REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Relazione semestrale sullo svolgimento del progetto ATLANTIDE

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

Acronimo: Atlantide

Codice di intervento: RC_CRP_068

CUP: J88D20000070002

Report Semestrale n. 1 - Periodo di lavoro dal 04.11.2020 al 03.05.2021

Informazioni sul deliverable	
Da consegnare entro	3 giugno 2021
Consegnato	15 giugno 2021
Work Package	WP1
Partner coinvolto	Organismo di Ricerca (Odr)/Impresa capofila (IC)/Partner di progetto (PP)
Autore	Antonio Piga (Odr)
Revisori	Tutti i partner
Approvato da	Tutti i partner
Livello di disseminazione	Pubblico
Tipologia	Documento
Allegati	Nessun allegato

Tabella 1. Cronologia delle revisioni

Data	**Versione**	**Commenti**
03/06/2021	0.1	Bozza creata da Autore
15/06/2021	1.0	Versione finale

1. Grado di conseguimento degli obiettivi, includendo gli eventuali deliverable e milestone prodotti

Il progetto di ricerca prevede, nei primi sei mesi, oltre al conseguimento degli obiettivi di seguito riportati, la produzione di 5 deliverables, nel dettaglio:

D.1.1 Project handbook (mese 6)
D.1.2 Report semestrale (mese 6)
D.1.8 Dissemination plan (mese 6)
D.4.1 Griglia esigenze informative (grandezze chimico-fisiche, morfo-fisiologiche e agronomiche osservate) (mese 4)
D.7.1 Documentazione digitale di campo (mese 3)

Il progetto riportava, inoltre, i seguenti due deliverable da rilasciare nei primi sei mesi:
D.6.1 Prototipo di un sistema informatico in grado di analizzare e gestire i dati relativi all'azienda agricola (es. sensori, informazioni relative ai sistemi meccanici, informazioni aziendali, informazioni metereologiche, informazioni relative ad osservazioni satellitari, ecc.), per l'arricchimento simultaneo del mondo reale con informazioni digitali attraverso uno specifico software applicativo e dispositivi specifici per la realtà aumentata (es. Android AR Glasses) (mese 6).
D.6.2 Valutazione dell'impatto dell'innovazione all'interno dell'azienda agricola e sull'operatore a supporto della diffusione di tecnologie per la realtà aumentata nel settore agricolo (mese 6).

In realtà, tali deliverables sono attesi al termine dei 36 mesi, l'indicazione del sesto mese come data di rilascio è un refuso tipografico.

Di seguito sarà riportato il grado di conseguimento degli obiettivi previsti per singolo WP.

WP1. Project Management
Il WP1 si occupa del coordinamento tecnico-amministrativo e scientifico del progetto. Nel primo semestre erano previste le seguenti attività:

1. Kick-off meeting per l'avvio del Progetto.
2. Incontri trimestrali con i responsabili di WP per la discussione dello stato di avanzamento scientifico.
3. Un incontro con i responsabili di WP (WPL) per la pianificazione delle spese.
4. Preparazione del Project handbook (D.1.1).
5. Preparazione del report semestrale (D.1.2).
6. Preparazione del Dissemination plan (D.1.8).

Tutte le attività elencate, comprese di deliverables, sono state realizzate. Sono state, inoltre, istruite tutte le pratiche amministrative (bandi per contratti, borse e assegni, spese per materiali e attrezzature, bandi per servizi esterni, ecc.).

WP2. Fenotipizzazione ad alta precisione in condizioni di pieno campo

Nel complesso il progetto ha raggiunto un buon grado di conseguimento degli obiettivi, sebbene, a causa delle avverse condizioni meteorologiche del periodo autunno vernino 2020-21, sia stato necessario apportare dei correttivi alla attività prevista e al cronoprogramma (si veda il punto 4).

Sono state raggiunti i seguenti risultati:

1) Catalogo immagini satellitari "storiche" disponibili dei campi coltivati di orzo presso l'azienda Sperimentale di Ottava, Sardegna, Italia.

2) Catalogo planimetrie relative alle prove di confronto varietale per la mappatura della posizione esatta delle varietà in campo.

3) Database informazioni relative ai dati fenotipici raccolti (data di spigatura, altezza, peso di 1000 semi, cariossidi/m2, peso ettolitrico, resa) e quelle relative ai dati meteorologici (pioggia, radiazione, temperatura) e agronomici (data di semina, concimazione e diserbo).

4) Predisposizione di campioni di semi per estrazione DNA genomico totale (da giovani plantule cresciute in plateau ed in condizioni controllate) per la esecuzione delle analisi genomiche.

WP3. Tecnologie digitali e modellistiche di nuova generazione applicate ai sistemi agrari mediterranei

Gli obiettivi specifici del WP3 riguardano 1) lo sviluppo di strumenti per l'intensificazione sostenibile dei sistemi agro-silvopastorali mediterranei, 2) la valutazione degli impatti di diverse pratiche agronomiche sulla sostenibilità di questi agroecosistemi mediante l'integrazione di dati da remote sensing e modellistica, e 3) la valutazione dell'efficacia dei dispositivi digitali sviluppati come strumenti a supporto delle decisioni. Al fine del raggiungimento dell'obiettivo di cui al punto 1), è stato avviato uno specifico dispositivo sperimentale con l'obiettivo di valutare l'impatto di differenti strategie di utilizzo dei pascoli e del diverso grado di consociazione delle principali specie foraggere sulla dinamica delle variabili agronomiche (LAI, SLA, biomassa, et.), e sulle relazioni fra queste variabili e i principali indici multispettrali rilevati mediante sensori installati su drone. Le informazioni raccolte saranno necessarie alla parametrizzazione di modelli di simulazione in grado di riprodurre le dinamiche di produzione della biomassa e dell'abbondanza relativa delle singole specie nei pascoli e nei prati-pascoli. Per il raggiungimento degli obiettivi di cui al punto 2) è stato avviato uno studio delle relazioni fra gli indici multispettrali da dati telerilevati (Sentinel2, Landsat) e dataset di campo derivanti da sperimentazioni di medio e lungo periodo svolte nel contesto di attività progettuali pregresse. La attività descritte sono propedeutiche per il conseguimento degli obiettivi di cui al punto e 3) e per la redazione dei deliverables D3.1 (Mese 30), D3.2 (M 30) e D3.3 (M 36).

WP4. Monitoraggio ambientale per la gestione differenziata delle colture

Il progetto ha raggiunto un buon grado di conseguimento degli obiettivi, sebbene sia stato necessario apportare dei correttivi alla attività prevista e al cronoprogramma.

Sono state raggiunti i seguenti risultati:

1) Creazione della griglia esigenze informative (grandezze chimico-fisiche, morfo-fisiologiche e agronomiche osservate – D.4.1).

2) Anche in sinergia con WP2, creazione catalogo immagini satellitari "storiche" disponibili dei campi coltivati di orzo, carciofo in regime biologico e cardo da biomassa presso l'azienda Sperimentale di Ottava, Sardegna, Italia.

3) In sinergia con WP2, catalogo planimetrie relative alle prove di confronto varietale di orzo per la mappatura della posizione esatta delle varietà in campo.

4) In collaborazione con Abinsula, è stata avviata la costruzione di database con dati acquisiti dalla sensoristica di terra (es. sonde di umidità del suolo, temperatura, umidità aria).

WP5. Sensori e sistemi di gestione innovativi per la coltura protetta
Il progetto, sulla base del cronoprogramma, prevede le seguenti attività nei primi sei mesi:
5.1 Ricerca bibliografica
5.2 Acquisizione materiale di propagazione
5.3 Progettazione e realizzazione mini-serre
5.4 Prove di coltivazione
5.5 Esame dei risultati e messa a punto dei sensori

Il WP ha raggiunto un buon grado di conseguimento delle attività e obiettivi previsti per questo periodo, nonostante le lievi criticità riportate al punto 4.

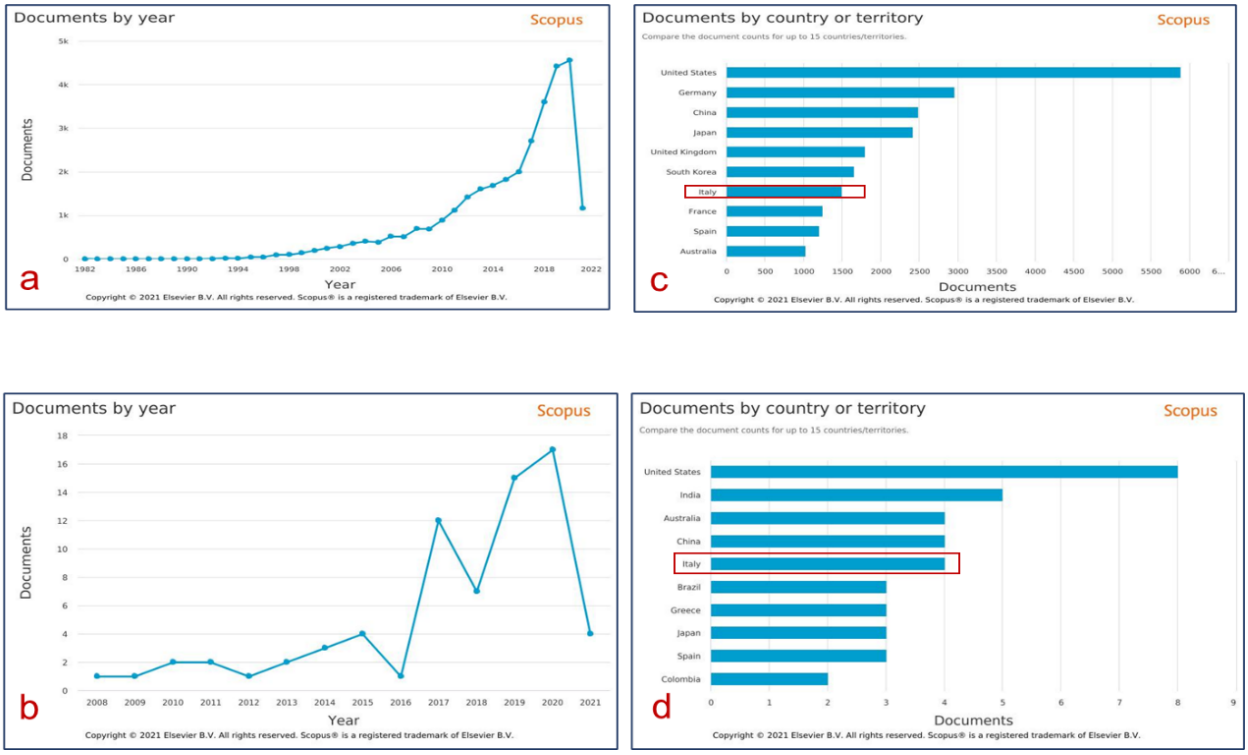
WP6. Sviluppo e realizzazione di un sistema per la realtà aumentata in agricoltura
Il progetto prevede, nei primi sei mesi, lo sviluppo del Task 6.1 (mesi 0-12): Stato dell'arte e raccolta delle informazioni aziendali.

Obiettivi
Studio dello stato dell'arte in materia di sistemi per la realtà aumentata: ricerche e studi sui principali aspetti tecnico-scientifici riguardanti le tecnologie disponibili per la realtà aumentata; ricerche ed analisi di mercato sui principali strumenti e dei relativi costi.
Raccolta delle informazioni aziendali: interviste agli operatori del settore agricolo (tecnici, allevatori e agricoltori); individuazione dei dati da acquisire da altri sensori presenti in azienda ed altri aggiornare in real-time attraverso il dispositivo per la realtà aumentata.
Grado di conseguimento degli obiettivi

Studio dello stato dell'arte
Per quanto riguarda gli aspetti scientifici è stato osservato un crescente interesse su questa tematica da parte della comunità scientifica, rilevando un aumento sostanziale del numero di studi scientifici pubblicati negli ultimi anni, con un totale di 31.612 articoli riguardanti la realtà aumentata (AR) a tutto tondo e 72 documenti sulla realtà aumentata in ambito agricolo (Figura 1 "a" e "b"). In particolare, si evince che dal 2010 il topic AR supera le 1000 pubblicazioni per anno, fino ad arrivare alle 4.552 pubblicazioni nel 2020, in maniera similare è evidente un incremento per quanto riguarda l'interesse verso l'applicazione di questa tecnologia in ambito agricolo. A livello europeo, l'Italia si colloca come secondo Paese ad essere sostenitore di questa tecnologia (dietro la Germania), mentre a livello mondiale risulta settima, dove gli USA ricoprono la prima posizione (Figura 1 "c"). Per quanto riguarda l'interesse specifico nell'applicazione della AR in campo agricolo, i principali paesi che stanno svolgendo attività di ricerca in questo campo sono gli USA, l'India e l'Australia (prime tre posizioni), mentre l'Italia risulta in quinta posizione. Tra gli ambiti principali di ricerca e applicazione della AR a livello scientifico abbiamo il settore di Ricerca e Sviluppo, prettamente legato all'implementazione della tecnologia AR, e gli ambiti Sanitario, Educativo ed industriale. Una delle aree che sta emergendo, e dove si stanno rivelando potenziali applicazioni, è il settore agricolo. In letteratura sono presenti diversi studi scientifici relativi all'applicazione della realtà aumentata in agricoltura, principalmente legati allo sviluppo di sistemi a supporto dell'agricoltore attraverso la visualizzazione delle "informazioni aumentate" in campo. Alcuni esempi: sviluppo di un sistema di visualizzazione dei dati georeferenziati di resa e indici vegetazionali sui filari di vite (King et al., 2005); un sistema di

assistenza alla guida dei trattori con la visualizzazione su un visore della traiettoria ottimale da seguire (Santana-Fernandez, 2010); un sistema per la quantificazione della clorofilla nelle foglie utilizzando gli SG (Cortazar et. Al., 2015); un sistema di navigazione in tempo reale per guidare l'agricoltore nel giusta zona di campionamento del suolo (Huuskonen et al., 2018); studio sul livello di integrazione di un dispositivo indossabile in zootecnia di precisione (Caria et al.; 2019); studio sulle performances e livello di usabilità degli SG utilizzati in campo zootecnico (Caria et al. 2020).

Figura 1. Numero di documenti pubblicati sulla realtà aumentata (a) e sulla realtà aumentata applicata in ambito agricolo (b). Principali Paesi che hanno effettuato pubblicazioni inerenti alla realtà aumentata (c) e alla realtà aumentata in ambito agricolo (d). (Fonte: Database Scopus)



I dispositivi per la realtà aumentata sono sostanzialmente di tre tipologie: smartphone, tablet, smart glasses. Nonostante i primi due dispositivi siano quelli che trovano un'ampia diffusione a livello consumer, gli smart glasses (SG) mostrano, per loro natura, forti potenzialità, soprattutto in ambito lavorativo.

Dalla ricerca è emerso che le aziende interessate allo sviluppo di SG sono prevalentemente colossi high-tech, anche se non mancano aziende che nel tempo si sono specializzate nel settore di sistemi per la realtà aumentata. Al contrario di quanto successe nel 2014/15 dove Google aveva optato per un mondo "consumer", attualmente le aziende produttrici di SG stanno progettando dispositivi specifici per un uso professionale, indirizzati dunque ad un'utenza "business". In Figura 2 vengono riportate le caratteristiche tecniche e i relativi costi, dei principali SG presenti sul mercato.

In generale, i dispositivi indossabili si differenziano per diversi aspetti legati al design e alle funzionalità che, inevitabilmente, andranno a ripercuotersi sulle prestazioni oltre che sul livello di usabilità ed adattabilità. Sono caratterizzati dall'avere una struttura che permette di indossare

il dispositivo come degli occhiali, dove possono essere più o meno presenti delle lenti, o dall'avere una fascia di supporto che cinge la testa. I principali sistemi di visualizzazione sono: optical see-through display, video see-through display. Nel sistema optical see-through display, le informazioni virtuali sono proiettate su uno schermo trasparente o semitrasparente, in modo che l'utente sia in grado di vedere sia la scena reale che quella virtuale, dove lo schermo in questione può essere solidale con il campo visivo dell'utente, come nel caso di smart-glasses. Nel video see-through display, il mondo reale e quello virtuale si fondono in un unico scenario e la visione dell'utente è completamente digitale. Le immagini del mondo reale sono acquisite dalla videocamera del dispositivo che, dopo essere state elaborate ed aumentate, sono visualizzate sullo schermo del dispositivo. Altri sistemi si stanno sviluppando, ma allo stato attuale sono solo in fase prototipale.
Le informazioni sugli SG possono essere visualizzate con modalità monoculare o binoculare, quest'ultimo presente prevalentemente in un sistema di tipo "optical see-through display". Un altro elemento caratterizzante riguarda il sistema di interazione col dispositivo, che permette di gestire ed operare con l'interfaccia del dispositivo stesso. Infatti, gli SG possono essere costituiti da un unico pezzo (comprensivo di sistema di navigazione nel menù, sistema di alimentazione, microfono, audio e video) o da due o più componenti (l'occhiale e un touchpad esterno collegato fisicamente all'occhiale stesso). Nell'ambito degli SG esaminati, il peso del solo occhiale varia da un minimo di 46 g (Glass 2 della Google) ad un massimo di 566 g (Hololens2 della Microsoft). Il peso del dispositivo però, non sempre è correlato negativamente ad un comfort di indossabilità. Il design dell'occhiale, infatti, è un aspetto fondamentale per quanto riguarda il bilanciamento dei pesi dei componenti che vanno a costituirlo. In particolare, si è osservato che la modalità con cui gli SG possono essere indossati (come un occhiale tradizionale o tenuti fermi grazie alla presenza di una fascia elastica o rigida) è determinante per garantire un buon livello di comfort di usabilità e sicurezza nelle attività lavorative.
Un altro aspetto caratterizzante riguarda il sistema operativo, che può condizionare la scelta della piattaforma di sviluppo dei software applicativi, oltre che influenzare la modalità di utilizzo del dispositivo (diversa organizzazione del menù di navigazione). I sistemi operativi maggiormente utilizzati sono: Epson OS, Android (differenti versioni), Windows.
I pixel della fotocamera e l'autonomia della batteria sono, ugualmente importanti perché possono essere eventualmente limitanti nello svolgimento di particolari operazioni (es. assistenza in remoto). Dalla ricerca effettuata si sono ottenuti dei valori dichiarati dal costruttore che vanno da 5MP ad un massimo di 13 MP per quanto riguarda la fotocamera, e da un minimo di 2,5 h ad un massimo di 7-12 h, per l'autonomia della batteria.
La maggior parte dei dispositivi sono dotati di una connettività Wifi e Bluetooth, otre che di un sistema di sensori comprendente il GPS, bussola, giroscopio, accelerometro. Solo alcuni presentano la modalità di navigazione attraverso il "Voice control", che, chiaramente, rappresenta un'ulteriore opportunità per poter utilizzare gli SG hands free, ma dove in campo agricolo può incontrare alcune difficoltà di impiego a causa del livello di rumorosità registrato in particolari situazioni lavorative.
Il costo di acquisto varia notevolmente fra i diversi SG. Fra i modelli individuati, si possono identificare quattro fasce di prezzo: <1.000,00 euro (36%); 1.000,00-2.000,00 (36%); 2.000,00-3.000,00 (18%); >3.000,00 (10%).
Dall'analisi che fino ad ora è stata portata avanti, sono stati selezionati 3 differenti dispositivi, a seguito di un'attenta valutazione riguardante diversi fattori: le caratteristiche tecniche ed operative del dispositivi per la AR; la possibilità di customizzare ovvero di implementare gli SG con strumenti/accessori che ne amplino le potenzialità (es. termocamera); al costo; alla facilità di utilizzo; al design; il tipo di attività per cui devono essere utilizzati; l'autonomia della batteria; la possibilità di accedere o sviluppare applicazioni specifiche. Inoltre, particolare attenzione si è

dato al sistema di visualizzazione delle informazioni. Tale parametro, infatti, influisce direttamente sulla efficienza dell'operatore e sull'usabilità e accettabilità della tecnologia. Sono stati, quindi, acquistati i seguenti dispositivi: i Moverio BT-300, prodotti dalla Epson, che presentano un sistema di visualizzazione binoculare attraverso le due lenti (optical see-through); gli M400, prodotti dalla Vuzix, che hanno un sistema di visualizzazione monoculare attraverso display (video see-through); gli Hololens2, prodotti dalla Microsoft, che hanno la particolarità di visualizzare i contenuti in Realtà Mista (binoculare), dove l'operatore può interagire direttamente con i contenuti proiettati in realtà aumentata attraverso il riconoscimento delle mani.

Raccolta delle informazioni aziendali:
In questi ultimi mesi si sta procedendo con l'organizzazione della raccolta delle informazioni e delle problematiche legate alle tematiche progettuali. In particolare, attraverso visite tecniche presso le aziende agricole sarde, si stanno prendendo informazioni sulla tipologia di dato che gli operatori vorrebbero avere disponibili in real-time sul campo.

Test in laboratorio:
I dispositivi acquistati, sono oggetto di test preliminari attualmente in corso, per la definizione e valutazione delle funzionalità degli SG e per la verifica delle caratteristiche operative in diverse condizioni sperimentali.
I test riguardano:
Tempi di riconoscimento codice QR
Qualità audio-video
Battery life
Controllo vocale

Figura 2. Caratteristiche tecniche dei principali Smart Glasses disponibili sul mercato

	MARCA	MODELLO	PESO	PREZZO	PROCESSORE	MEMORIA (GB)	SISTEMA OPERATIVO	DISPLAY	SENSORI	CONNETTIVITA'	FOTOCAMERA	BATTERIA	INTERAZIONE
	Glass Up	F4	251 g	2.440,00 €	corex A9	8 ROM	Cortex A9	monoculare	bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth	5 MP	7 ore	controller
	Epson	moverio bt-35 e	69 g	793,00 €	4 core	2 RAM, 16 ROM	epson OS	binoculare	bussola, giroscopio, accelerometro	usb c, HDMI	5 MP	4 ore	controller
	Epson	moverio bt-300	69 g	669,00 €	4 core	2 RAM, 16 ROM	epson OS	binoculare	GPS, bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth, micro usb	5 MP	4 ore	controller, touch pad
	Epson	moverio bt-350	69 g	915,00 €	4 core	2 RAM, 32 ROM	epson OS	binoculare	GPS, bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth, micro usb	5 MP	4 ore	controller, touch pad
	Vuzix	M400	190 g	1.700,00 €	8 core	6 RAM, 64 ROM	Android 8,1	monoculare	GPS, bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth 5,0, usb-c	13 MP	3,5 ore	touch pad, voice control
	Vuzix	blade	90 g	1.008,00 €	4 core	1 RAM, 8 ROM	Android 5.1.1	monoculare	bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth, micro usb	8 MP	-	touch pad, voice control
	Vuzix	M4000	190 g	2.790,00 €	8 core	6 RAM, 64 ROM	Android 8.1	monoculare	GPS, bussola, giroscopio, accelerometro	Wifi, Bluetooth 5,0, usb-c	12 MP, 4k	2-12 ore	touch pad, voice control
	Toshiba	dynaedge de-100	200 g	1.968,00 €	core M7	8 RAM, 128 ROM	windows 10 pro	monoculare	bussola, giroscopio, accelerometro, voice control	Wifi, Bluetooth, micro usb	5 MP	-	touch pad, 3 botton
	Google	Glass 2 (per sviluppatori)	46 g	895,00 €	Qualcomm Snapdragon XR1	3 RAM, 32 ROM	Android 8.1	monoculare	bussola, giroscopio, accelerometro, GPS	Wifi, Bluetooth 5,0, usb-c	8 MP	-	touch pad, comandi vocali
	Magic leap	Magic leap 1	345 g	1.900,00 €	6 core, 64 bit, 1,7 GHz	8 RAM, 128 ROM	Lumin OS	binoculare (Mixed reality)	bussola, giroscopio, accelerometro, GPS	Wifi, Bluetooth, micro usb	-	3,5 ore	controller
	Microsoft	Hololens 2	566 g	3.500,00 €	-	6 RAM, 64 ROM	windows holograghic	binoculare (Mixed reality)	bussola, giroscopio, accelerometro, GPS, infrarossi	Wifi, Bluetooth 5,0, usb-c	8 MP	2,5 ore	riconoscimento delle mani

WP7. Gestione colturale del vigneto con il supporto combinato delle tecnologie di viticoltura di precisione e di Intelligenza Artificiale

Alla fine del terzo mese è stato prodotto il primo deliverable come riportato nel diagramma di GANTT (D.7.1). E' stata fornita la documentazione digitale dell'area studio ottenuta da una attività di rilevazione con l'utilizzo di un Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR) eseguendo un volo alla quota di 80 m s.l.m. e sono state elaborate con il software Agisoft Metashape 280 immagini in RGB. I tre documenti allegati ottenuti, Ortofoto, Digital Surface Model (DSM) e report di elaborazione sono stati allegati nel primo deliverable. In data 16/04/2021 si è svolta per via telematica, sulla piattaforma Teams, la riunione finalizzata al coordinamento del lavoro tra i settori disciplinari di Patologia Vegetale (SSD AGR12), Entomologia generale (SSD AGR11), Arboricoltura (SSD AGR03), Tecnologie Alimentari (AGR 15) e Meccanica Agraria (AGR09) del Dipartimento di Agraria di Sassari facenti parte del WP7.

2. Breve descrizione delle attività svolte

Di seguito saranno descritte brevemente per singolo WP le attività svolte nei primi sei mesi.

WP1. Coordinamento e gestione

L'attività di project management, in capo al coordinatore di progetto (CP) ed al responsabile unico del procedimento (RUP), prevede tutte le azioni per la gestione scientifica e finanziaria del progetto.

Con determinazione n.929 protocollo n. 7610 del 03/11/2020 la RAS riconosce ad Uniss, che ha presentato il progetto Atlantide con nota Prot. UNISS 132608 in data 28.11.2019, il contributo complessivo di € 1.500.000,00 a valere sulle risorse FSC 2014-2020 Linea d'Azione 3.a.1.1. "Interventi di sostegno alla Ricerca" - Tipologia3 - Finanziamento Progetti Collaborativi di Ricerca e sviluppo promossi da medie e Grandi imprese con organismi di ricerca o infrastrutture di ricerca regionali.

- In data 04 novembre 2020 viene svolta la prima riunione con i WPL ed il RUP per discutere degli aspetti amministrativi.
- In data 12 novembre viene svolto il kick off meeting in presenza dei WPL, del RUP e di una rappresentanza di Topcon Positioning Group e Abinsula srl, partner di progetto. Durante tale riunione si delineano le strategie di collaborazione tra l'organismo di ricerca e le due compagini aziendali.
- Nel mese di gennaio (12, 13, 14, 15 e 22) il CP ed il RUP hanno svolto una serie di incontri con i 6 WPL per delineare il cronoprogramma degli OGV e le relative modalità di richiesta degli stessi.
- In data 19 febbraio 2021 si svolge il primo incontro con i WPL, durante il quale il CP riepiloga la lista dei deliverable da produrre nell'ambito del WP1 nei primi sei mesi, cioè:
  - D.1.1. Project handbook (mese 6).
  - D.1.2 Report periodico (mese 6).
  - D.1.8 Dissemination Plan and Report (mese 6).

  Nella riunione viene approvata la bozza del Project handbook, già approvata da Topcon e Abinsula in data 12 febbraio 2021. Viene evidenziata, inoltre, la procedura per la preparazione e divulgazione dei report relativi alle deliverable/milestones e ai report semestrali (tempistiche e nominazione file). Per quanto riguarda il Dissemination Plan and Report il coordinatore comunica che sta preparando una bozza che invierà per tempo ai partner ed ai WPL, al fine di avere il documento finale entro il sesto mese di inizio progetto. Durante la riunione i WPL illustrano l'attività svolta, gli obiettivi raggiunti e le criticità emerse. Della riunione il CP prepara un resoconto che, in seguito ad approvazione di tutti i WPL, viene caricato sulla cartella condivisa di progetto in data 4 marzo 2021.
- In data 7 aprile 2021 viene caricato sulla cartella condivisa di progetto il deliverable D.7.1.1 – Documentazione digitale di campo.

Alla scadenza di ogni bimestre, quindi dicembre, febbraio ed aprile, è stato caricato, inoltre lo stato di avanzamento finanziario (impegni e costi) bimestrale sul portale specifico del Centro Regionale di Programmazione della Regione Autonoma della Sardegna.

Nei primi sei mesi sono state istruite le seguenti pratiche amministrative:
Personale da reclutare a tempo determinato:

- n° 1 bando (prot. 0004709 del 20.01.2021) per una selezione pubblica, per titoli e colloquio, per il conferimento di un incarico individuale, con contratto di lavoro autonomo per il supporto alla gestione e rendicontazione (WP1) della durata di 33 mesi e dell'importo di € 75.000,00. La procedura si è conclusa il giorno 11 febbraio 2021 con la nomina del vincitore, che ha preso servizio in data 01 marzo 2021.
- N° 1 bando (prot. 7206 del 27.01.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP3 della durata di 4 mesi e per un importo di € 4.400, 00 dal titolo "Utilizzo dei Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto (SAPR) e elaborazione dati per il monitoraggio delle colture foraggere e dei pascoli". La procedura è terminata in data 19 febbraio 2021, l'unico vincitore ha rinunciato alla fruizione della borsa.
- N° 1 bando (prot. 0008959 del 01.02.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP5 della durata di 8 mesi e per un importo di € 14.000, 00 dal titolo "Studio della moltiplicazione in vivo e in vitro, come adattamento alla coltivazione idroponica, di specie modello spontanee". La procedura è terminata in data 22 febbraio 2021, la vincitrice ha preso servizio in data 17 marzo 2021.
- N° 1 bando (prot. 0018383 del 15.02.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP6 della durata di 5 mesi e per un importo di € .000, 00 dal titolo "Efficienza tecnica e sostenibilità ambientale delle tecnologie per la realtà aumentata in ambito agricolo". La procedura è terminata in data 10 marzo 2021, il vincitore ha preso servizio in data 06 aprile 2021.
- N° 1 bando (prot. 0018386 del 15.02.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP6 della durata di 6 mesi e per un importo di € 6.000,00 dal titolo "Studio della letteratura scientifica e delle tecnologie disponibili in materia di sistemi per la realtà aumentata". La procedura è terminata in data 14 aprile 2021, il vincitore ha preso servizio in data 26 aprile 2021.
- N° 1 bando (prot. 0018386 del 15.02.2021) per assegno di ricerca per il WP7 della durata di 12 mesi e per un importo di € 25.000, 00 dal titolo "Fitomizi e malattie della vite: determinazione delle soglie di intervento e dei sintomi ad esse associati". La procedura è terminata in data 14 aprile 2021, il vincitore ha preso servizio in data 15 aprile 2021.
- N° 1 bando (prot. 0025296 del 25.02.2021) per contratto di lavoro autonomo per il WP5 della durata di 18 mesi e per un importo di € 28.000, 00. La procedura è terminata in data 18 marzo 2021, la vincitrice non ha preso ancora servizio alla data di scadenza di questa relazione.
- N° 1 bando (prot. 00421 del 06.04.2021) per assegno di ricerca per il WP7 della durata di 12 mesi e per un importo di € 24.000, 00 dal titolo ""Diagnosi precoce di patogeni della vite attraverso l'utilizzo di tecniche tradizionali e innovative". La procedura, alla data di scadenza di questa relazione, è ancora in corso.
- N° 1 bando (prot. 0045134 del 13.04.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP7 della durata di 7 mesi e per un importo di € 13.000, 00 dal titolo "Valutazione delle caratteristiche chimiche, colorimetriche e strutturali di uve". La procedura, alla data di scadenza di questa relazione, è ancora in corso.
- N° 1 bando (prot. 0050709 del 28.04.2021) per borsa di studio e ricerca per il WP7 della durata di 12 mesi e per un importo di € 14.000, 00 dal titolo "Monitoraggio delle produzioni viticole mediante spazializzazione degli indici fluorimetrici FERARI, ANTH_RG e ANTH_RB e delle relative curve di maturazione fenolica in varietà a bacca rossa in relazione al vigore vegetativo del vigneto". La procedura, alla data di scadenza di questa relazione, è ancora in corso.

Sono state inoltre avviate le procedure di richiesta di bando per:

- N° 1 bando per assegno di ricerca per il WP2 della durata di 12 mesi e per un importo di € 24.000, 00 dal titolo ""Fenotipizzazione ad alta precisione di piante coltivate allevate in condizioni di pieno campo". Il bando, alla data di scadenza di questa relazione, non è stato ancora pubblicato.
- N° 1 bando per assegno di ricerca per i WP2-WP4 della durata di 24 mesi e per un importo di € 48.000, 00 dal titolo ""Fenotipizzazione e caratterizzazione "multiomica" di piante coltivate in pieno campo". Il bando, alla data di scadenza di questa relazione, non è stato ancora pubblicato.
- N° 1 bando per tecnologo categoria D3 per i WP2-WP4 della durata di 24 mesi e per un importo di € 82.000, 00 dal titolo ""Messa a punto di un protocollo di monitoraggio dei fenomeni ambientali con tecniche di agricoltura di precisione". Il bando, alla data di scadenza di questa relazione, non è stato ancora pubblicato.

Spese per materiale di consumo e attrezzature.

- Sono stati effettuati 2 ordini per materiale di consumo per un totale di € 5.468,72 e 4 per attrezzature per un totale di € 8.202,06

In totale è stata impegnata la somma di € 359.675,68 (24% del totale) e fatti pagamenti per € 46.941,58 (35 del totale).

WP2. Fenotipizzazione ad alta precisione in condizioni di pieno campo

Nell'ambito del WP2, il progetto si pone come obiettivo principale quello di indagare le relazioni esistenti tra le variabili rilevate in remoto (satellite e/o drone) e le caratteristiche bio-agronomiche di materiali varietali allevati in condizioni di pieno campo.

A tal fine, durante questi primi mesi del progetto, anche in considerazione della impossibilità di eseguire la prova in campo pianificata a causa delle avverse condizioni meteorologiche (si veda punto 4) in collaborazione con il WP4, sono state raccolte di informazioni utili per l'esecuzione di una analisi 'retrospettiva' riguardante prove varietali di orzo coltivato (*Hordeum vulgare* L.) eseguite in anni passati presso l'azienda sperimentale 'M. Deidda' dell'Università degli Studi di Sassari, sita ad Ottava (Sassari).

Tali prove sono state condotte nell'ambito della rete delle "Prove nazionali orzo" che ha lo scopo di saggiare diverse varietà commerciali di orzo in vari ambienti del Nord, Centro e Sud Italia al fine di trarre indicazioni utili per gli agricoltori riguardo alle varietà consigliabili nei vari ambienti di coltivazione.

Ad Ottava, ogni anno (da oltre 20 anni) vengono allestiti due campi, uno per il confronto di varietà di orzo per la produzione di granella da destinarsi all'alimentazione degli animali in produzione zootecnica ed un altro per il confronto di varietà idonee alla produzione di malto per la birrificazione.

Ognuno di questi due campi di prova, adotta un *layout* a blocchi completi randomizzati (RCBD) con 3 o 4 repliche a seconda della annata e contiene un numero medio di circa 25 varietà di orzo. Ogni anno, ciascuna varietà è stata fenotipizzata mediante la misurazione di variabili di fondamentale importanza per l'adattamento della coltura all'ambiente agro-climatico (data di fioritura, altezza della pianta, peso delle cariossidi, numero di cariossidi/m^2, peso ettolitrico) oltre che per la resa finale (tonnellate/ettaro). Inoltre, per ogni annata sono disponibili anche i dati meteorologici rilevati da una stazione ubicata in prossimità dei campi coltivati. relativi alle precipitazioni, temperatura, umidità e radiazione durante tutto il periodo di prova, nonché le informazioni relative alle pratiche di gestione agronomica (data di semina, diserbo, concimazione).

In questi mesi si è pertanto provveduto a:

1) Verificare per quali annate fossero disponibili le immagini satellitari dei campi coltivati di orzo presso Ottava.

2) Quando disponibili, verificare la qualità delle suddette immagini e, laddove possibile, porre in atto strategie per il miglioramento delle stesse.

3) Catalogare le immagini di qualità sufficiente per essere utilizzate.

4) Recuperare e catalogare le planimetrie relative alle prove di confronto varietale per la mappatura della posizione esatta delle varietà in campo.

5) Recuperare e catalogare tutte le informazioni relative ai dati fenotipici raccolti per la fenotipizzazione varietale e quelle relative ai dati meteorologici e agronomici.

Inoltre, in questo periodo è stata affrontata in anticipo rispetto a quanto previsto dal cronoprogramma (si veda anche il punto 4) la pianificazione della estrazione da giovani plantule del DNA totale per la esecuzione delle analisi genomiche.

In questo periodo progettuale inoltre sono state eseguite indagini di mercato per a) la richiesta di preventivi per l'acquisto di consumabili necessari alle pratiche di laboratorio e pieno campo nonché per b) la identificazione dei *service* esterni in grado di garantire i migliori risultati, in termini di rapporto qualità prezzo, per le analisi -omiche.

WP3. Tecnologie digitali e modellistiche di nuova generazione applicate ai sistemi agrari mediterranei

Nell'ambito del WP3 durante i primi mesi del progetto sono state avviate le attività di ricerca e le prove sperimentali di campo con i seguenti obiettivi specifici:

- Studio delle relazioni fra dati di campo e dataset provenienti da dati telerilevati (Sentinel2) al fine di implementare strumenti digitali per la valutazione dell'impatto della gestione agronomica dei sistemi silvopastorali mediterranei. Le attività, svolte in sinergia con i progetti LIFE-Regenerate (http://regenerate.eu) e AGER-iGRAL (https://agricolturadimontagna.progettoager.it/92-agricoltura-di-montagna/igral) e nell'ambito di un dottorato di ricerca, hanno riguardato la creazione di un dataset triennale di immagini multispettrali nelle aree di studio dei progetti nelle quali è in corso la valutazione dell'impatto di diverse strategie di gestione del pascolamento e di miglioramento pascoli sulla la produttività e la qualità delle risorse foraggere.
- Studio delle relazioni fra indici multispettrali rilevati con sensori su drone e variabili agronomiche delle principali specie foraggere dei pascoli mediterranei in purezza e a diversi livelli di consociazione. Le attività, svolte in collaborazione con un progetto di dottorato di ricerca in cotutela UNISS – INRAE (Francia) riguardano lo studio delle relazioni fra le variabili agronomiche (altezza della canopy, biomassa, LAI, SLA, contenuto di N) e i principali indici di vegetazione derivati (es NDVI, GNDVI, etc), e i) la valutazione delle dell'effetto del gradiente di consociazione sulle relazioni fra gli indici e traits misurati, e ii) l'effetto dell'altezza di rilevo sull'accuratezza delle stime effettuate al fine di studiare implementare sistemi di upscaling territoriali affidabili e efficaci. I dataset di campo e multispettrali contribuiranno inoltre a parametrizzare e calibrare in misura specifica per l'ambiente mediterraneo modelli colturali in grado di simulare la produttività dei prati e prati pascoli e la dinamica dell'abbondanza specifica delle principali specie di interesse foraggero.

WP4. Monitoraggio ambientale per la gestione differenziata delle colture

Sono state raccolte le informazioni utili per l'esecuzione di una analisi 'retrospettiva' riguardante prove di coltivazione di carciofo in regime biologico, cardo da biomassa e di confronto varietale dell'orzo coltivato (*Hordeum vulgare* L.) eseguite in anni passati presso l'azienda sperimentale 'M. Deidda' dell'Università degli Studi di Sassari, sita ad Ottava (Sassari).

In collaborazione con Abinsula, è stata avviata la costruzione di un database con dati acquisiti dalla sensoristica di terra (es. sonde di umidità del suolo, temperatura, umidità aria). I primi dati inseriti derivano dalla conduzione di protocollo sperimentale presso l'azienda privata Sarciofo sita nel

comune di Uri (SS), dove sono stati posizionati a terra una serie di sensori low-cost "Lifely", secondo una griglia regolare che tiene conto della caratterizzazione chimico-fisiche del suolo.
E' proseguito il confronto fra dati satellitari con i dati acquisiti dalla rete di monitoraggio a terra sul contenuto idrico del suolo. Il monitoraggio riguarda lo stato idrico del suolo con una rete WiFi di sensori forniti da Abinsula. Nello specifico, secondo protocollo sperimentale presso l'azienda privata Sarciofo sita nel comune di Uri (SS), sono stati posizionati a terra una serie di sensori low-cost "Lifely", secondo una griglia regolare che tiene conto della caratterizzazione chimico-fisiche del suolo. L'installazione è stata effettuata dal gruppo di ricerca del WP4 in collaborazione con Abinsula. La ricerca avviata sulla coltura del carciofo consentirà di raccogliere dati in continuo, registrati e trasmessi in remoto attraverso un sistema di Thingsboard che acquisisce il dato ogni 60 minuti. Il dato puntuale, georeferenziato, sarà quindi posto a confronto e interpolato rispetto ai dati delle immagini satellitari.

WP5. Sensori e sistemi di gestione innovativi per la coltura protetta
In seguito alla prima verifica bibliografica ed etnobotanica, è stata iniziata l'acquisizione dei semi di specie spontanee e delle specie modello da utilizzare in prova. Abbiamo individuato il modello di sensori programmabili sulla base delle nostre esigenze in coltivazione e della struttura della serra in cui ci troviamo a operare. Si è deciso di condurre le prove in miniserre utilizzando i sensori per la programmazione anche da remoto. Siamo pronti per avviare le prime semine. Continua la raccolta di semi di specie spontanee, che dipende molto dalla stagionalità delle fioriture. Oltre alle classiche valutazioni sullo sviluppo delle piante in coltura, verranno valutati anche i parametri di qualità mediante analisi fisico - chimiche. Per la primissima fase di messa a punto abbiamo scelto specie "semplici" a ciclo breve. Parte dei substrati sono già disponibili in azienda (perlite), parte recuperabili senza spesa. Analogamente, sono presenti i sali per la fertirrigazione, il che ci permette di iniziare anche prima di effettuare l'ordine di acquisto. Stiamo anche valutando l'ipotesi di adattare una miniserra per la coltivazione aeroponica, modificando la struttura di base. Per la fase di moltiplicazione, abbiamo stabilito i protocolli per la prima fase di sperimentazione in vitro e in vivo. Hanno preso servizio entrambe le vincitrici dei concorsi.

WP6. Sviluppo e realizzazione di un sistema per la realtà aumentata in agricoltura
Nei primi sei mesi di progetto, si è proceduto con le seguenti attività:

- per quanto riguarda gli aspetti prettamente scientifici dello studio dello stato dell'arte sull'interesse dedicato alla realtà aumentata a livello internazionale, sono state effettuate delle ricerche ed analisi bibliografiche attraverso la consultazione di banche dati di carattere scientifico;

- l'attività di ricerca e scouting delle caratteristiche e specifiche tecniche-operative dei diversi dispositivi per la realtà aumentata (prevalentemente SG), unitamente agli aspetti economici, è stata svolta attraverso la consultazione di siti internet specializzati nella commercializzazione di dispositivi per la AR e attraverso la partecipazione a webinar dedicati all'argomento;

- organizzazione e avvio dei primi test di laboratorio con gli SG disponibili per il progetto;

- organizzazione e avvio delle visite per la rilevazione delle informazioni attraverso visite tecniche presso aziende agricolo zootecniche e agricole, e intervista agli operatori di settore;

- si è tenuta una riunione tecnico-operativa fra il team di ricerca del WP6 e i partners di progetto Topcon e Abinsula, dove si è valutato il campo di sviluppo del sistema in realtà aumentata da implementare in agricoltura e dove si è discusso di alcuni scenari progettuali.

Altre attività hanno riguardato:

- attivazione di n. 2 borse di studio;
- cofinanziamento di una borsa di Dottorato XXXVII ciclo;
- acquisto degli smart-glasses: Epson Moverio BT-300 e Microsoft Hololens2;
- attività di tesi sulla valutazione e comparazione delle caratteristiche tecniche dei diversi SG disponibili per il progetto e rilievo delle informazioni dal comparto agricolo.

WP7. Gestione colturale del vigneto con il supporto combinato delle tecnologie di viticoltura di precisione e di Intelligenza Artificiale

È stato predisposto un accordo di collaborazione con l'azienda viticola Carpante che si è resa disponibile ad ospitare le prove di monitoraggio vegeto-produttivo nei campi di loro proprietà. Allo scopo di completare le attività previste nei primi tre mesi di progetto è stato effettuato un volo con il SAPR di proprietà del Dipartimento di Agraria (DJI Phantom 4PRO) per definire il momento zero di osservazione del vigneto oggetto di studio (vedi allegato 1 al report). Ai fini della predisposizione delle attività di campo per il progetto sono state effettuate due richieste di assegno di ricerca ed espletate le procedure per il settore AGR11 (Entomologia Agraria) e AGR12 (Patologia Vegetale) e con presa di servizio in data successiva al periodo interessato da questa relazione. I due assegnisti di ricerca avranno come compito operativo di inserirsi nelle attività previste dal piano sperimentale predisposto dai referenti dei due SSD interessati e in accordo con il responsabile del WP7. Alla data di scadenza di questa relazione sono in corso due procedure per bora di studio, una per il settore AGR15 e l'altra per il SSD AGR09. I due borsisti saranno impegnati nel monitoraggio vegeto-produttivo e collaboreranno, anche con gli assegnisti attivati per il progetto, alla realizzazione del Database fotografico delle sintomatologie in pieno campo e in serra.
In data 27/04/2021 si è svolta una seconda riunione per via telematica, sulla piattaforma TEAMS, la riunione finalizzata al coordinamento del lavoro tra il settore disciplinare Entomologia (SSD AGR11) e il responsabile del WP7 e le attività di ricerca.
Il piano sperimentale approntato per la componente di AGR12(prof.ssa Salva Serra) prevede:
a) In piccoli vasi da vivaio sono state allestite un centinaio di talee a due gemme della cv Carignano con lo scopo di ottenere giovani piante di vite utili per la moltiplicazione dell'inoculo di peronospora ed oidio ed anche per riprodurre i sintomi delle malattie tramite inoculazione artificiale. Le piantine in fase di sviluppo si trovano presso il Dipartimento di Agraria.
b) Utilizzo di piante adulte di vite allevate in vaso, messe a disposizione dal settore AGR03 e attualmente ospitate nell'azienda didattico sperimentale "M. Deidda" del Dipartimento di Agraria, per inoculazioni artificiali con i patogeni oggetto di studio. Lo scopo è quello di riprodurre i sintomi delle malattie per creare un dataset di immagini.
c) Ogniqualvolta saranno segnalati attacchi di oidio o peronospora in vigneti commerciali si provvederà a raccogliere immagini di sintomi caratteristici.
d) Creazione di un dataset di immagini da sottoporre ad addestramento mediante rete neurale (CNN) o FAST-CNN. L'osservazione sarà condotta in ambiente controllato, ed eventualmente in vigneto, utilizzando macchine fotografiche di tipo Reflex e telefoni cellulari, e riguarderà l'evoluzione dei sintomi di peronospora ed oidio. Le foglie e i grappoli con sintomi tipici saranno annotate utilizzando il software VIA (VGG Image Annotator).

Il piano sperimentale approntato per la componente di AGR12 (GPGV) (Prof.ssa Vanda Prota) prevede:

a) Il monitoraggio, presso l'azienda Viticola Rudas sita ad Olmedo, di una parcella composta da 155 piante di Vermentino nel quale era nota la presenza del GPGV perché in passato già saggiato tramite test molecolari di RT-PCR e i cui risultati hanno portato alla suddivisione nelle tre categorie indicate: 1) Sintomatiche infette, 2) Asintomatiche infette, 3) Sane. Le suddette attività di monitoraggio, iniziate in data 14 Maggio 2021 e che andranno avanti sino all'inizio dell'estate, sono finalizzate alla creazione di un dataset di immagini da sottoporre ad addestramento mediante rete neurale (CNN) o FAST-CNN ed esplorare la possibilità di una detection precoce capace di fornire indicazioni d'infezione sulle piante osservate.

b) Sulle piante appartenenti alle tre categorie di riferimento si eseguiranno le seguenti operazioni: costituzione dei dataset fotografici di evoluzione dei sintomi di GPGV attraverso fotografie che saranno eseguite con l'ausilio di macchine fotografiche di tipo Reflex e telefoni cellulari.

Il piano sperimentale approntato per la componente di AGR11 (prof Andrea Lentini) prevede:

a) Utilizzo del software VIA (VGG Image Annotator) al fine di creare un dataset di immagini da sottoporre ad addestramento mediante rete neurale (CNN) o FAST-CNN.

b) Le immagini registrate con macchine fotografiche di tipo Reflex e con telefoni cellulari saranno ottenute da piante in cui si osserveranno le sintomatologie dovute ad attacchi di cicaline della vite che presentano sintomi precoci (discolorazioni ingiallimenti del margine fogliare) al fine di esplorare la possibilità di una detection precoce dei sintomi.

c) Un campione di piante indenni e con attacchi crescenti di cicaline sarà contrassegnato e numerato e verrà esaminato periodicamente per monitorare:

- la densità delle popolazioni di cicaline su un campione di 30 foglie per pianta;
- l'evoluzione dei sintomi dell'attacco delle cicaline;
- variazione dei parametri fisiologici delle piante contrassegnate. In particolare verrà misurato il potenziale idrico fogliare e la quantità di clorofilla della lamina fogliare (Spad). Alla raccolta su un campione di acini verrà stimata la qualità del mosto espressa in gradi Brix.
- tali parametri consentiranno di stimare una soglia di danno economico basata sulla densità delle cicaline e dei sintomi iniziali associati al loro attacco.

Durante la riunione del 27 aprile 2021 sono stati chiariti gli obiettivi e le metodologie inerenti al processo di addestramento dell'algoritmo di Machine Learning per il riconoscimento delle fitopatie che colpiscono la vite a partire da immagini RGB ottenute da sensori digitali quali fotocamere reflex e mirrorless. In allegato è riportata la guida all'uso di VIA (VGG Image Annotator), redata al fine di supportare gli specialisti sopracitati nell'impiego di tale software e facilitare le procedure iniziali di addestramento dell'algoritmo. Al fine di addestrare l'algoritmo a riconoscere i sintomi visibili su foglie e grappoli associati a specifiche fitopatie, è necessario annotare un elevato numero di foto (obiettivo di superare almeno le 700), evidenziando all'interno di un poligono (bounding box) la parte dell'immagine nella quale si riscontra la presenza del sintomo, sia che esso sia su foglia, sia su grappolo (Figura 3). La finalità di tale addestramento e la conseguente creazione di un algoritmo robusto ed affidabile, permetterà il suo impiego per il riconoscimento automatico di fitopatie mediante immagini ottenute da un Rover terrestre che si muove tra i filari seguendo una rotta preimpostata. Tale modalità di monitoraggio rappresenta l'avanguardia nei sistemi automatici di riconoscimento in campo agricolo, andando a sostituire in un futuro prossimo le operazioni generalmente eseguite da personale umano.

Figura 3: (a) finestra di lavoro del software VIA durante il processo di annotazione di un grappolo. L'oggetto dell'addestramento è evidenziato tracciando la bounding box attorno ad esso. (b) foto esemplificativa del processo di annotazione delle fitopatie che colpiscono le foglie. All'interno dei bounding box si evincono i sintomi che colpiscono le foglie della vite. In alcuni casi è evidenziata tutta la foglia, in altri solo la parte colpita dalla fitopatia.



(a) (b)

Vista la necessità di eseguire una serie di sperimentazioni multidisciplinari sul medesimo campo (l'azienda viticola Carpante, Usini, Sardegna, Italia), si è rivelata fin da subito necessaria la predisposizione di opportune analisi pedologiche. Tali campionamenti di suolo saranno eseguiti sull'intera superficie dell'area oggetto di studio, seguendo uno schema a maglie regolari (14m x 14m) stabilita in seguito ad un sopraluogo svoltosi in data 14/04/2021. Tale analisi, sarà eseguita in collaborazione con la sezione di Pedologia del Dipartimento di Agraria (SSD AGR14) di Sassari, permetterà di ottenere informazioni aggiuntive utili alla predisposizione delle imminenti sperimentazioni, avere una solida base sulla quale eventualmente confermare le ipotesi sperimentali ed eseguire una serie di analisi geostatistiche volte allo studio della variabilità spazio-temporale del vigneto.

3. Attività di divulgazione svolte

Il progetto nei primi sei mesi non prevedeva attività di divulgazione, ma solo la preparazione del Dissemination plan (D.1.8), sono state, comunque svolte le seguenti attività.

WP1. Coordinamento e gestione

- Creazione di un sito web di progetto (in fase di completamento).
- Creazione della pagina Facebook di progetto "Atlantide Research Project".

WP6. Sviluppo e realizzazione di un sistema per la realtà aumentata in agricoltura

Creazione di una pagina dedicata al WP6 del progetto ATLANTIDE su Researchgate, all'interno del profilo della coordinatrice prof.ssa Maria Caria.

WP7. Gestione colturale del vigneto con il supporto combinato delle tecnologie di viticoltura di precisione e di Intelligenza Artificiale

- Predisposizione di una tesi Magistrale LM-69 in Sistemi Agrari Curriculum "Agricoltura di Precisione" SSD AGR 09 e SSD AGR03 dal titolo "Evoluzione Multitemporale della canopy nella cultivar Cagnulari in relazione alla programmazione dei trattamenti fitosanitari mediante l'utilizzo del modello Canopy Height Model derivato da Unmanned Aerial System UAS". Studente candidato alla tesi magistrale Matteo Contu, Relatore Prof. Filippo Gambella, Correlatori Dr. Luca Mercenaro e Dr Alberto Sassu.
- Predisposizione di una tesi Magistrale LM-69 in Sistemi Agrari Curriculum "Agricoltura di Precisione" SSD AGR 11 dal titolo "Fitomizi e malattie della vite: determinazione delle soglie di intervento e dei sintomi ad esse associati". Studente candidato alla tesi magistrale Cesare Piredda, Relatore Prof. Andrea Lentini, Correlatore Dr. Arturo Cocco.
- Predisposizione di una tesi Magistrale LM-69 in Sistemi Agrari Curriculum "Agricoltura di Precisione" SSD AGR 12 dal titolo "Diagnosi precoce di patogeni della vite attraverso l'utilizzo di tecniche tradizionali e innovative" Studentessa candidata alla tesi magistrale Noemi Piroddi, Relatrice Prof.ssa Vanda Prota, Correlatore Dr. Nicola Schianchi.

4. Criticità emerse durante lo sviluppo delle attività

Di seguito le criticità per singolo WP.

WP1. Coordinamento e gestione

Non si rilevano criticità.

WP2. Fenotipizzazione ad alta precisione in condizioni di pieno campo

Le attività progettuali sono iniziate a novembre 2020. Nelle nostre condizioni ambientali la semina dell'orzo deve avvenire entro la seconda decade del mese di gennaio o al massimo l'inizio del mese di febbraio. Ritardare ulteriormente la significa porre la pianta in condizione di non potere più svolgere il proprio sviluppo vegeto-riproduttivo (e quindi infine di produrre) in modo adeguato. Nel periodo autunno-vernino 2020-2021 si sono verificate precipitazioni eccezionali, intense e continuative che hanno di impedito la esecuzione delle lavorazioni di preparazione dei campi e le operazioni di semina nei tempi inizialmente stabiliti e consoni per la buona riuscita della prova stessa.

Sulla base di questi eventi la prova in campo è stata dunque rimandata alla annata 2020-2021. Questo ha portato a due principali adattamenti:
- i primi mesi del progetto sono stato impiegati per la raccolta di informazioni utili per l'esecuzione di una analisi 'retrospettiva' riguardante prove varietali di orzo coltivato (Hordeum vulgare L.) eseguite in anni passati presso l'azienda sperimentale 'M. Deidda' dell'Università degli Studi di Sassari, sita ad Ottava (Sassari) (si veda punto 2. Breve descrizione delle attività svolte per maggiori dettagli).
- In base al cronoprogramma del WP2 del progetto a partire dal settimo/ottavo mese dall'inizio del progetto era previsto l'avvio delle analisi metabolomiche condotte su campioni prelevati dalla prova in campo. Tali analisi, pertanto, non potranno essere eseguite nei tempi originariamente stabiliti dal cronoprogramma. Infatti, le analisi metabolomiche hanno lo scopo di eseguire una "fotografia" dello status biochimico-molecolare in cui una pianta si trova in un dato momento e luogo. Pertanto, per le finalità del presente progetto, le analisi metabolomiche non possono prescindere dalla analisi di campioni provenienti da piante allevate in condizione di campo. Esse devono pertanto essere rimandate alla annata 2021-2022.

Al fine di compensare gli effetti dovuti a tale criticità si è prontamente deciso di programmare l'avvio anticipato delle analisi genomiche (= a livello di DNA). Queste erano previste, tra le altre analisi, ad uno stadio più avanzato sotto la voce "altre analisi 'omiche'". Le analisi condotte a livello di DNA (contrariamente a quelle metabolomiche, trascrittomiche ed epigenetiche) danno risultati indipendenti dalle condizioni ambientali. Pertanto, l'esecuzione delle analisi genomiche sui materiali già individuati e disponibili per le semine di pieno campo potrà comunque portare ai risultati pianificati e "salvare tempo" per le analisi metabolomiche da condursi in una fase successiva.

WP3. Tecnologie digitali e modellistiche di nuova generazione applicate ai sistemi agrari mediterranei
Non si rilevano criticità.

WP4. Monitoraggio ambientale per la gestione differenziata delle colture
Non sono emerse criticità.

WP5. Sensori e sistemi di gestione innovativi per la coltura protetta
Si è avuto un rallentamento di tutte le attività, dovuto principalmente alla stagionalità delle specie da collezionare e alla necessità di valutare e adattare strutture commerciali alle nostre particolari esigenze.

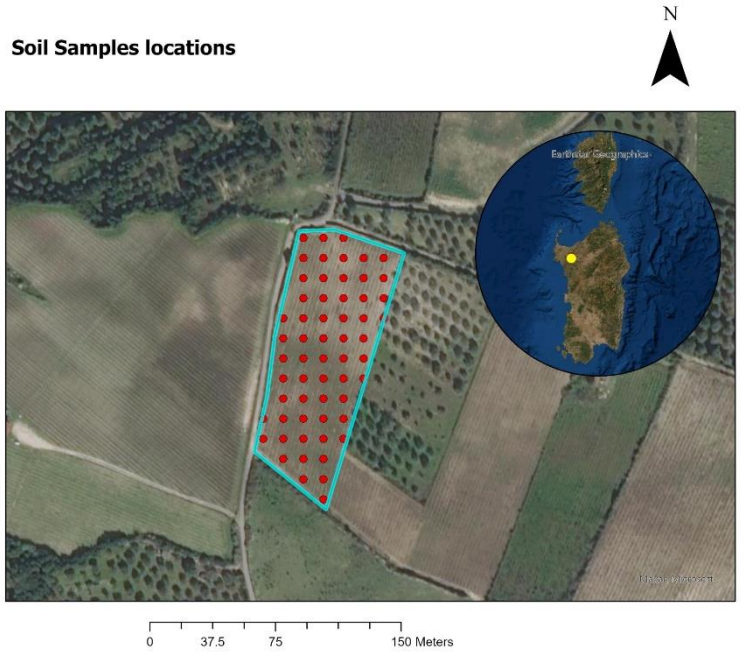
WP6. Sviluppo e realizzazione di un sistema per la realtà aumentata in agricoltura
Il susseguirsi degli eventi negativi legati alla pandemia in questi primi sei mesi di progetto, hanno inevitabilmente impedito lo svolgimento di alcune attività importanti per un regolare stato di avanzamento del progetto. Nello specifico:
• le limitazioni negli spostamenti tra i comuni della regione, hanno causato dei ritardi legati all'inizio delle attività dedicate principalmente alle visite presso le aziende agricole;
• la partecipazione in presenza ai convegni è stata vietata, nonché alcuni convegni sono stati direttamente posticipati dall'organizzazione stessa, rallentando lo scambio di esperienze con teams di ricerca a livello nazionale ed internazionale;
• gli eventi fieristici di settore sono stati ugualmente rimandati, ostacolando il routinario aggiornamento sulle ultime tendenze in materia di nuove tecnologie implementabili in ambito agricolo e zootecnico.

Inoltre, si specifica che, a causa di un refuso, contrariamente a quanto previsto nel progetto, i due Deliverables del WP6 non sono attesi per il sesto mese, ma per il 36mo mese di progetto. Risulta improbabile, infatti, che nei primi sei mesi di progetto, dove sono previste attività di studio e di ricerca sullo stato dell'arte in materia di sistemi per la realtà aumentata, possano portare a compimento i Deliverables che riguardano: la definizione del prototipo di un sistema informatico in grado di analizzare e gestire i dati relativi all'azienda agricola in realtà aumentata (D6.1) e la valutazione dell'impatto dell'innovazione all'interno dell'azienda agricola (D6.2).

WP7. Gestione colturale del vigneto con il supporto combinato delle tecnologie di viticoltura di precisione e di Intelligenza Artificiale

Alcuni ritardi inerenti le attività programmate riguardano l'esecuzione dei campionamenti del suolo. Per determinare i punti (nodi) della griglia di campionamento è necessario l'esecuzione di profili del suolo realizzati mediante l'utilizzo di un mini-escavatore. La richiesta del settore AGR 14 ha determinato lo spostamento dell'inizio di esecuzione del campionamento alla terza settimana di maggio (data prevista tra il 20-23) secondo lo schema proposto nella Figura 4.

Figura 4. Schema dei nodi di campionamento del suolo dell'Azienda Viticola Carpante. Lo schema prevede l'esecuzione di tre punti di saggio realizzati ad una profondità di 2 metri e l'esecuzione di 60 punti di saggio (Nodi) con griglia di 15 m x 15 m (225 m2).



Sassari, li 15 giugno 2021

Il Responsabile Scientifico