipologia	Deliverable

Tabella 1. Cronologia delle revisioni

Data	Versione	Commenti
06/12/2021	0.1	Autore (Odr)
17/12/2021	1.0	Versione vista e corretta da tutti i partner

Abbreviazioni

Work Package (WP)
Ortofoto (ORT)
Digital Surface Model (DSM)
Agisoft Metashape (AgM)
Unmanned Aerial System (UAS)
Ground Resolution (Gr)
Ground Control Point (GCP)
Altezza della canopy (AC)
Spessore Canopy (SP)
App di monitoraggio 4Grapes (scala BBCH)
Fluorimetria su foglie (CHL o contenuto di Clorofilla)
Fluorimetria in grappoli (Indice di FERARI) con Multiplex
Sensore Red Green e Blue
Sensore multispettrale (NIR)
Sensore multispettrale (RED EDGE).
Rete Neurale pre-addestrata (MASK-CNN Convolutional, Neural Network)
Software per annotazioni immagini VIA (VGG Image Annotator)

Sommario

Nel deliverable D7.1.2 vengono descritte l'insieme delle variabili che sono state rilevate nel vigneto del sito di prova messo a disposizione dall'azienda viticola Carpante e che costituiscono il database delle variabili pedologiche e vegetali. Inoltre, nel deliverable è riportata la metodologia utilizzata per l'addestramento iniziale dell'algoritmo MASK-CNN testato ai fini della detection dei "grappoli" e da sintomatologie derivate da patologie o da attacchi di insetti in vigna.

1. Descrizione

La descrizione sintetica dei vigneti è riportata nelle tabelle 1 e 2 allegate al deliverable D7.1.1. Gli obiettivi del secondo deliverable definiti dal WP7 erano quelli di fornire una documentazione digitale dell'area studio ottenuta da una attività di rilevazione con l'utilizzo di un Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR) fornendo un modello digitale in cui vengono inseriti i punti di campionamento a terra e che costituiscono il database delle variabili pedologiche e vegetali osservate e da utilizzare nelle mappe digitali per l'ottenimento dei modelli di gestione della coltivazione arborea e in modelli di previsione.

Le osservazioni condotte nell'anno 2021 in una griglia predisposta (Figura 1) per la rilevazione delle misure vegeto-produttive (62 punti georeferenziati) ha permesso di contestualizzare in maniera puntuale le variabili osservate in proximal sensing, altezza della canopy, spessore, app di monitoraggio 4Grapes, osservazioni fluorimetriche in foglie e grappoli con Multiplex e da remoto (UAS dotato di sensori RGB e multispettrali). La misura del potenziale fogliare eseguita con camera a pressione di Scholander, ha permesso di valutare e individuare quando la pianta entra in condizione di stress idrico e quindi intervenire con l'irrigazione definendo un modello di gestione dello stress idrico della cv "Cagnulari".

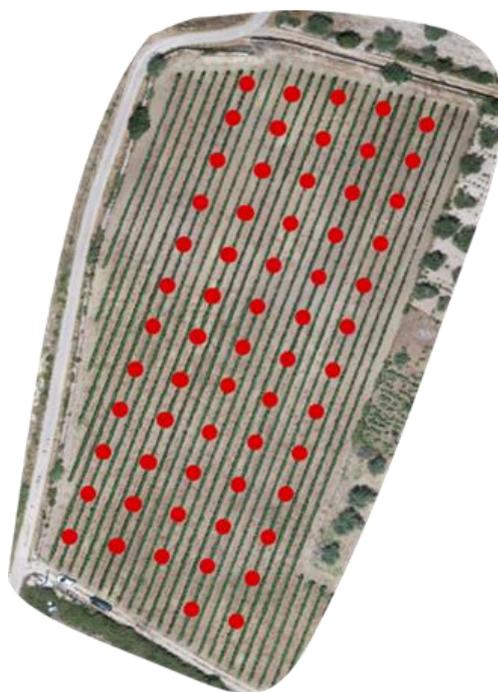
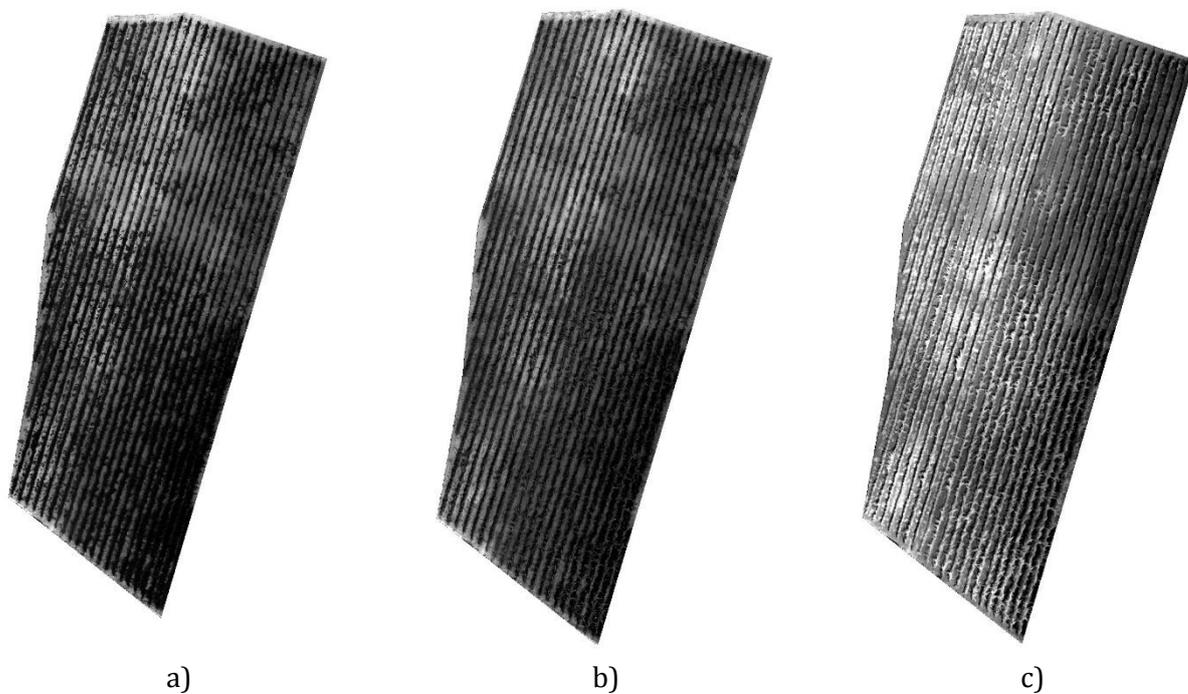


Figura 1: ortomosaico RGB del vigneto oggetto d'indagine e la disposizione spaziale dei punti di campionamento vegeto-produttivi indicati dai punti rossi.



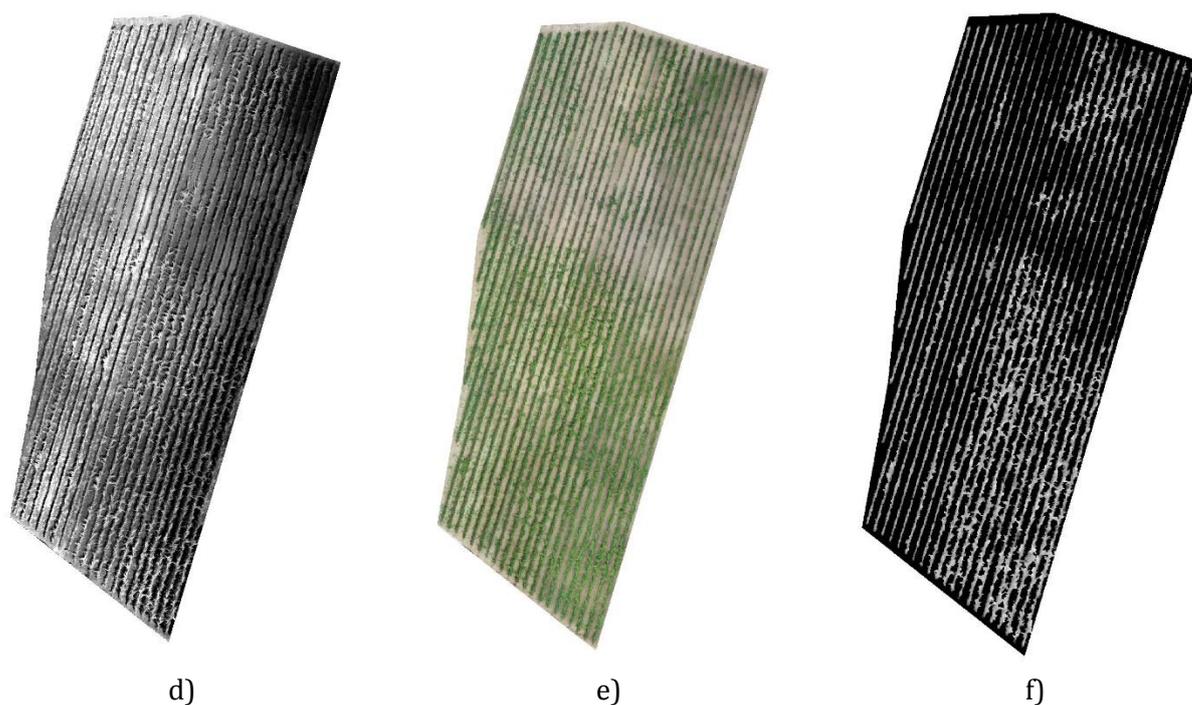


Figura 2: alcuni output derivati dal processo di acquisizione aerofotogrammetrica da UAS nella data del 08/07/2021: a) banda spettrale del Red; b) banda spettrale del Green; c) banda spettrale del Near Infra-Red (NIR); d) banda spettrale del Red Edge; e) ricostruzione RGB; f) elaborazione del Canopy Height Model (CHM) per il calcolo dei volumi della canopia.

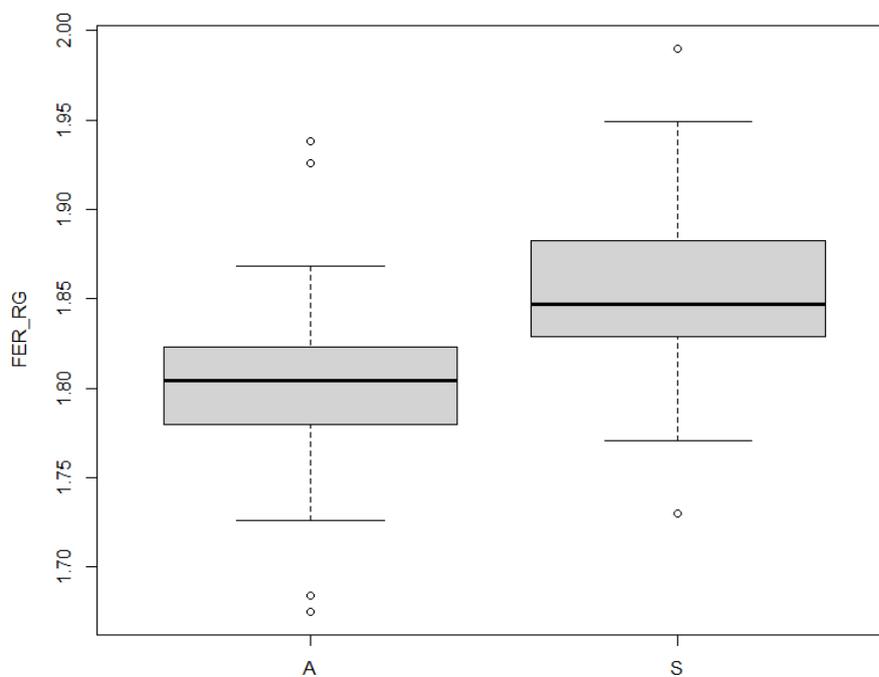


Figura 7 Differenziazione di piante Asintomatiche (A) rispetto a piante Sintomatiche (S) attraverso l'utilizzo dell'inverso (FER_{RG}⁻¹) dell'indice fluorimetrico FER_{RG} e correlato al

Le variabili che sono state misurate in tutti e 62 punti di campionamento sono le seguenti: Altezza della canopy (AC), spessore canopy (SP), app di monitoraggio 4Grapes (scala BBCH), osservazioni fluorimetriche in foglie (CHL o contenuto di Clorofilla) e grappoli (Indice di FERARI) con Multiplex e da remoto UAS dotato di sensori RGB e multispettrali (NIR e RED EDGE).

L'utilizzo di analisi fluorimetriche prossimali associate analizzando le piante precedentemente saggiate in laboratorio attraverso RT-PCR in un vigneto di Vermentino in località Olmedo (SS) affetto da GPGV ha mostrato un approccio decisamente promettente e tra i vari indici impiegati in questo monitoraggio, quelli relativi alla presenza di antociani (FER_RG⁻¹ e FER_RB) hanno identificato in seguito ad analisi statistica ANOVA una relazione esistente tra gli indici fluorimetrici citati e i sintomi ascrivibili al GPGV con una elevata significatività statistica. L'indice inverso è quindi una ulteriore variabile fluorimetrica per implementare il database di osservazione e di monitoraggio del vigneto.

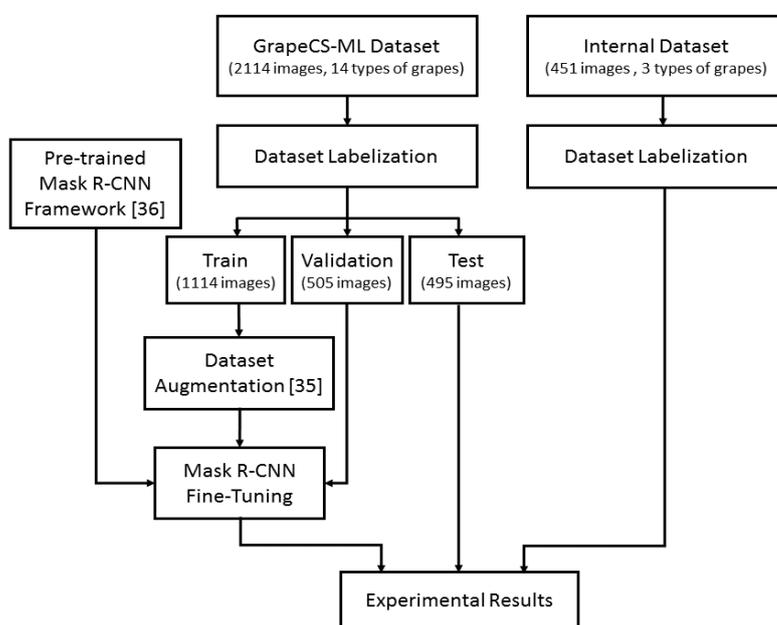


Figura 8 Workflow della metodologia proposta per l'addestramento del dataset di riconoscimento del grappolo in vigna .

L'addestramento di una rete neurale, Mask R-CNN (figura 8), già utilizzata per la detection dei grappoli in off-line e come da pubblicazione allegata (Sensors "In-Field Automatic Detection of Grape Bunches under a Totally Uncontrolled Environment") e stato condotto nel seguente modo: dopo la labellizzazione del dataset formato da 1114 "train", lo stesso è stato suddiviso in ulteriori due sottodataset che hanno costituito il "validation" (505 immagini) e il "test" (495 immagini). La rete pre-addestrata Mask R-CNN framework viene ulteriormente migliorata utilizzando un set di 35 foto per "augmentation" e per la validazione dei risultati. I risultati sperimentali sono stati ottenuti comparando l'abilità della rete di identificare in un dataset interno fornito dal SSD AGR03 e composto da 451 immagini e con varietà a bacca rossa e bianca i grappoli contenuti in esse. La stessa procedura di annotazione e di addestramento e validazione è stata condotta nei differenti dataset costituiti in collaborazione con i due SSD della difesa e ottenuti tramite VIA (VGG Image Annotator) Considerando i sintomi di oidio sulle piantine in vaso e sulle piante adulte allevate in serra, nonché i sintomi di peronospora e di oidio reperiti nei vigneti commerciali, sono state annotate, con il software VIA, 391 foto con sintomi di oidio e 227 foto con sintomi di peronospora utilizzando

macchine fotografiche di tipo Reflex e telefoni cellulari. Il dataset è stato integrato con foto di archivio, per cui sono state annotate ulteriori 98 foto con sintomi di oidio e 37 con sintomi di peronospora. In totale sono state sottoposte a addestramento mediante rete neurale Mask R-CNN (estensione della Faster R-CNN) 753 immagini, 489 di oidio e 264 di peronospora, ognuna delle quali con un numero di annotazioni variabile da uno a circa 50. In seguito alla annotazione di numerosi dataset sono state svolte delle prove preliminari di addestramento su alcuni di essi.

Il risultato finale del controllo visivo delle immagini ha portato alla selezione di 355 foto che soddisfacevano i criteri sopra citati. Le fotografie in questione sono state ordinate in tre database (CP1 = 107 foto; CP2 = 56 foto; CP3 = 192 foto) organizzati in sottocartelle in cui ogni immagine veniva distinta in base alla località del vigneto, alla data in cui è stata scattata e alla cultivar della pianta ospite. Nei prossimi mesi, grazie all'utilizzo di nuovi dati, come le ultime annotazioni di dataset di oidio e peronospora o del dataset CP3 che permetterà di avere a disposizione un numero di immagini più che doppio rispetto all'unione di CP1 e CP2, dovrebbe essere possibile ottenere un'ulteriore miglioramento della "curva di apprendimento" della rete.

Per le sintomatologie entomologiche, il risultato finale del controllo visivo delle immagini ha portato alla selezione di 355 foto che soddisfacevano i criteri sopra citati. Le fotografie in questione sono state ordinate in tre database (CP1 = 107 foto; CP2 = 56 foto; CP3 = 192 foto) organizzati in sottocartelle in cui ogni immagine viene distinta in base alla località del vigneto, alla data in cui è stata scattata e alla cultivar della pianta ospite. Successivamente, i sintomi dell'infestazione sono stati annotati con l'impiego del software VGG Image Annotator, che non necessita il download e può essere utilizzato online e permette di delimitare i sintomi entro un'area di interesse all'interno della figura. L'insieme delle immagini di ogni database è stato caricato in un progetto all'interno del software, e sono state definite delle categorie a cui associare i sintomi in relazione al colore della bacca (bianca o rossa) e all'intensità del sintomo (precoce o avanzato), definendo quindi quattro possibili attributi al sintomo: "rossa_precoce", "rossa_avanzato", "bianca_precoce" e "bianca_avanzato". Per ogni immagine, le foglie sintomatiche sono state delimitate tramite un rettangolo (bounding box) a cui è stato associato uno dei 4 possibili attributi in relazione alla cultivar e alla intensità del sintomo. La definizione dello stato del sintomo è stata fatta dall'operatore in base a delle linee guida: il sintomo è considerato precoce nel caso in cui si manifesti una decolorazione marginale della foglia, mentre il sintomo è classificato come avanzato quando la decolorazione/discolorazione interessa anche gli spazi internervali e talvolta è anche associata a bruscature marginali. Generalmente le varietà a bacca bianca presentano alterazioni clorotiche mentre le varietà a bacca rossa mostrano antocianosi. Partendo dai dataset annotati è stato possibile addestrare una rete in grado di riconoscere i sintomi dell'infestazione. Tra i numerosi modelli disponibili in grado di essere addestrati a riconoscere oggetti all'interno di una immagine (Object Detection) è stata selezionata l'implementazione in linguaggio python di una Mask R-CNN (He et al., 2017) liberamente scaricabile dall'indirizzo https://github.com/matterport/Mask_RCNN.

I risultati, presentati nella pubblicazione allegata alla relazione del mese 12 hanno permesso di utilizzare lo stesso procedimento identificativo per le sintomatologie derivate da oidio e peronospora e per l'analisi dei sintomi delle infestazioni precoci e tardive di cicadellidi con risultati non definitivi nei termini di riconoscimento dei sintomi precoci di infestazione di cicaline della vite, ma prevalentemente associata ad una ridotta numerosità campionaria, con l'ampliamento del dataset e con l'uso di CP3 (192 foto) e quindi con un numero di immagini più che raddoppiato, mentre per l'oidio e la peronospora, dato il numero ancora limitato di immagini utilizzate i risultati non possono essere considerati soddisfacenti dato l'alto numero di falsi allarmi (sintomi trovati dove in realtà non erano presenti) e di mancati allarmi (sintomi non trovati dove in realtà erano presenti).

Analizzando i risultati è stato comunque possibile verificare la progressione nell'apprendimento della rete all'aumentare delle immagini disponibili permettendo un significativo miglioramento delle prestazioni.

In accordo con il settore AGR15 dai 62 punti della griglia georeferenziata sono stati prelevati alla vendemmia i campioni di grappoli per determinare attraverso analisi con MostoScan le composizioni medie dei campioni estratti in termini di obiettivi enologici e mappe di produzione, i parametri di analisi che costituiranno il database sono riportati nelle figure eseguite e risultati preliminari sono di seguito riportati nelle figure 9, 10, 11 e 12.



Figura 9: Analisi del contenuto in zuccheri (grado Brix e Glucosio+Fruttosio) ottenuta dall'analisi WineScan dei grappoli prelevati dai 62 nodi di campionamento come rappresentato dall' ortomosaico RGB del vigneto oggetto d'indagine e dalla disposizione spaziale dei punti di campionamento indicati dai punti rossi.

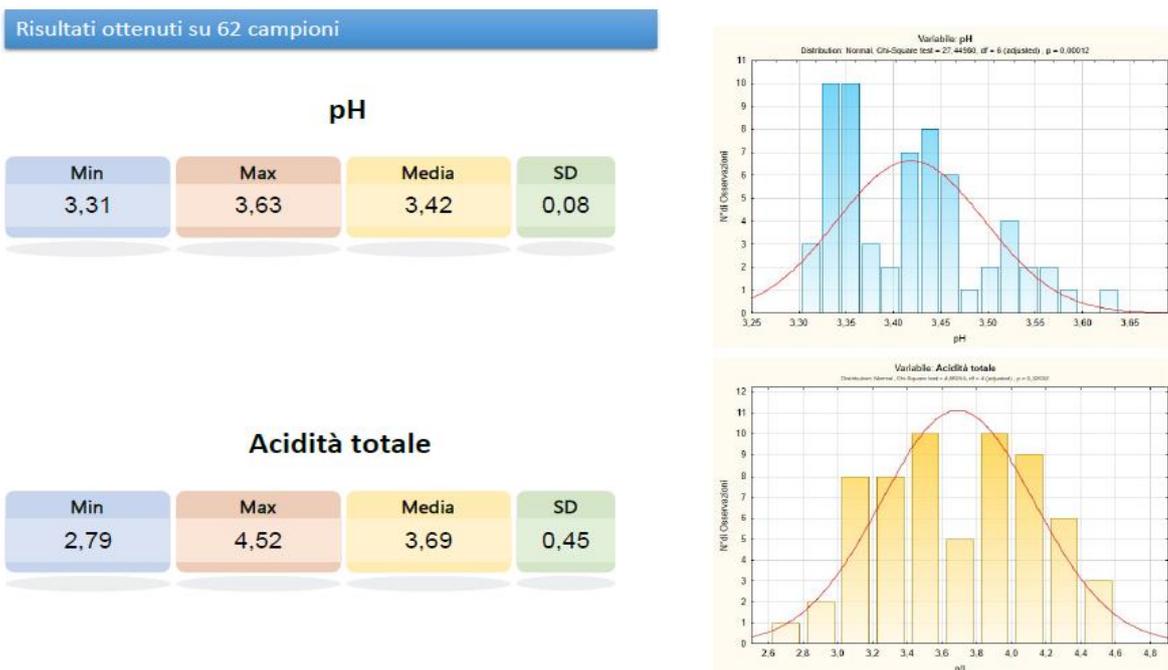


Figura 10: Analisi del contenuto in pH e Acidità totale ottenuta dall'analisi WineScan dei grappoli prelevati dai 62 nodi di campionamento come rappresentato dall' ortomosaico RGB del vigneto oggetto d'indagine e dalla disposizione spaziale dei punti di campionamento indicati dai punti rossi.

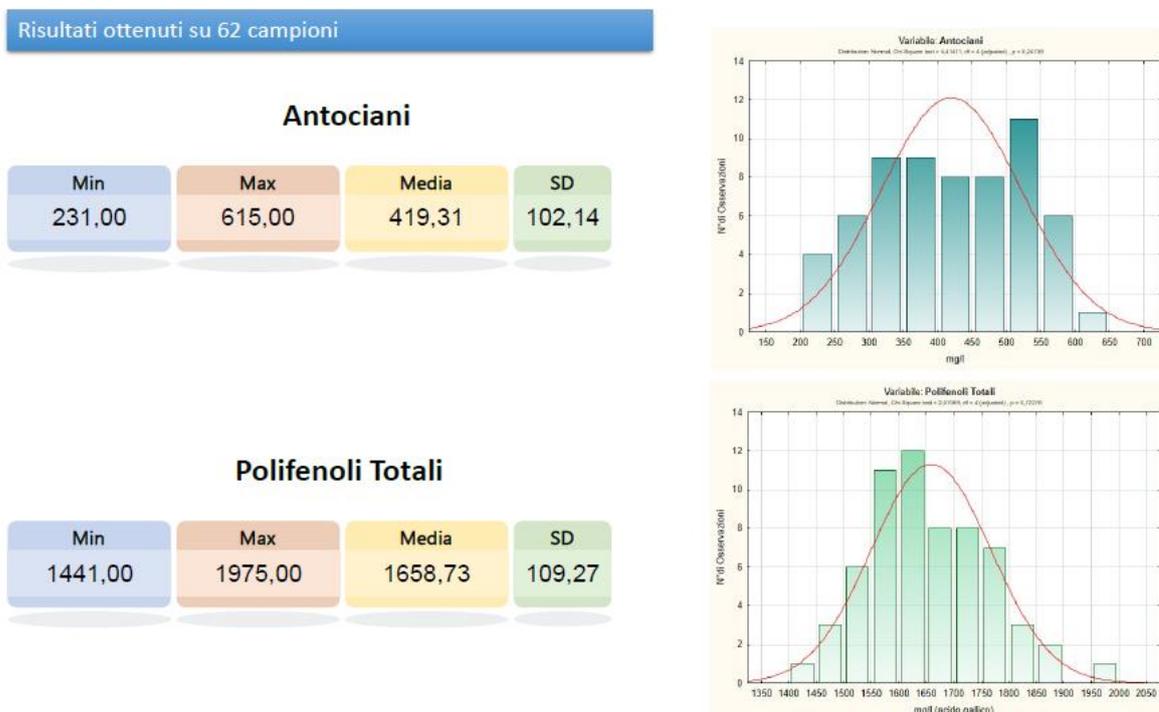


Figura 11: Analisi del contenuto in Antociani e Polifenoli Totali ottenuta dall'analisi WineScan dei grappoli prelevati dai 62 nodi di campionamento come rappresentato dall' ortomosaico RGB del vigneto oggetto d'indagine e dalla disposizione spaziale dei punti di campionamento indicati dai punti rossi.

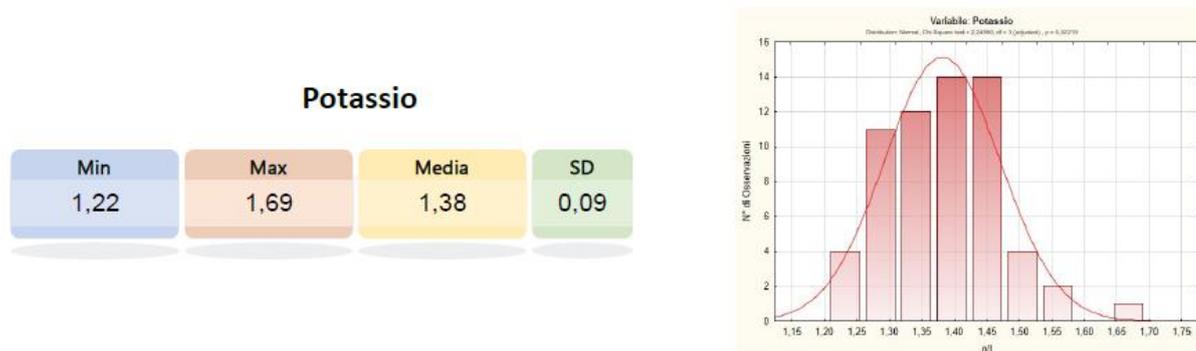


Figura 12: Analisi del contenuto in Potassio ottenuta dall'analisi WineScan dei grappoli prelevati dai 62 nodi di campionamento come rappresentato dall' ortomosaico RGB del vigneto oggetto d'indagine e dalla disposizione spaziale dei punti di campionamento indicati dai punti rossi.

L'impossibilità di eseguire il campionamento del suolo nel vigneto dell'azienda Carpante, che avrebbero ostacolato o rallentato per almeno 2/3 settimane le operazioni di gestione colturale in corso, ha impedito la predisposizione delle opportune analisi pedologiche.

Per questo motivo in accordo con il Partner di Progetto e il SSD AGR14, i campionamenti di suolo saranno eseguiti entro gennaio 2022 (durante la fase di riposo vegetativa della pianta) e sull'intera superficie dell'area oggetto di studio, permetterà di ottenere informazioni aggiuntive utili alla predisposizione delle sperimentazioni già avviate e di eseguire una serie di analisi geostatistiche volte allo studio della variabilità spazio-temporale del vigneto. Le criticità emerse dalla determinazione delle informazioni di campo e dall'analisi dei dati determinerà uno spostamento della consegna dei 5 deliverables previsti ai mesi 9-10 (agosto-settembre 2021) al mese 13 per il D7.1.2 (dicembre 2021) e 16 per gli altri quattro (Marzo 2022), come di seguito elencati:

D 7.1.2 Database delle variabili pedologiche e vegetali: si forniranno le mappe georeferenziate, Dataset della variabilità delle caratteristiche del suolo e vegetative (altezza, spessore e volume) estratto da modello Canopy High Model (CHM): (M9, 18, 27, R, PU).

D 7.1.3 Modelli predittivi suolo pianta: Mappe georeferenziate dei Modelli predittivi della fertilità del suolo e stima delle caratteristiche vegeto-produttive del vigneto (mappe di vigore e indici fogliari NDVI correlati al CHM): (M9, 18, 27, R, PU).

D 7.1.4 Report costi operativi management: Report sulla valutazione del beneficio economico delle procedure di viticoltura di precisione per la gestione del vigneto e analisi dei tempi operativi del monitoraggio della parete vegetale e dei frutti in real-time durante i mesi della sperimentazione: (M10, 20, 30, R, CO).

D 7.2.1 Mappe di decisione-prescrizione: Creazione di mappe georeferenziate di rischio epidemico e delle piante infestate dai fitofagi del vigneto utili per l'individuazione di aree maggiormente soggette agli attacchi e per la gestione della difesa: (M10, 20, 30, OTHER, PU).

D 7.2.2 Modelli di intervento fito-sanitario: Report sullo studio della correlazione tra intensità di infestazione e danno economico per la definizione di soglie d'intervento di fitofagi chiave Creazione banca dati contenente immagini di foglie e grappoli con sintomi di oidio, peronospora e GPGV: (M10, 20, 30, R, PU).